

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

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде \_\_\_\_\_ проекта  
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»

код, наименование направления

Использование ТИМ в проекте средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара  
Эвенкийского муниципального района

тема

Руководитель \_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

Н.И. Лях

инициалы, фамилия

Выпускник \_\_\_\_\_

подпись, дата

К.Р. Ахметьянова

инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	5
1 Архитектурно-строительный раздел.....	6
1.1 Архитектурно-планировочное решение .....	6
1.2 Объемно - планировочное решение .....	6
1.3 Конструктивные решения .....	8
1.4 Внутренняя отделка помещений .....	8
2 Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты .....	10
2.1 Компонировка конструктивной схемы каркаса здания в осях Л-Ш/8-15 .....	10
2.2 Расчет и конструирование стропильной фермы в осях 8-12/Л-Ш.....	10
2.2.1 Сбор нагрузок.....	11
2.2.2 Подготовка исходных данных расчетной схемы.....	16
2.2.3 Анализ полученных результатов.....	16
2.2.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы .....	18
2.2.5 Расстановка соединительных планок .....	21
2.3 Расчет прогона.....	23
2.3.1 Определение нагрузок и расчетных усилий.....	23
2.3.1.1 Постоянные нагрузки .....	23
2.3.1.2 Временные нагрузки.....	25
2.3.2 Статический расчет прогона.....	27
2.4 Расчет и проектирование фундаментов.....	30
2.4.1 Исходные данные для проектирования .....	30
2.4.2 Проектирование фундаментов.....	31
2.4.3 Определение глубины заложения фундамента.....	34
2.4.4 Проектирование свайного фундамента на забивных сваях.....	35
2.4.5 Определение несущей способности свай .....	35
2.4.6 Определение количества свай и размещение их в фундаменте	37
2.4.7 Приведение нагрузок к подошве ростверка .....	38
2.4.8 Определение нагрузок на сваи и проверка несущей способности свай .....	39

					БР-08.03.01.01-2022 ПЗ			
Изм.	Лист	№докум.	Подпись	Дата	Использование ТИМ в проекте средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района			
Разраб.		Ахметьянова К.Р.				Стадия	Лист	Листов
.						л	2	108
Руководите		Лях Н.И.				<b>СКиУС</b>		
Н. Контроль		Лях Н.И.						
Зав.кафедр		Деордиев С.В.						

2.4.9	Конструирование ростверка .....	40
2.4.10	Расчет ростверка на продавливание колонной .....	40
2.4.11	Расчет и проектирование армирования .....	41
2.4.12	Подбор сваебойного оборудования .....	44
2.4.13	Подсчет объемов и стоимости работ .....	45
2.4.14	Проектирование свайного фундамента на буронабивных сваях .....	46
2.3.15	Определение несущей способности свай .....	46
2.4.16	Определение количества свай и размещение их в фундаменте .....	47
2.4.17	Приведение нагрузок к подошве ростверка .....	48
2.4.18	Определение нагрузок на сваи и проверка несущей способности свай.....	48
2.4.19	Конструирование ростверка .....	49
2.4.20	Расчет ростверка на продавливание колонной .....	49
2.4.21	Расчет и проектирование армирования .....	49
2.4.22	Подсчет объемов и стоимости работ .....	51
2.4.23	Сравнение фундамента на забивных сваях и фундамента на буронабивных сваях.....	52
3.	Технология строительного производства.....	53
3.1	Область применения.....	53
3.2	Общие положения .....	53
3.3	Организация и технология выполнения работ.....	53
3.4	Требования к качеству работ .....	55
3.5	Потребность в материально-технических ресурсах .....	56
3.6	Техника безопасности и охрана труда .....	57
3.7	Технико-экономические показатели .....	58
4	Организация строительного производства.....	60
4.1	Область применения строительного генерального плана .....	60
4.2	Обоснование нормативной продолжительности строительства.....	61
4.3	Выбор монтажного крана.....	62
4.4	Размещение монтажного крана на площадке строительства .....	63
4.5	Определение зон действия крана .....	64
4.6	Проектирование временных дорог и проездов .....	65
4.7	Проектирование складского хозяйства.....	66

4.8 Проектирование бытового городка.....	67
4.9 Расчет потребности в электроэнергии строительной площадки .....	69
4.10 Расчет потребности во временном водоснабжении строительства. 70	
4.11 Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене.....	72
4.12 Мероприятия по охране труда и технике безопасности .....	72
4.13 Разработка мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов .....	78
4.14 Техничко-экономические показатели стройгенплана.....	79
5 Экономика строительства .....	80
5.1 Составление локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса.....	80
5.2 Расчет прогнозной стоимости строительства объекта на основании УНЦС.....	81
5.3 Анализ структуры локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса.....	89
5.4 Техничко-экономические показатели проекта .....	91
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	93
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	94
Приложение А. ....	96
Приложение Б. ....	99
Приложение В.....	101
Приложение Г. ....	101

## Введение

Данный дипломный проект был создан в программном комплексе Revit. Каждому участнику был выдан свой раздел школы на 450 учащихся в с. Ванавара. Revit — программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM). Предназначен для архитекторов, конструкторов и инженеров-проектировщиков. Предоставляет возможности трехмерного моделирования элементов здания и плоского черчения элементов оформления, создания пользовательских объектов, организации совместной работы над проектом, начиная от концепции и заканчивая выпуском рабочих чертежей и спецификаций.

База данных Revit может содержать информацию о проекте на различных этапах жизненного цикла здания, от разработки концепции до строительства и снятия с эксплуатации.

Школа является важным социально-значимым объектом. В настоящий момент в с. Ванавара функционирует всего одна школа, которая находится в полу-аварийном состоянии.

Численность населения в с. Ванавара в 2022 году составила 3402 чел. За последние 5 лет в с. Ванавара наблюдается положительная динамика притока населения, так в 2021 году по официальным данным численность населения составила 3109 чел, что на 9% ниже текущих показателей

Основные причины того, что население с. Ванавара растет следующие: рост рождаемости, миграция, программы по освоению центральных, северных и малонаселенных районов и высокое количество долгожителей.

С ростом населения соответственно растет и количество учащихся школ.

Строительство школы позволит решить ряд следующих задач:

- формирование у школьников необходимости получения знаний и информации;
- организация дополнительных рабочих мест.

Проектным решением предусматривается строительство библиотечно-издательского комплекса по адресу Красноярский край, Эвенкийский район, с. Ванавара, ул. Увачана, № 26

Анализируя сказанное выше, строительство школы в с. Ванавара является востребованным и актуальным.

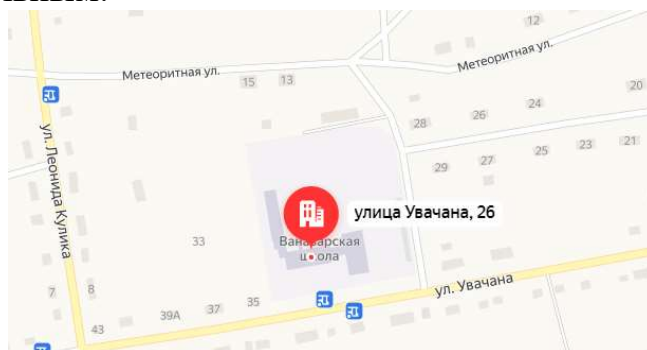


Рисунок 1 – Расположение участка строительства на кадастровой карте

# 1 Архитектурно-строительный раздел

## 1.1 Архитектурно-планировочное решение

Проект «Средняя школа на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района» разработан на основании технического задания, в соответствии с действующими строительными нормами и санитарно-гигиеническими требованиями.

Здание школы сложной формы, 3-х этажное, с техподпольем, часть с подвалом, представляет собой блочную структуру.

На первом этаже - учебные помещения для начального общего образования (в отдельном блоке) и основного общего-среднего образования, пристроенные спортивные залы 9x18м, 12x 24 м.; пищеблок с обеденным залом на 225 посадочных места (включая 9 чел. инвалидов).

На втором этаже - учебные помещения для начального общего образования (в отдельном блоке) и основного общего-среднего образования, актовый зал на 300 чел. (включая 5 чел. инвалидов);

На третьем этаже - учебные помещения для начального общего образования (в отдельном блоке) и основного общего-среднего образования

Размеры здания в плане 47.55 x 97.150 м. Высота этажа 3.6 м.

Высота учебных помещений в чистоте -3.3 м, высота спортивных залов не менее 6.0 м.

Внутренняя планировка помещений школы заключается в компактном размещении учебных классов, с учетом их нормативной ориентации, возрастных групп учащихся, обеспечения учебного процесса, общешкольных и административных помещений.

Для обучающихся основного общего-среднего образования (5-11 классы), образовательный процесс принят по классно-кабинетной системе.

Помещения для начального общего образования (1-4 классы) выделены в самостоятельный отсек и располагаются на 1-3 этажах здания.

## 1.2 Объемно - планировочное решение

### *Первый этаж.*

Входная зона состоит из вестибюля (1.4), помещение охраны (1.42). На первом этаже для учащихся начального образования, запроектированы игровая для 1 классов (1.9), хранение игрушек (1.10), помещение групп продленного дня (1.8), гардероб младших классов (1.7), спортзал 9x18 (1.16), уборные для девочек и мальчиков, помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов, уборная для МГН, рекреация.

Для учащихся основного общего-среднего образования, запроектированы гардеробы (1.81,1.48,), кабинет ИЗО и черчения (1.56), кабинет ОБЖ (1.65), кабинет биологии (1.64) с лаборантской, кабинет для ритмики и танцев (1.68) слесарная (столярная) мастерская трудового обучения (1.62), тамбур, помещение для хранения

сырья и готовой продукции, работа с пилой, инструментальная, рекреация, уборные для мальчиков и девочек, уборная для МГН, комната личной гигиены для девочек, помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов, уборная для учителей, спортзал 12х24 (1.41).

Общие помещения: электрощитовая (1.3), обеденный зал (1.83) с раздачей (1.84), моечные кухонной и столовой посуды (1.86, 1.87), горячий цех (1.85), доготовочный цех (1.91), помещение хранения чистой воды (1.90), помещение персонала (1.92), кабинет заведующего (1.94), помещение хол.камер (1.96,1.97), комната отходов (1.98), коридор с умывальниками (1.82), лестничные клетки.

При спортивных залах запроектированы:

-снарядные,

-раздевальные для мальчиков и девочек с отдельными душевыми, отдельные уборные,

-раздевальные помещения для МГН, оборудованные унитазами и душами,

-тренерская с санузлом и душой.

На 1 этаже находятся помещения блока медицинского обслуживания:

-кабинет врача (1.80),

- процедурный кабинет (1.79),

-прививочный кабинет (1.78),

- помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов (1.77),

- сан.узел (1.76),

-помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов.

*Второй этаж.*

На втором этаже для учащихся начального образования запроектированы 2 учебных кабинета для 2 классов (2.9, 2.10), 2 учебных кабинета для 1 классов (2.11, 2.12), рекреация (2.15), уборные для мальчиков и девочек, уборная для МГН (2.6), кабинет дефектолога (2.7), кабинет логопеда (2.8).

На втором этаже для учащихся основного общего-среднего образования, запроектированы кабинеты математики (2.14, 2.16, 2.17), кабинеты русского и литературы (2.18, 2.19, 2.20), кабинет химии (2.21) с лаборантской (2.22), мастерские для трудового обучения (девочки) (2.23), кабинет информатики (2.27), рекреации, уборная для МГН, помещение для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов, уборные для мальчиков и девочек, комната личной гигиены для девочек, санузел для учителей.

Общие помещения: кабинет зам.директора по УВР (2.24), радиоузел (2.13), лестничные клетки, лестничная клетка с зоной безопасности (2.37), канцелярия (архив) (2.34), приемная, секретарь (2.35), кабинет директора (2.36), комната персонала (2.45), гардероб для преподавателей (2.46), учительская- методкабинет (2.47), актовый зал на 300 мест (2.49), артистическая (2.52), склад хранения костюмов (2.53).

### *Третий этаж.*

На третьем этаже для учащихся начального образования, запроектированы 4 учебных кабинета для 3, 4 классов (3.9, 3.10, 3.11, 3.12), рекреация, уборные для мальчиков и девочек, уборная для МГН, помещение уборочного инвентаря и приготовления дезинфицирующих растворов.

На третьем этаже для учащихся основного общего-среднего образования, запроектированы кабинеты ин.яз (3.9, 3.15, 3.17, 3.18), кабинет истории и обществознания (3.24,3.25), кабинет географии (3.26), кабинет физики (3.27) с лаборантской, мастерская для девочек (кройки и шитья) (3.29), кабинет информатики (3.32), уборные для мальчиков и девочек, уборная для МГН, комната личной гигиены для девочек, помещения для хранения уборочного инвентаря и приготовления дезинфекционных растворов, сан.узел для учителей).

Общие помещения: библиотека с зоной читательного зала (3.20), книгохранилище (3.14) с зоной читательного зала (3.14\*), библиотека с зоной медиатеки (3.40) , лестничная клетка с зоной безопасности для МГН, лестничные клетки, кабинет зам.директора по АХЧ (3.42), кабинет диспетчера образовательного процесса (3.30), кабинет социального педагога (3.19), серверная (3.13), кабинет зам.учителя по ВР(3.7)

Вентиляционные камеры в здании школы запроектированы на чердаке.

### **1.3 Конструктивные решения**

За относительную отметку 0.000 принята абсолютная отметка 267,65.

В соответствии с инженерно-геологическими и гидрологическими условиями площадки, объемно-планировочными решениями и посадкой здания на генплане выполнены свайные фундаменты с опиранием нижних концов свай на дресвяный грунт темно-серый с супесчаным заполнителем до 30% (заполнитель - супесь пластичная)

Несущая способность свай в условиях полного водонасыщения грунта 180 т; расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, 260 т.

Возведенные конструкции подземной части объекта незавершенного строительства:

Сваи - забивные, длиной 8 м, размерами сечения 300х300 мм по серии 1.011.1-10. Бетон свай В25, F150, W6.

Монолитные ростверки – монолитные железобетонные 2600 х 1600 х 700 мм, бетон тяжелый конструкционный класса В25, F150, W6 ГОСТ 26633-2015, рабочая арматура класса А500С по ГОСТ Р 52544-2006.

### **1.4 Внутренняя отделка помещений**

Используемые при отделке материалы и изделия должны соответствовать требованиям государственных стандартов и иметь гигиеническое заключение, выданное органами государственной санитарно-эпидемиологической службы, сертификаты соответствия и пожарной безопасности.



Согласно Федеральному закону от 10 июля 2012 года №117-ФЗ используемые при отделке декоративно-отделочные материалы должны соответствовать классу пожарной опасности, не более указанного:

- в вестибюлях, лестничных клетках, лифтовом холле для стен и потолков — КМО, для полов — КМ1;
- в общих коридорах;
- в зальных помещениях вместимостью не более 300 человек для стен и потолков — КМ1, для полов — КМ2;

Потолки и стены всех помещений должны быть гладкими, без щелей, трещин, деформаций.

В проекте предусмотрены отделочные покрытия, допускающие проводить их уборку, очистку влажным способом с применением дезинфицирующих средств.

Во внутренней отделке основных помещений - в классах, учебных кабинетах, лаборантских - используются отделочные материалы: для потолка и стен — покраска ВД-АК 201, для пола — гомогенный ПВХ линолеум по ГОСТ 7251- 2016, в учебных классах и лаборантских биологии, химии, физики гомогенный ПВХ линолеум «МРОЕАМ Тгорап» (ГОСТ 7251-2016).

В местах установки раковин выполняется фартук из керамической плитки.

В отделке стен спортивного зала, снарядных - покраска ВД-АК, для пола предусмотрено специализированное спортивное ПВХ покрытие

Для отделки стен и потолков актового зала используется окраска ВД-АК 201 (КМ1), для пола — ПВХ плитка (ГОСТ 11529-86) (КМ2) со звукоизолирующими свойствами.

Стены процедурной, прививочного кабинета облицованы керамической плиткой, для потолка предусмотрена окраска ВД-АК 201; полы – линолеум по ГОСТ 7251-2016, потолок окрашен ВД-АК 201.

Для административных помещений приняты следующие отделочные покрытия: для стен и потолков - ВД-АК- 201; для пола линолеум гомогенный по ГОСТ 7251-2016.

Полы в помещениях кухни пищеблока выполнены из керамической плитки, потолок окрашен акриловой краской. Стены в обеденном зале и помещениях кухни на высоту 2.0 метра - керамическая плитка, выше окрашены ВД-АК-201, пол - керамическая плитка ГОСТ 6787-2001.

Для отделки стен и полов в санитарных помещениях применена керамическая плитка, потолок-подвесной стальной реечный.

Потолки в коридорах, рекреациях предусмотрены с применением подвесной системы с заполнением плитами потолочными Armstrong Scala (КМ1), стены окрашены ВД-АК-201 краской. Отделочные покрытия вестибюля и лестничных клеток приняты с классом пожарной опасности КМ 0. Для потолков в вестибюле принята подвесная система с заполнением плитами потолочными Armstrong DUNA NG (КМО). Стены окраска двухкомпонентной огнестойкой краской «Огнез-Виан» (КМО). Полы в данных помещениях выполнены из керамической плитки (керамогранита).

## **2 Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты**

### **2.1 Компоновка конструктивной схемы каркаса здания в осях Л-Ш/8-15**

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами. Связи объединяют элементы каркаса в единую неизменяемую пространственную систему, создавая резерв несущей способности поперечных рам за счет их совместной работы, и обеспечивают устойчивость его сжатых элементов.

Восприятие ветровых нагрузок, действующих на продольные и торцевые стены здания осуществляется соответствующими системами связей. Связи в значительной степени влияют на поперечную и продольную жесткости здания. Связи создают условия для надежного и удобного монтажа элементов каркаса.

К конструкциям связи крепятся на болтах класса точности В по ГОСТ 1759.0-87. Связи проектирую в соответствии с указаниями [22, СП16.13330]. Маркировку осуществляю по ГОСТ 26047-2016.

#### *Связи по покрытию*

Связи по покрытию предназначены для того, чтобы:

- обеспечить пространственную жесткость покрытия;
- перераспределить усилия между смежными рамами;
- обеспечить устойчивость сжатых элементов покрытия;
- воспринять ветровые нагрузки, действующие на торцевые стены здания;
- создать условия для удобного монтажа покрытия.

В плоскости нижних поясов стропильных ферм предусматриваю поперечные горизонтальные связи в виде связевых ферм в каждом пролете здания, между ними предусматриваю растяжки.

По верхним поясам стропильных ферм предусматриваю поперечные горизонтальные связи

#### *Связи между колоннами*

Связи между колоннами необходимы для:

- обеспечения неизменяемости каркаса в продольном направлении;
- обеспечения устойчивости колонн в продольном направлении;
- восприятию ветровых нагрузок, действующих на торцевые стены здания.

Расположение этих связей не препятствует температурным деформациям продольных элементов каркаса.

### **2.2 Расчет и конструирование стропильной фермы в осях 8-12/Л-Ш**

Исходные данные:

- схема стропильной фермы на рисунке 2.1;
  - сечение поясов, раскосов – тавровое из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93;

- сечение стоек – крестовое из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93;
- шаг ферм 6 м;
- расчетная температура района  $-56^{\circ}\text{C}$  [3, СП 131.13330];
- материал – сталь С345 категории 6 по ГОСТ 27772-2021(2015); группа конструкций – 2 (сварные конструкции либо их элементы, работающие при статической нагрузке при наличии растягивающих напряжений) [1, СП 16.13330, прил. В], требования по химическому составу согласно [1, СП 16.13330, табл. В.2];
- расчетные характеристики стали С345 согласно [1, СП 16.13330, табл. В.5]:  $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2$  при толщине проката от 4 до 10 мм включительно;  $R_{un} = 480 \text{ Н/мм}^2$ ;
- сварка элементов механизированная сварочной проволокой в среде углекислого газа или в его смеси с аргонem, проволока – Св-08ГСНТ. Для ручной сварки (только для монтажных швов) тип электрода – Э60.

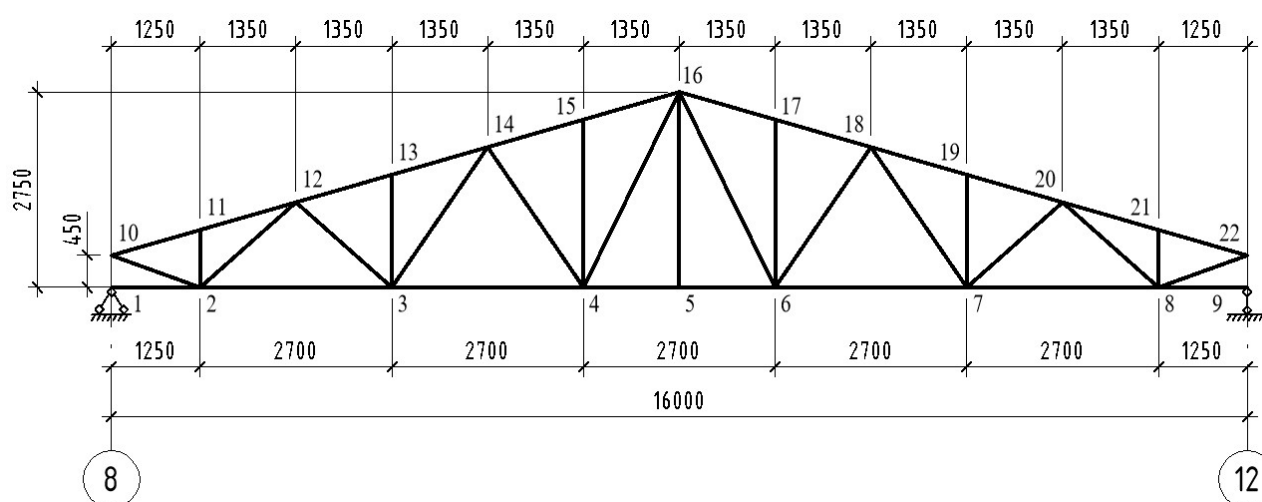


Рисунок 2.1 – Схема фермы

### 2.2.1 Сбор нагрузок

Собственный вес элементов стропильной фермы будет задан отдельным нагружением с коэффициентом надежности по нагрузке 1,05. Остальные постоянные нагрузки на погонный метр ригеля покрытия приведены в таблице 2.1.

Конструкция кровельной панели поэлементной сборки представлена на рисунке 2.2.

Таблица 2.1 – Постоянные нагрузки на погонный метр ригеля покрытия

Конструкция покрытия	Нормативная нагрузка, кН	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $P_1$ , кН
Профилированных настил Н-60х845-0,8 (10,14 кг/м <sup>2</sup> с учетом перехлеста)	0,597	1,05	0,627

Окончание таблицы 2.1

Гидроветрозащитная мембрана Tyvek (0,1 кг/м <sup>2</sup> )	Не участвует в расчете		
Утеплитель ТЕХНОРУФ В, t=200 мм (ρ=180 кг/м <sup>3</sup> )	2,119	1,2	2,543
Утеплитель ТЕХНОРУФ Н, t=150 мм (ρ=115 кг/м <sup>3</sup> )	1,015	1,2	1,218
Пароизоляция Бикрост ТПП (3 кг/м <sup>2</sup> )	0,177	1,2	0,212
Сэндвич-профиль МП СП-150х595, t=0,8 мм (11,3 кг/м <sup>2</sup> )	0,665	1,05	0,698
Z-образные прогоны, t=2 мм (8,37 кг/м <sup>2</sup> )	0,493	1,05	0,517
Связи	0,241	1,05	0,253
<b>Итого</b>	<b>5,31</b>	<b>1,14</b>	<b>6,07</b>
Прогоны(Двутавр 25Б2, 29,6 кг/пог.м, L=6)	1,74	1,05	1,83

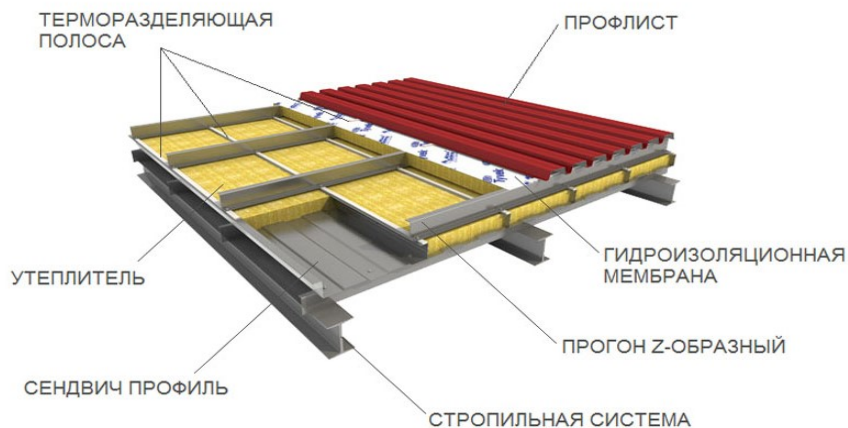


Рисунок 2.2 – Конструкция кровельной панели поэлементной сборки

Постоянная нагрузка от прогонов подсчитана от двух опорных реакций от собственного веса шарнирно закрепленных балок и будет приложена в каждом узле фермы в отдельном нагружении.

Расчетное значение узловой постоянной нагрузки на *i* узел стропильной фермы  $F_1$ , кН, определяется по формуле

$$F_1 = P_1 \frac{d_{i-1} + d_i}{2}, \quad (2.1)$$

где  $P_1$  – расчетная нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы;

$d_{i-1}, d_i$  – размеры панелей, примыкающие к *i*-му узлу.

Принимаем:  $P_1 = 6,07$  кН/м;  $d_{i-1} = 1,35$  м;  $d_i = 1,35$  м.

Подставляем значения в формулу (2.1), получаем

$$F_1 = 6,07 \cdot \frac{1,35 + 1,35}{2} = 8,19 \text{ кН/м.}$$

Из временных нагрузок ветровая рассматриваться не будет, ввиду незначительного влияния на стропильную ферму при данной конфигурации покрытия [2, СП 12.13330, прил. В.1.2] и давления ветра в 1 ветровом районе [2, СП 12.13330, табл. 11.1].

#### *Снеговая нагрузка.*

Воздействие снеговой нагрузки рассмотрено в 2 вариантах [2, СП 12.13330, прил. Б.1].

Снеговой район для с. Ванавара – III [1, СП 20.13330, прил. Ж].

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия  $S_0$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S_0 = S_g \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu, \quad (2.2)$$

где  $S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимаемое в зависимости от снегового района;

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия зданий под действием ветра или иных факторов;

$c_t$  – термический коэффициент, применяемый для учета снижения нагрузок на покрытие с высоким коэффициентом теплопередачи вследствие таяния, вызванного потерей тепла [1, СП 20.13330, п. 10.10];

$\mu$  – коэффициент перехода от снеговой нагрузки на земле к снеговой нагрузке на покрытие.

**Здесь:  $S_g = 1,5$  кПа [1, СП 20.13330, табл. 10.1];  $c_e = 1$ ;  $c_t = 1$ ;  $\mu = 1$ .**

Подставляя значения в формулу (2.2), получаю для равномерного снегового загрождения

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

**Для неравномерного снегового загрождения**

$$S_{0l} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1 = 1,125 \text{ кН/м}^2;$$

$$S_{0r} = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 \cdot 1 = 1,875 \text{ кН/м}^2.$$

Расчетная снеговая нагрузка  $S$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S = S_0 \cdot \gamma_f, \quad (2.3)$$

где  $S_0$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

**Принимаем:**

Подставляя значения в формулу (2.3), получаем

Для равномерного нагружения

$$S = 1,5 \cdot 1,4 = 2,1 \text{ кН/м}^2.$$

Для неравномерного нагружения с левой стороны

$$S_l = 1,125 \cdot 1,4 = 1,58 \text{ кН/м}^2.$$

Для неравномерного нагружения с правой стороны

$$S_r = 1,875 \cdot 1,4 = 2,63 \text{ кН/м}^2.$$

Расчетная снеговая нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы  $P_2$ , кН/м, определяется по формуле

$$P_2 = S \cdot b, \quad (2.4)$$

где  $S$  – расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$b$  – ширина грузовой площади.

**Принимаем:**

Подставляя значения в формулу (2.4), получаем

$$P_2 = 2,1 \cdot 6 = 12,6 \text{ кН/м.}$$

$$P_{2l} = 1,58 \cdot 6 = 9,45 \text{ кН/м.}$$

$$P_{2r} = 2,63 \cdot 6 = 15,75 \text{ кН/м.}$$

Расчетное значение узловой снеговой нагрузки на  $i$  узел стропильной фермы  $F_2$ , кН, определяется по формуле (2.1)

**Принимаем:**

Подставляем значения в формулу (2.1), получаем

$$F_2 = 12,6 \cdot \frac{1,35+1,35}{2} = 17,01 \text{ кН.}$$

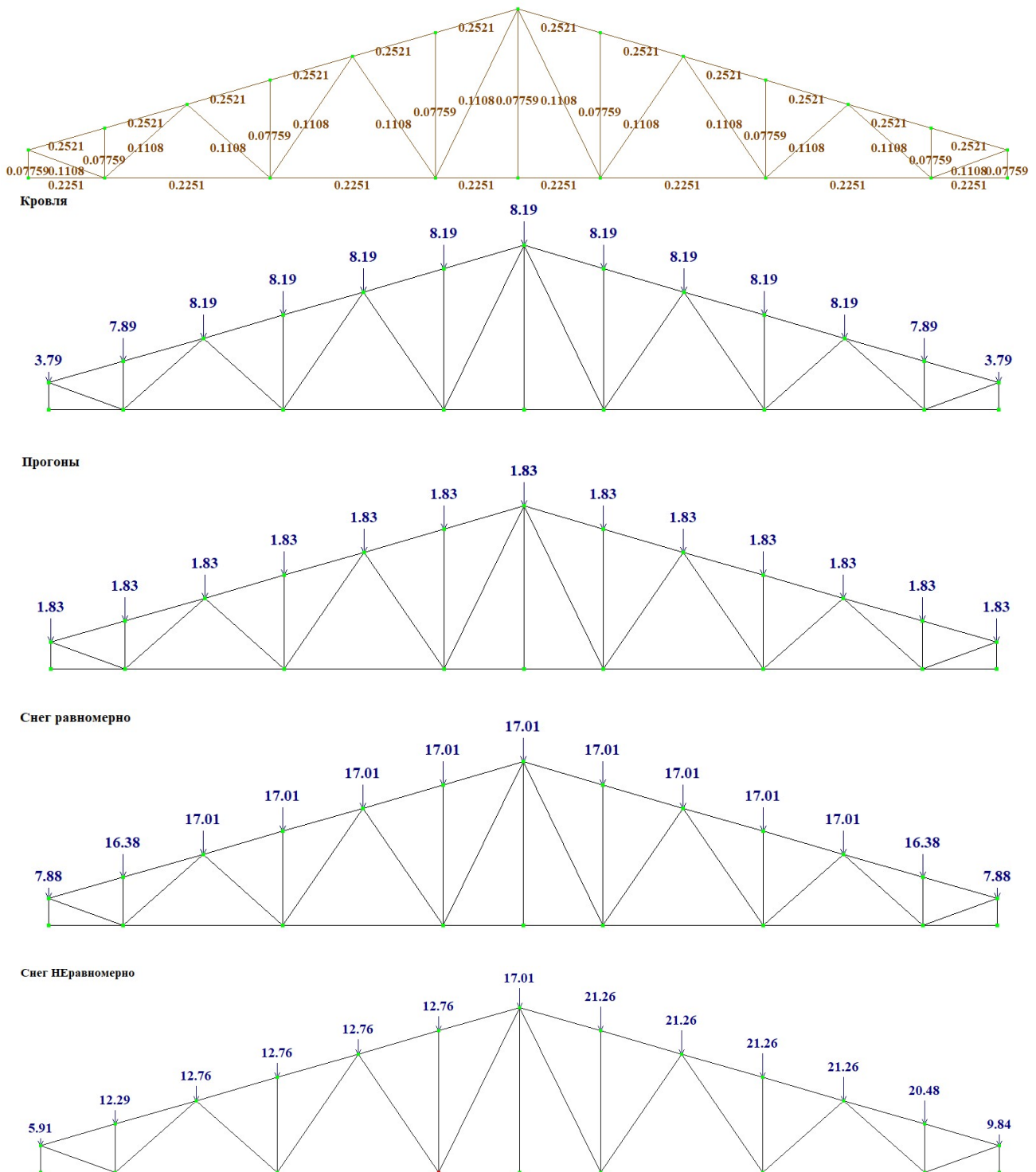
$$F_{2l} = 9,45 \cdot \frac{1,35+1,35}{2} = 12,76 \text{ кН.}$$

$$F_{2r} = 15,75 \cdot \frac{1,35+1,35}{2} = 21,26 \text{ кН.}$$

Заданные нагружения в ПК ЛИРА-САПР на рисунке 2.3. Для нагружения «Прогоны» сосредоточенная нагрузка в коньковом узле задвоена. Собственный вес задан автоматически, в виде равномерно распределенной нагрузки на стержни.

## Расчетное сочетание нагрузок и усилий приведено на рисунке 2.4.

св



св – собственный вес конструкции, кН/м; кровля - вес кровельного покрытия с учетом связевых элементов, кН ; снег равномерно – снеговое равномерное загрузение, кН; снег неравномерно - снеговое не равномерное загрузение, кН

Рисунок 2.3 – Виды загрузения

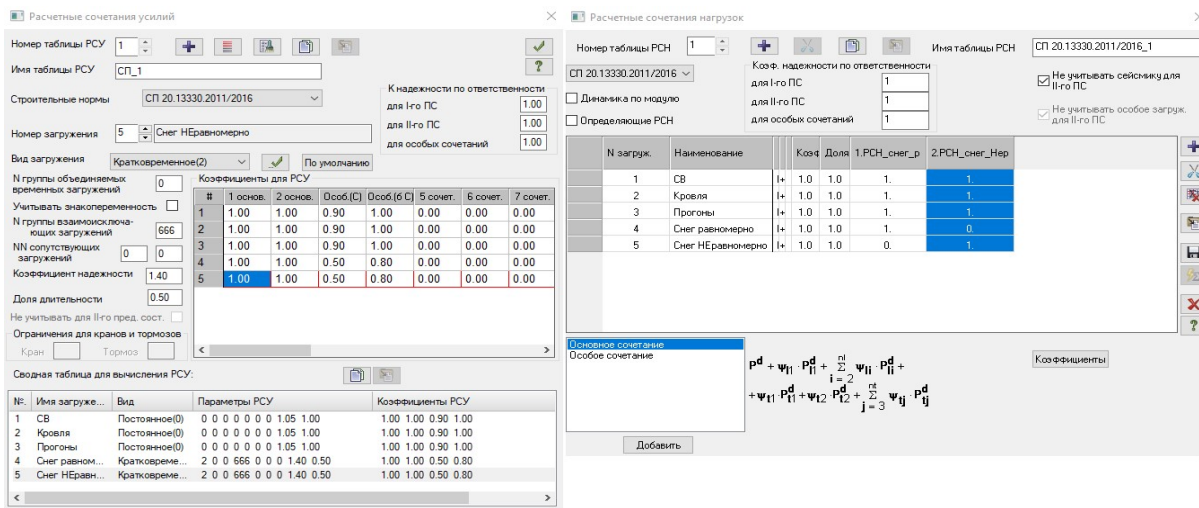


Рисунок 2.4 – Таблицы PCU и PCN

### 2.2.2 Подготовка исходных данных расчетной схемы

Все соединения элементов приняты шарнирными, дополнительные изгибающие моменты в элементах от жесткости узлов не учтены на основании [1, СП 16.13330, п.15.2.2].

Мозаика назначенных жесткостей на рисунке 2.5

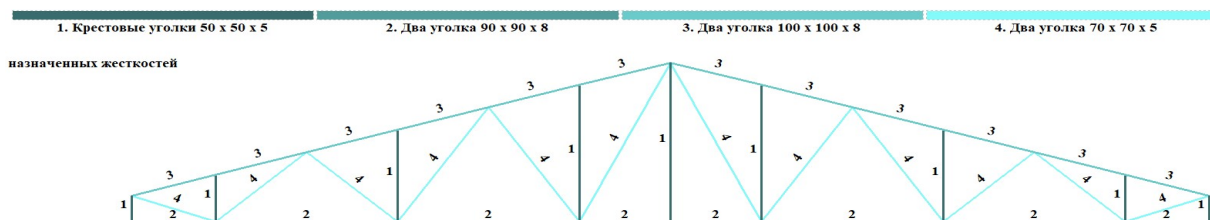


Рисунок 2.5 – Мозаика назначенных жесткостей

Расчетные длины элементов назначены в соответствии с требованиями [1, СП 16.13330, п.10.1].

Предельные гибкости сжатых элементов в соответствии с [1, СП 16.13330, табл. 31], растянутых [1, СП 16.13330, табл. 32].

### 2.2.3 Анализ полученных результатов

Мозаика продольных усилий от PCN с равномерной снеговой нагрузкой на рисунке 2.6, с неравномерной на рисунке 2.7

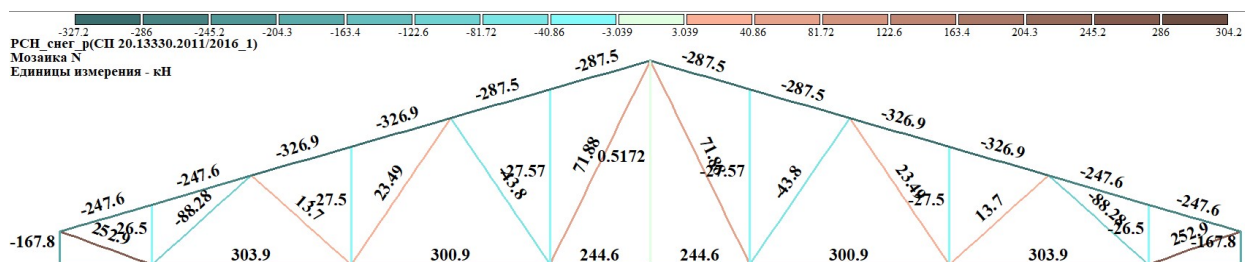


Рисунок 2.6 – Мозаика продольных усилий от PCN с равномерной снеговой нагрузкой



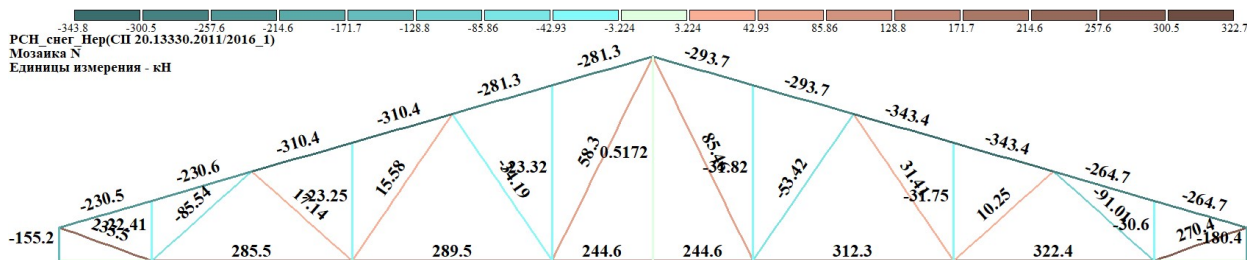


Рисунок 2.7– Мозайка продольных усилий от RCS с неравномерной снеговой нагрузкой

Мозайка максимальных(растяжение) продольных усилий от РСУ на рисунке 2.8, минимальных(сжатие) на рисунке 2.9

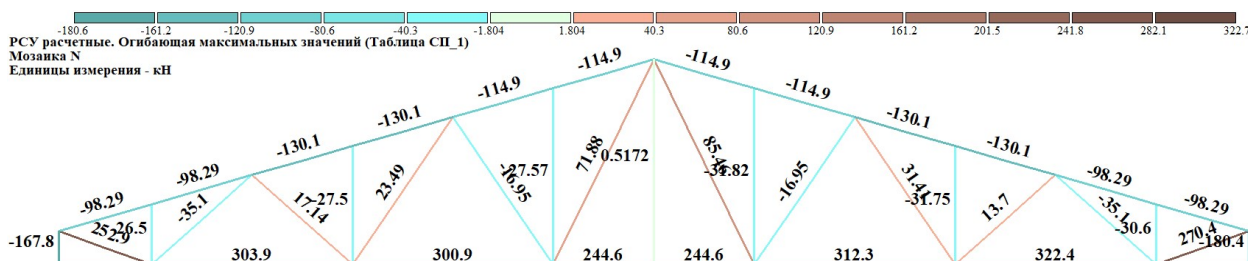


Рисунок 2.8 – Мозайка максимальных продольных усилий от РСУ

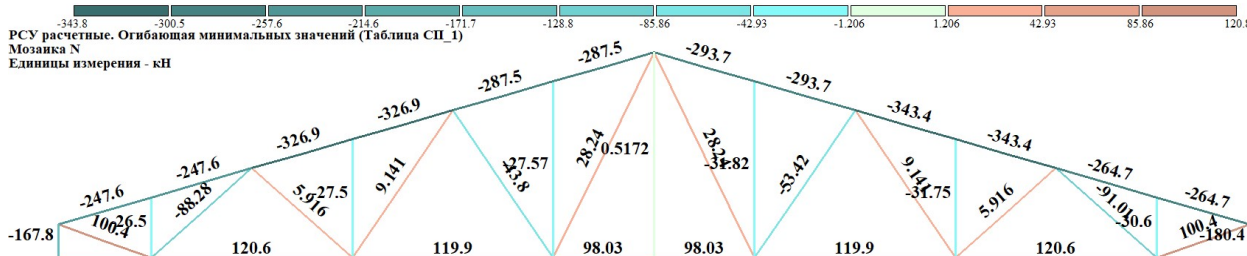


Рисунок 2.9 – Мозайка минимальных продольных усилий от РСУ

Процент использования назначенных элементов по первому предельному состоянию сквозной конструкции на рисунке 2.10

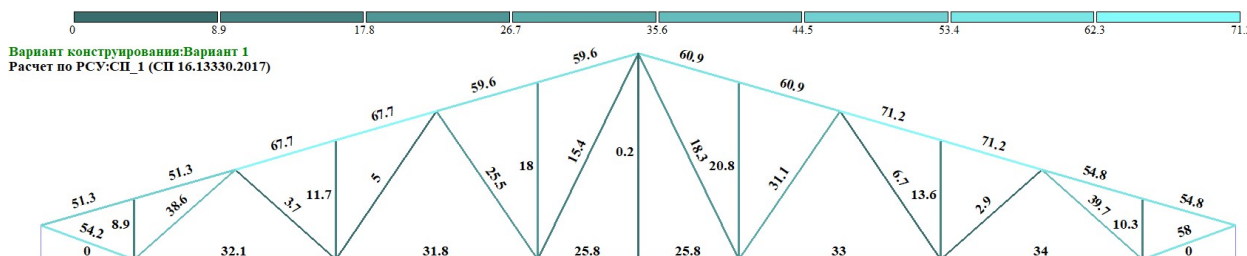


Рисунок 2.10 – Процент использования назначенных элементов по первому предельному состоянию

## 2.2.4 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы

Стержни крепятся к фасонкам двусторонними угловыми швами с катетом  $k_f = 4$  мм согласно [22, СП 16.13330, табл. 38] со стороны обушка и пера. Значение коэффициентов  $\beta_f = 0,9$ ,  $\beta_f = 0,7$ (монтажная) и  $\beta_z = 1,05$ ,  $\beta_z = 1,0$ (монтажная) принимаю согласно [22, СП 16.13330, табл. 39]. В соответствии с [22, СП 16.13330, прил. Г, табл. Г.2]  $R_{wf} = 240 \text{ Н/мм}^2$ ,  $R_{wz} = 0,45 \cdot 480 = 216 \text{ Н/мм}^2$ .

Расчет заводского сварного соединения на условный срез необходимо производить по металлу шва, т.к

$$\frac{\beta_f R_{wf}}{\beta_z R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 240}{1,05 \cdot 216} = 0,95 < 1.$$

Распределение усилий на швы по обушку – 70%, на швы по перу – 30%.

### Узел 16

Горизонтальные полки поясных уголков ( $2 \perp 100 \times 8$ ) перекрываю сверху листовой накладкой, площадь поперечного сечения которой определяю по усилию в верхнем поясе, приходящемуся на угловые швы со стороны обушков уголков, по формуле

$$A_1 = \frac{\alpha_i \cdot 1,2 \cdot N}{R_y \cdot \gamma_c}, \quad (2.5)$$

где  $\alpha_i$  – распределение усилий между швами по обушку и перу;

$N$  – усилие, возникающее в стержне;

$R_y$  – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы.

Здесь:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $N_{16-1} = 293,7 \text{ кН}$ ;  $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2$ ;  $\gamma_c = 1$ .

Тогда

$$A_{H1} = \frac{1,2 \cdot 0,7 \cdot 293,7}{340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 7,25 \text{ см}^2.$$

Принимаю накладку шириной 230 мм и толщиной  $t = 10$  мм. Толщина накладки принята в соответствии с толщиной проката. Остальную часть усилия в поясе, но не менее чем половину от полного усилия с завышающим коэффициентом 1,2, передаю через угловые швы со стороны пера и у обушка непосредственно на узловую фасонку, состоящую из двух половин. Фасонки перекрываю вертикальными двусторонними полосовыми накладками высотой, равной не менее удвоенной ширины вертикальных полок поясных уголков (200 мм). Толщину этих накладок принимаю равной толщине фасонки (10 мм), высоту 250 мм.

Расчет монтажного сварного соединения на условный срез необходимо производить по металлу шва, т.к

$$\frac{\beta_f R_{wf}}{\beta_z R_{wz}} = \frac{0,7 \cdot 240}{1 \cdot 216} = 0,78 < 1.$$

Необходимая расчетная длина угловых швов катетом  $k_f = 5$  мм для прикрепления накладки по одной стороне к полке поясного уголка

$$l_w^1 = \frac{0,7 \cdot 1,2 \cdot 293,7}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 15,69 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^2 = 160$  мм.

Расчетная длина швов прикрепления пояса к фасонке

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 293,7}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 6,95 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 293,7}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 6,1 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 70$  мм;  $l_w^п = 70$  мм.

Проверка прочности сечения (верхняя накладка из -230x12 и часть фасонки толщиной 10 мм, высотой 250 мм), на внецентренное сжатие произведена в Конструкторе сечений (сателлит SCAD). Продольное усилие принято равным - 293,7 кН, момент получен, как произведение продольного усилия на плечо (разница между центром тяжести пояса и рассчитываемого сечения) и принят равным 1128 кН · см<sup>2</sup>.

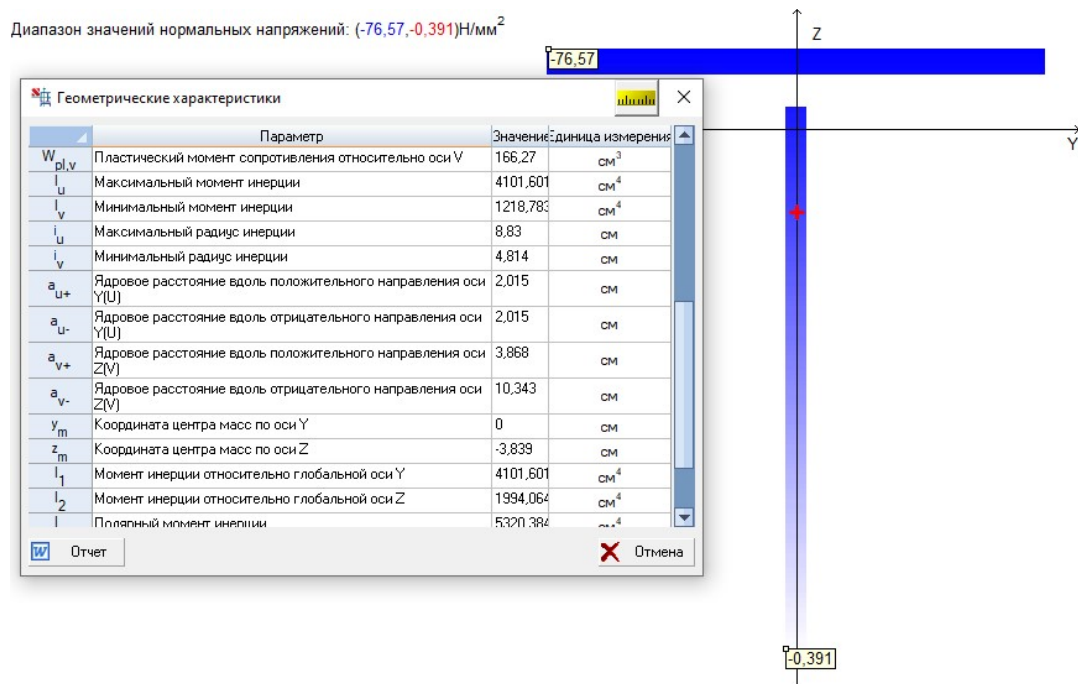


Рисунок 2.11 – Нормальные напряжения от внецентренного сжатия, полученные в Конструкторе сечений

Максимальные нормальные напряжения составили  $76 \text{ Н/мм}^2$ , что меньше  $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2$ .

#### Узел 5

Горизонтальные полки поясных уголков ( $2L 90 \times 8$ ) перекрывают снизу листовой накладкой, площадь поперечного сечения которой аналогично формуле (2.5)

$$A_2 = \frac{1,2 \cdot 0,7 \cdot 244,6}{340 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 6,04 \text{ см}^2.$$

Конфигурация накладок и толщина фасонки аналогично верхнему монтажному узлу.

Необходимая расчетная длина угловых швов катетом  $k_f = 5 \text{ мм}$  для прикрепления накладки по одной стороне к полке поясного уголка

$$l_w^2 = \frac{0,7 \cdot 1,2 \cdot 244,6}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,5 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 13,23 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^2 = 140 \text{ мм}$ .

Расчетная длина швов прикрепления пояса к фасонке

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 244,6}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,95 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 244,6}{2 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,25 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 60 \text{ мм}$ ;  $l_w^п = 60 \text{ мм}$ .

Проверка прочности сечения (нижняя накладка из  $-230 \times 12$  и часть фасонки толщиной  $10 \text{ мм}$ , высотой  $250 \text{ мм}$ ), на внецентренное сжатие произведена в Конструкторе сечений (сателлит SCAD). Продольное усилие принято равным  $244,6 \text{ кН}$ , момент получен, как произведение продольного усилия на плечо (разница между центром тяжести пояса и рассчитываемого сечения) и принят равным  $-940 \text{ кН} \cdot \text{см}^2$ .

Максимальные нормальные напряжения составили  $63,78 \text{ Н/мм}^2$ , что меньше  $R_y = 340 \text{ Н/мм}^2$ .

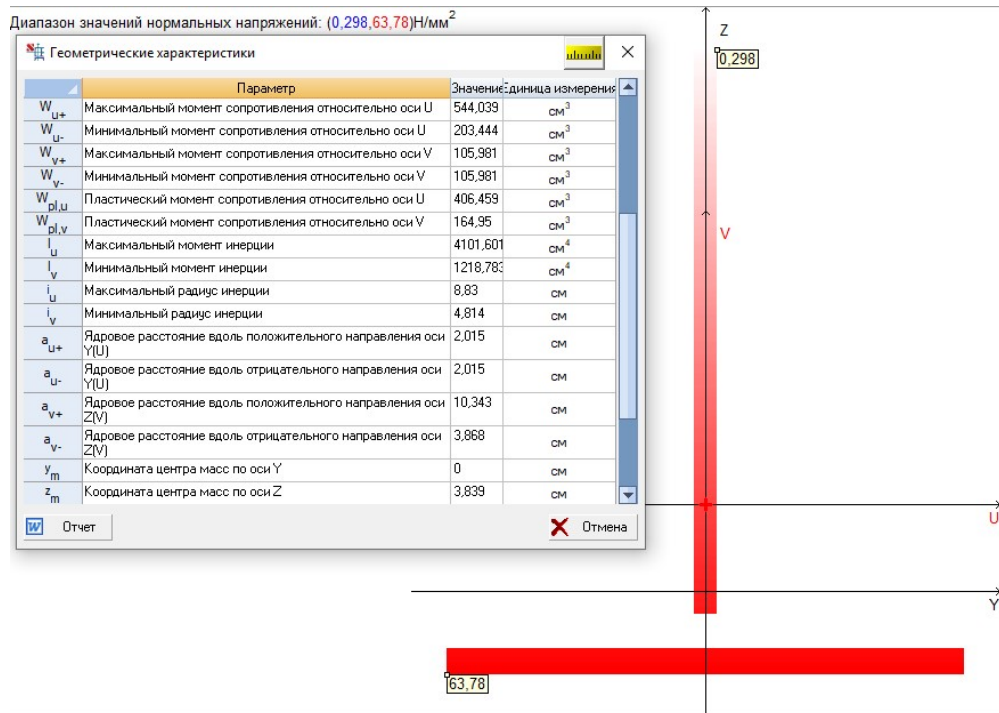
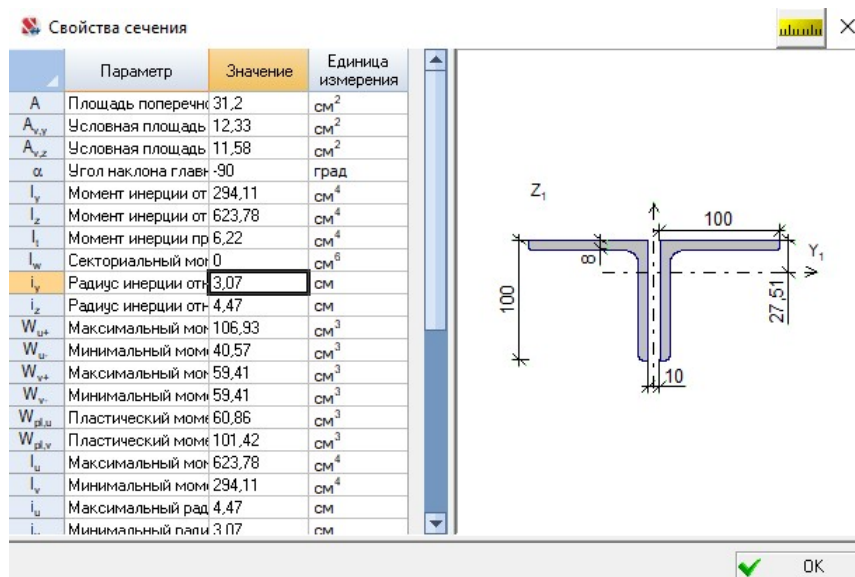


Рисунок 2.12 – Нормальные напряжения от внецентренного сжатия, полученные в Конструкторе сечений

## 2.2.5 Расстановка соединительных планок

Расчет максимального шага расстановки соединительных планок сведен в таблицу 2.2. Требуемые радиусы инерции получены при помощи ПК SCAD.



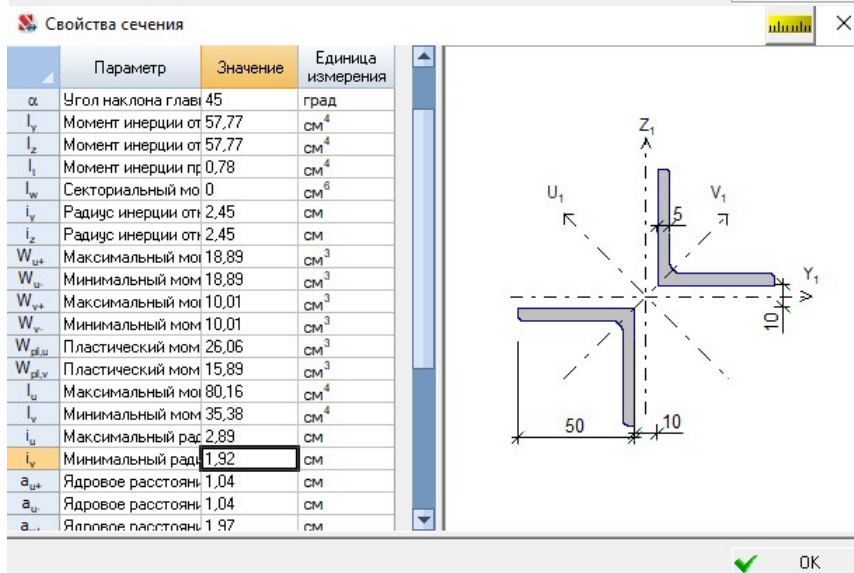
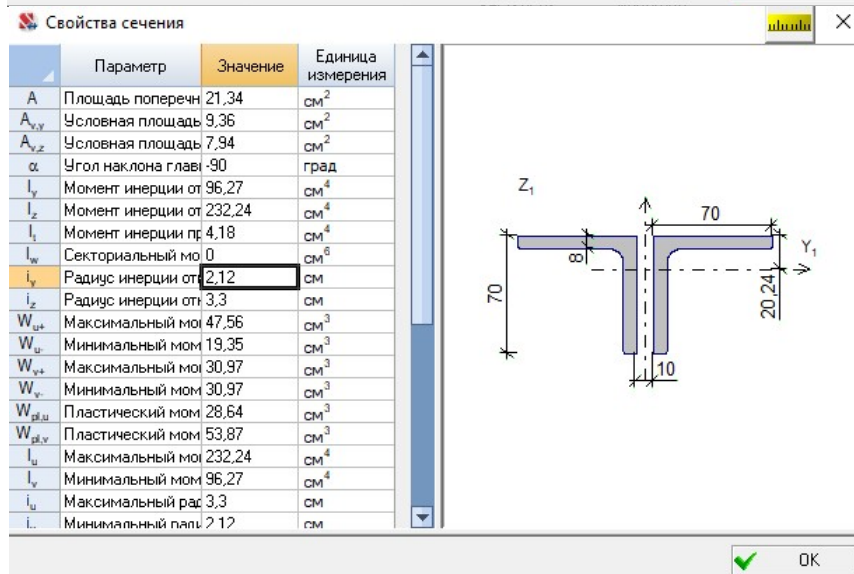
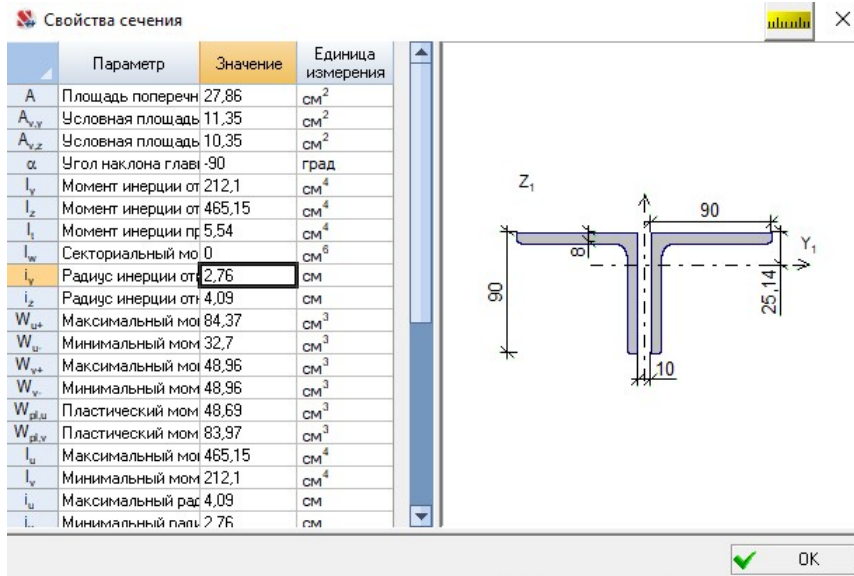


Рисунок 2.13 – Требуемые радиусы инерции сечений, полученные при помощи ПК SCAD.

Таблица 2.2 – Максимальный шаг расстановки соединительных планок

Сечение	Радиус инерции, см	40i (сжатие)	80i (растяжение)
Тавр из уголков 100x8	3,07	122,8	
Тавр из уголков 90x8	2,76		220,8
Тавр из уголков 70x5	2,12	84,8	169,6
Крест из уголков 50x5	1,92	768	1536

## 2.3 Расчет прогона

Исходные данные:

– проектирую прогон из балочного прокатного двутавра с по ГОСТ Р 57837-2017.

Предварительно принимаю двутавр 25Б2.

Характеристики профиля:  $I_x = 4051,73 \text{ см}^4$ ;  $W_x = 324,10 \text{ см}^3$ ;  $S_x = 182,93 \text{ см}^3$ ;  $t_w = 9,0 \text{ мм}$ ;  $m = 29,60 \text{ кг/м}$ ;

– расчетный пролет прогона  $l_{pr} = 6,0 \text{ м}$ ;

– шаг прогонов  $b = 1,35 \text{ м}$ ;

– коэффициент условий работы  $\psi_c = 0,9$  [СП 16, табл. 1];

– коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,0$  [53, ГОСТ 27751, табл. 2];

– материал прогона – сталь С345-4 по ГОСТ 27772-2015; группа конструкций – 3 [22, прил. В], нормируемые показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [22, СП 16.13330, табл. В.1-В.2];

– расчетные характеристики стали С345-4 согласно [22, СП 16.13330, табл. В.3, В.6]:  $R_y = 350 \text{ Н/мм}^2$  при толщине проката от 2 до 10 мм включительно;  $R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_p = 459 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_s = 0,58 \cdot 350 = 203 \text{ Н/мм}^2$ ;

предельный прогиб прогона  $f_u = \frac{l_{pr}}{200} = \frac{600}{200} = 3,0 \text{ см}$ .

### 2.3.1 Определение нагрузок и расчетных усилий

#### 2.3.1.1 Постоянные нагрузки

Постоянные нагрузки от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Постоянные нагрузки от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Нормативная нагрузка, кН	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_n$	Расчетная нагрузка $P_1$ , кН
Профилированных настил Н-60x845-0,8 (10,14 кг/м <sup>2</sup> с учетом перехлеста)	0,095	1,05	0,099

Окончание таблицы 2.3

Гидроветрозащитная мембрана Tyvek (0,1 кг/м <sup>2</sup> )	Не участвует в расчете		
Утеплитель ТЕХНОРУФ В, t=200 мм (ρ=180 кг/м <sup>3</sup> )	0,353	1,2	0,424
Утеплитель ТЕХНОРУФ Н, t=150 мм (ρ=115 кг/м <sup>3</sup> )	0,169	1,2	0,203
Пароизоляция Бикрост ТПП (3 кг/м <sup>2</sup> )	0,029	1,2	0,035
Сэндвич-профиль МП СП-150x595, t=0,8 мм (11,3 кг/м <sup>2</sup> )	0,111	1,05	1,166
Z-образные прогоны, t=2 мм (8,37 кг/м <sup>2</sup> )	0,082	1,05	0,0861
<b>Итого</b>	<b>0,845</b>	<b>1,14</b>	<b>0,963</b>

Нормативное значение расхода стали на прогон  $P_{pr}^{CB} = 0,14 \text{ кН/м}^2$ .

Постоянная нормативная нагрузка на м<sup>2</sup> горизонтальной проекции кровли  $g_n$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$g_n = \frac{q_{n,кр}}{\cos(\alpha)} + P_{pr}^{CB}, \quad (2.6)$$

где  $q_{n,кр}$  – нормативная постоянная нагрузка от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли;

$P_{pr}^{CB}$  – нормативное значение расхода стали на прогон;

$\cos(\alpha)$  – уклон кровли.

Принимаю:  $q_{n,кр} = 0,963 \text{ кН/м}^2$ ;  $P_{pr}^{CB} = 0,14 \text{ кН/м}^2$ ;  $\cos(\alpha) = 0,961$

Подставляю значения в формулу (2.6), получаю

$$g_n = \frac{0,963}{0,961} + 0,14 = 1,14 \text{ кН/м}^2.$$

Постоянная расчетная нагрузка на м<sup>2</sup> горизонтальной проекции кровли  $g$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$g = \frac{q_{кр}}{\cos(\alpha)} + P_{pr}^{CB} \cdot \gamma_f, \quad (2.7)$$

где  $q_{кр}$  – нормативная расчетная нагрузка от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли;

$P_{pr}^{CB}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$q_{кр}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

Принимаю:  $q_{кр} = 0,963 \text{ кН/м}^2$ ;  $P_{pr}^{CB} = 0,14 \text{ кН/м}^2$ ;  $\cos(\alpha) = 0,961$ ;  $\gamma_f = 1,05$ .

Подставляю значения в формулу (2.7), получаю



$$g = \frac{0,963}{0,961} + 0,14 \cdot 1,05 = 1,15 \text{ кН/м}^2.$$

### 2.3.1.2 Временные нагрузки

#### Снеговая нагрузка

Снеговой район для с. Ванавара – III [23, СП 20.13330, прил. Ж]

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия  $S_0$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S_0 = S_g \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot \mu_1, \quad (2.8)$$

где  $S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимаемое в зависимости от снегового района;  
 $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия зданий под действием ветра или иных факторов, определяемый по формуле

Здесь:  $S_g = 1,5$  кПа [1, СП 20.13330, табл. 10.1];  $c_e = 1$ ;  $c_t = 1$ ;  $\mu = 1$ .

Подставляя значения в формулу (2.8), получаю для равномерного снегового загрождения

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

Расчетная снеговая нагрузка  $S$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S = S_0 \cdot \gamma_f, \quad (2.9)$$

где  $S_0$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

Принимаю:  $S_0 = 1,5$  кН/м<sup>2</sup>;  $\gamma_f = 1,4$ .

Подставляю значения в формулу (2.9), получаю

$$S = 1,5 \cdot 1,4 = 2,1 \text{ кН/м}^2.$$

#### Ветровая нагрузка

При кровле с уклоном меньше 20° нагрузка от ветра (отсос) действует снизу вверх и разгружает прогоны.

В данном случае, при расчете прогона, целесообразно не учитывать ветровую нагрузку, так как уклон кровли составляет 1°.

Суммарная нормативная линейная нагрузка на прогон  $q_n$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_n = (g_n + S_0) \cdot b, \quad (2.10)$$

где  $g_n$  – постоянная нормативная нагрузка на  $m^2$  горизонтальной проекции кровли;

$S_0$  – то же, что и в формуле (2.9);

$b$  – шаг прогонов.

Принимаю:  $g_n = 1,14 \text{ кН/м}^2$ ;  $S_0 = 1,5 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 1,35 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.10), получаю

$$q_n = (1,14 + 1,5) \cdot 1,35 = 3,564 \text{ кН/м}.$$

Суммарная расчетная линейная нагрузка на прогон  $q$ , кН/м, определяется по формуле

$$q = (g + S) \cdot b, \quad (2.11)$$

где  $g$  – постоянная расчетная нагрузка на  $m^2$  горизонтальной проекции кровли;

$S$  – расчетная снеговая нагрузка;

$b$  – то же, что и в формуле (2.10).

Принимаю:  $g = 1,15 \text{ кН/м}^2$ ;  $S = 2,1 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 1,35 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.11), получаю

$$q = (1,15 + 2,1) \cdot 1,35 = 4,39 \text{ кН/м}.$$

Скатная составляющая нагрузки  $q_x$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_x = q \cdot \cos(\alpha), \quad (2.12)$$

где  $q$  – суммарная расчетная линейная нагрузка на прогон;

$q$  – то же, что и в формуле (2.6).

Принимаю:  $q = 4,39 \text{ кН/м}$ ;  $\cos(\alpha) = 0,961$ .

Подставляю значения в формулу (2.12), получаю

$$q_x = 4,39 \cdot 0,961 = 4,22 \text{ кН/м}.$$

Нормальная к скатной составляющей нагрузки  $q_y$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_y = q \cdot \sin(\alpha), \quad (2.13)$$

где  $q$  – то же, что и в формуле (2.9)

$\alpha$  – то же, что и в формуле (2.6).

Принимаю:  $q = 4,39 \text{ кН/м}$ ;  $\sin(\alpha) = 0,276$ .

Подставляю значения в формулу (2.13), получаю

$$q_y = 4,39 \cdot 0,276 = 1,21 \text{ кН/м.}$$

### 2.3.2 Статический расчет прогона

Схема действия нагрузок на прогон приведена на рисунке 2.14.

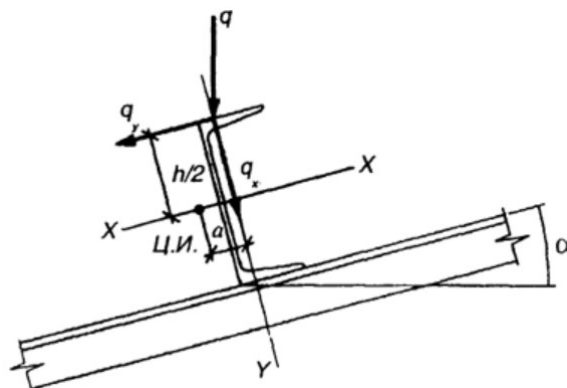


Рисунок 2.14 – Схема действия нагрузок на прогон

Расчетный изгибающий момент  $M_x$ , кН · м, определяется по формуле

$$M_x = \frac{q_x \cdot l_{pr}^2}{8}, \quad (2.14)$$

где  $q_x$  – скатная составляющая нагрузки;

$l_{pr}$  – расчетный пролет прогона.

Принимаю:  $q_x = 4,22$  кН/м,  $l_{pr} = 6$  м.

Подставляю значения в формулу (2.14), получаю

$$M_x = \frac{4,22 \cdot 6^2}{8} = 18,99 \text{ кН · м.}$$

Расчетный изгибающий момент  $M_y$ , кН · м, определяется по формуле

$$M_y = \frac{q_y \cdot l_{pr}^2}{8}, \quad (2.15)$$

где  $q_y$  – скатная составляющая нагрузки;

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.14).

Принимаю:  $q_y = 1,21$  кН/м,  $l_{pr} = 6$  м.

Подставляю значения в формулу (2.15), получаю

$$M_y = \frac{1,21 \cdot 6^2}{8} = 5,45 \text{ кН · м.}$$

Расчетная поперечная сила  $Q_x$ , кН, определяется по формуле

$$Q_x = \frac{q_x \cdot l_{pr}}{2}, \quad (2.16)$$

где  $q_x$  – то же, что и в формуле (2.12);

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.14).

Принимаю:  $q_x = 4,22$  кН/м,  $l_{pr} = 6$  м.

Подставляю значения в формулу (2.16), получаю

$$Q_x = \frac{4,22 \cdot 6}{2} = 12,66 \text{ кН.}$$

Расчетная поперечная сила  $Q_y$ , кН, определяется по формуле

$$Q_y = \frac{q_y \cdot l_{pr}}{2}, \quad (2.17)$$

где  $q_y$  – то же, что и в формуле (2.15);

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.14).

Принимаю:  $q_y = 1,21$  кН/м,  $l_{pr} = 6$  м.

Подставляю значения в формулу (2.17), получаю

$$Q_y = \frac{1,21 \cdot 6}{2} = 3,63 \text{ кН.}$$

### 2.3.3 Проверка прочности прогона

Подбор сечения прогона выполняю по упругой стадии работы материала по формуле

$$\frac{M_x}{W_x \gamma_c R_y} + \frac{M_y}{W_y \gamma_c R_y} \leq 1, \quad (2.18)$$

где  $M_x$  – расчетный моменты от составляющей  $q_x$ ;

$M_y$  – расчетный моменты от составляющей  $q_y$ ;

$W_x$  – момент сопротивления относительно оси x;

$W_y$  – момент сопротивления относительно оси y;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали.

Для прокатных швеллеров  $\frac{W_x}{W_y} = 6 \dots 14$ .

С учетом этого соотношения нормальные напряжения  $\sigma$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяются по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = M_x \frac{[1+(6...14\frac{M_x}{W_x})]}{W_x} \leq R_y \gamma_c, \quad (2.19)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.18);

$M_y$  – то же, что и в формуле (2.18);

$W_x$  – то же, что и в формуле (2.18);

$W_y$  – то же, что и в формуле (2.18);

$\square_c$  – то же, что и в формуле (2.18);

$R_y$  – то же, что и в формуле (2.18).

Из формулы (2.14) требуемый момент сопротивления относительно оси  $x$   $W_{x,req}$ ,  $\text{см}^3$ , определяется по формуле

$$W_{x,req} = M_x \frac{[1+(6...14\frac{M_y}{M_x})]}{R_y \gamma_c}, \quad (2.20)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.19);

$M_y$  – то же, что и в формуле (2.19);

$\gamma_c$  – то же, что и в формуле (2.19);

$R_y$  – то же, что и в формуле (2.19).

Принимаю:  $\frac{M_y}{M_x} = 10$ ;  $M_x = 1899 \text{ кН} \cdot \text{см}$ ;  $M_y = 545 \text{ кН} \cdot \text{см}$ ;  $\gamma_c = 0,9$ ;

$R_y = 35 \text{ Н/см}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.15), получаю

$$W_{x,req} = 1899 \cdot \frac{(1+10 \cdot \frac{545}{1899})}{35 \cdot 0,9} = 233 \text{ см}^3.$$

Предварительно подобранный двутавр 25Б2 удовлетворяет условиям, так как  $W_x \geq W_{x,req}$  ( $324,1 > 233$ ).

Проверку прочности прогона по нормальным напряжениям провожу по формуле

$$\sigma = \left( \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \right) \cdot \frac{1}{R_y \gamma_c} < 1, \quad (2.21)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.18);

$M_y$  – то же, что и в формуле (2.18);

$W_x$  – то же, что и в формуле (2.18);

$W_y$  – то же, что и в формуле (2.18);

$\gamma_c$  – то же, что и в формуле (2.18);

$R_y$  – то же, что и в формуле (2.13).

Принимаю:  $M_x = 1899 \text{ кН} \cdot \text{см}$ ;  $M_y = 545 \text{ кН} \cdot \text{см}$ ;  $W_x = 324,1 \text{ см}^3$ ;  
 $\gamma_c = 0,9$ ;  $W_y = 47,02 \text{ см}^3$ ;  $R_y = 350 \text{ Н/мм}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.16), получаю

$$\sigma = \left( \frac{18,99 \cdot 10^2}{324,1} + \frac{5,45 \cdot 10^2}{47,02} \right) \cdot \frac{1}{350 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9} = 0,65 < 1.$$

Условие выполняется. Запас прочности 35 %.

Проверку прочности прогона по касательным напряжениям провожу по формуле

$$\tau = \frac{Q_{max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} < 1, \quad (2.22)$$

где  $Q_{max}$  – максимальная расчетная поперечная сила;

$S_x$  – статический момент полусечения;

$I_x$  – момент инерции;

$t_w$  – толщина стенки швеллера;

$R_s$  – расчетное сопротивление стали сдвигу

Принимаю:  $Q_{max} = 12,66 \text{ кН}$ ;  $S_x = 182,93 \text{ см}^3$ ;  $I_x = 4051,73 \text{ см}^4$ ;  $t_w = 9,0 \text{ мм}$ ;  $\gamma_c = 0,9$ ;  $R_s = 203 \text{ Н/мм}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.22), получаю

$$\tau = \frac{12,66 \cdot 182,93}{4051,73 \cdot 9,0 \cdot 10^{-1} \cdot 203 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9} = 0,064 < 1.$$

Условие выполняется. Запас прочности 93,6 %.

## 2.4 Расчет и проектирование фундаментов

### 2.4.1 Исходные данные для проектирования

Поверхность в пределах площадки предполагаемого строительства относительно ровная, отмечено понижение рельефа с северо-запада на юго-восток. Абсолютные отметки в границах участка изменяются в пределах 264.40-267.50м.

Естественный рельеф на исследуемой территории изменен в результате хозяйственной деятельности человека (территория существующей школы). Территория спланирована. В границах участка располагается здание действующей средней школы, которое подлежит сносу.

Площадка проектируемого строительства расположена в пределах надпойменной террасы р. Подкаменная Тунгуска. Проектируемый участок строительства расположен на территории существующей школы. Современный рельеф относительно ровный, нарушен в результате планировочных работ и прокладке подземных коммуникаций. Абсолютные отметки поверхности рельефа в границах проектируемого участка изменяются от 263,2 до 267,9 м.

## 2.4.2 Проектирование фундаментов

Инженерно-геологический разрез представлен на рисунке 2.14.

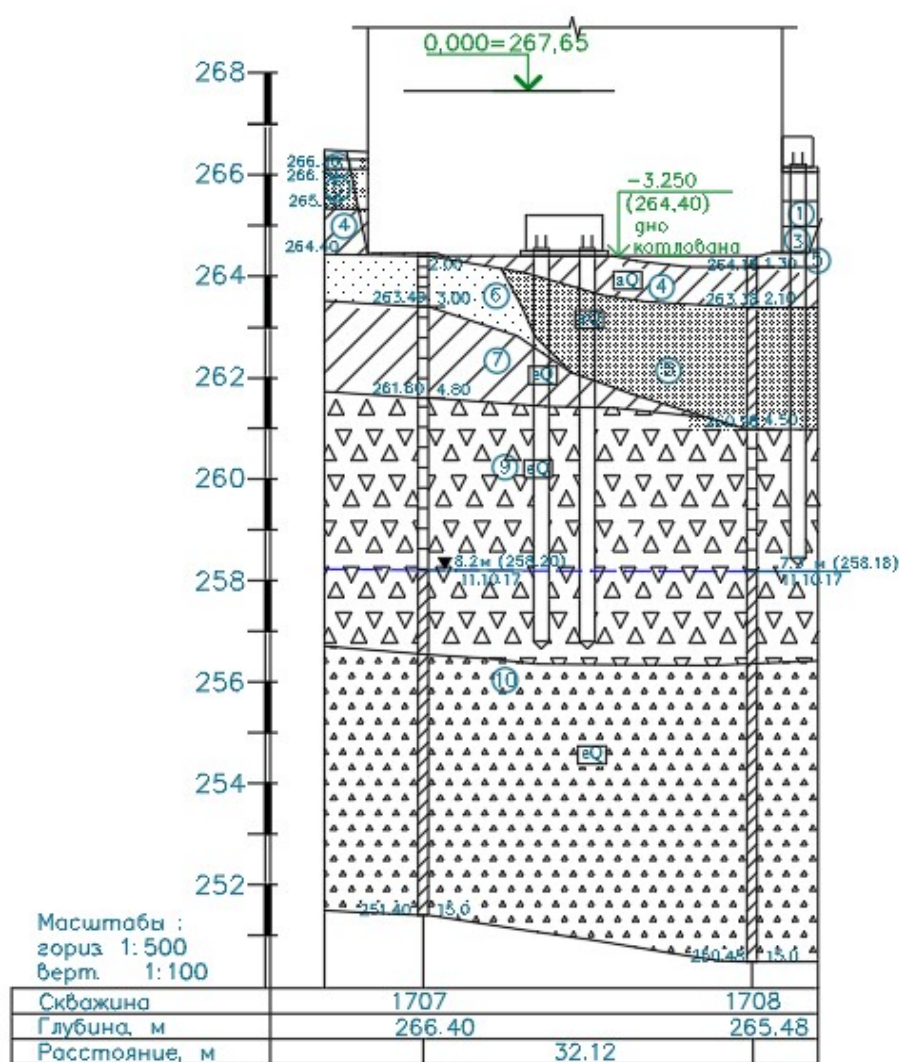


Рисунок 2.14 – Инженерно-геологический разрез

Характеристики грунта вычислены и сведены в таблицу 2.3.

Таблица 3.1 – Характеристика грунта основания

№ ИГЭ	Полное наименование грунта	Мощность слоя, м	W	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_s$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_d$ , т/м <sup>3</sup>	e	S <sub>r</sub>	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_{sb}$ , кН/м <sup>3</sup>	W <sub>P</sub>	W <sub>L</sub>	I <sub>L</sub>	c, мПа	$\phi$ , град	E, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Песок пылеватый средней степени водонасыщения средней плотности		0,15	1,78	2,65	1,55	0,71	0,56	17,8	9,65				0,003	27,8	14
2	Суглинок мягкопластичный с примесью органического вещества		0,25	1,96	2,70	1,57	0,72	0,94	19,6	9,88	0,19	0,28	0,67	0,019	15,5	12
3	Песок пылеватый средней степени водонасыщения средней плотности		0,15	1,78	2,65	1,55	0,71	0,56	17,8	9,65				0,003	27,8	14



Окончание таблицы 3.1.

№ ИГЭ	Полное наименование грунта	Мощность слоя, м	W	$\rho$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_s$ , т/м <sup>3</sup>	$\rho_d$ , т/м <sup>3</sup>	e	S <sub>r</sub>	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$\gamma_{sb}$ , кН/м <sup>3</sup>	W <sub>P</sub>	W <sub>L</sub>	I <sub>L</sub>	c, мПа	$\phi$ , град	E, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
4	Щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем (31,6%)		0,22	1,98	2,70	1,63	0,66	0,9	19,8	10,24	0,250	0,398	-0,22	0,022	34	37

### 2.4.3 Определение глубины заложения фундамента

При промерзании грунтов, способных к морозному пучению, происходит увеличение их объема, при оттаивании происходит разуплотнение грунтов, сопровождающееся осадкой и снижением несущей способности. Напряжения и деформации, возникающие в процессе пучения грунтов основания вызывают деформацию и нарушают эксплуатационную пригодность подземных и наземных конструкций зданий и сооружений.

В соответствии с [13, п. 5.5.3], расчет нормативной глубины промерзания выполняется по формуле:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (2.23)$$

где  $d_0$  – величина, принимаемая равной: для суглинков – 0,23, для супесей – 0,28, для крупнообломочных грунтов – 0,34;

$M_t$  – безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за год в данном районе, принимаемых по [14] (11,06).

Нормативная глубина сезонного промерзания для песков пылеватых составит:

$$d_{fn} = 0,28 \sqrt{122,3} = 3,1 \text{ м};$$

для суглинков:

$$d_{fn} = 0,23 \sqrt{122,3} = 2,54 \text{ м}.$$

Расчетная глубина сезонного промерзания определяется по формуле:

$$d_f = k_h d_{fn}, \quad (2.24)$$

где  $k_h$  – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения;  
 $d_m$  – нормативная глубина промерзания, м, определяемая по (2.23).

Расчетная глубина промерзания для песков пылеватых составит:

$$d_f = 0,5 \cdot 3,1 = 1,55 \text{ м};$$

для суглинков:

$$d_f = 0,5 \cdot 2,54 = 1,27 \text{ м}.$$

#### **2.4.4 Проектирование свайного фундамента на забивных сваях**

За относительную отметку 0.000 принята абсолютная отметка 267,65.

Глубина заложения ростверка  $d_p$  равна 0 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка – -2.850 м. В качестве несущего слоя выбираем щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем, залегающую с отметки – -6,7 м. Принимаем сваи длиной 8 м, С 80.30, с размерами сечения 300x300 мм. Отметка нижнего конца составит – -10.850 м.

#### **2.4.5 Определение несущей способности свай**

Данные для расчета несущей способности свай приведены на рисунке 2.15.

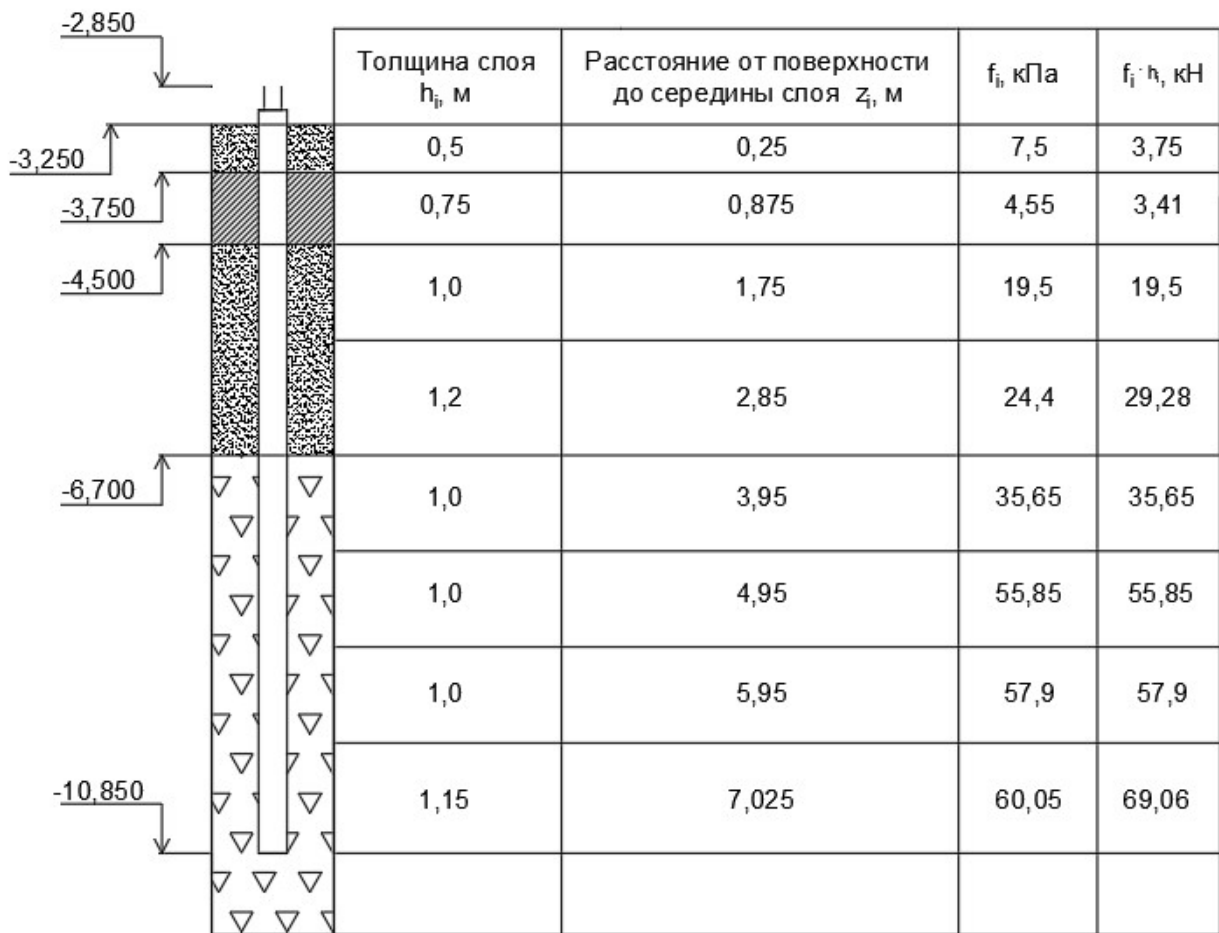


Рисунок 2.15 – Данные для расчета несущей способности сваи

Так как свая опирается в несжимаемый грунт, несущая способность сваи будет определяться по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A, \quad (2.25)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте;  
 $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;  
 $A$  – площадь поперечного сечения сваи.

Тогда несущая способность сваи:

$$F_d = 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле

$$N_{св} \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k}, \quad (2.26)$$

где  $N_{св}$  – расчетная нагрузка на сваю от здания;

$\gamma_0$  – коэффициент условий работы;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности, зависящий от уровня ответственности сооружения;

$F_d$  – несущая способность свай;

$\gamma_k$  – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4;

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю:

$$N_{св} \leq \frac{1,15 \cdot 1800}{1,10 \cdot 1,4} = 1344,16 \text{ кН}$$

Это больше, чем принимают в практике проектирования и строительства.

Поэтому ограничиваем значение допускаемой нагрузки на сваю, принимая ее 500 кН.

#### 2.4.6 Определение количества свай и размещение их в фундаменте

Количество свай определяется по формуле:

$$n = \frac{N_{max} + N_{ст}}{\frac{F_d}{\gamma_k} - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{ср} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{св}}, \quad (2.27)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности;

$d_p$  – глубина заложения ростверка;

$\gamma_{ср}$  – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах;

$g_{св}$  – масса сваи.

Тогда количество свай:

$$n = \frac{2589,53}{500 - 0,9 \cdot 0,20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83} = 5,2.$$

Принимаем 6 свай. Сваи размещаем в два ряда с расстоянием между осями соседних забивных свай 1000 мм. Размеры ростверка в плане, учитывая свесы его за наружные грани свай 150 мм, составит 1600х2600 мм. План свайного куста представлен на рисунке 2.16.

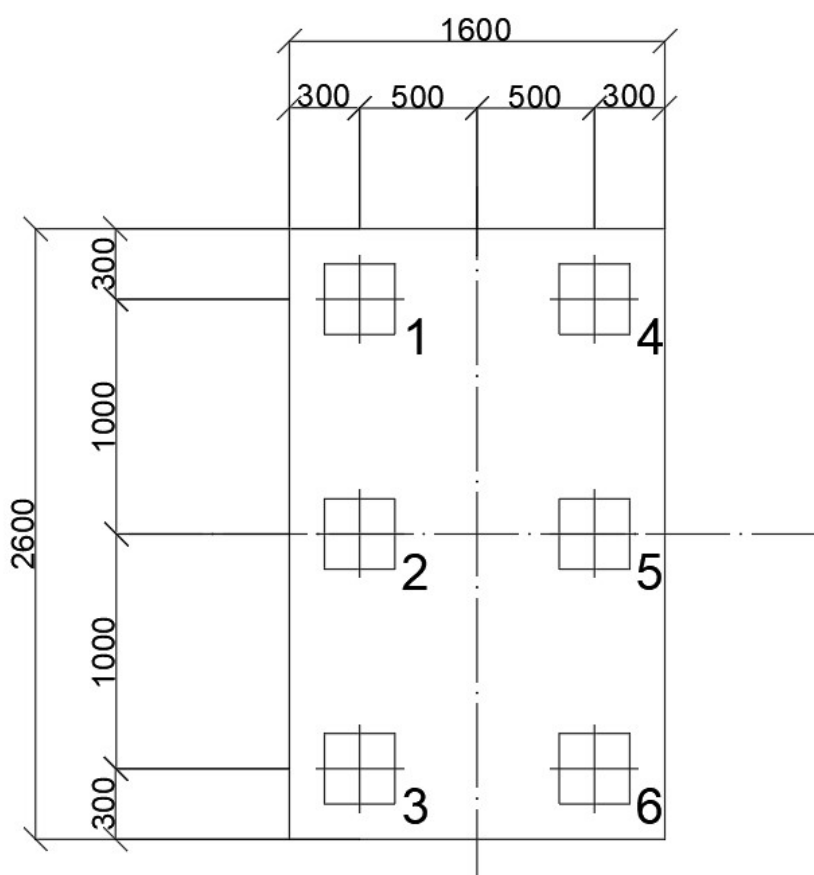


Рисунок 2.16 – План свайного куста

#### 2.4.7 Приведение нагрузок к подошве ростверка

Приведенное продольное усилие определяется по формуле:

$$N' = N_k + N_{ст} + N_p, \quad (2.28)$$

где  $N_p$  – нагрузка от веса ростверка.

Приведенный изгибающий момент определяется по формуле:

$$M' = M_k + Q_k \cdot h_p, \quad (2.29)$$

где  $M_k$  – изгибающий момент, передающийся от колонны;

$Q_k$  – поперечная сила, передающаяся с колонны;

$h_p$  – высота ростверка;

Приведенное поперечное усилие определяется по формуле:

$$Q' = Q_{\text{соотв.}}, \quad (2.30)$$

Нагрузка от веса ростверка определяется по формуле:

$$N_p = 1,1 \cdot h_p \cdot b_p \cdot l_p \cdot \gamma_{\text{ср}}, \quad (2.31)$$

где 1,1 – коэффициент надежности по нагрузке;

$h_p$  – высота ростверка, м;

$b_p$  – ширина ростверка, м;

$l_p$  – длина ростверка, м.

Тогда нагрузка от веса ростверка составит:

$$N_p = 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,6 \cdot 2,6 \cdot 25 = 80,08 \text{ кН.}$$

Нагрузки для I комбинации:

$$N' = 2723,984 + 0 + 64,064 = 2804,064 \text{ кН.}$$

$$M' = 127,6 + 29 \cdot 0,7 = 147,9 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

$$Q' = 29 \text{ кН.}$$

#### 2.4.8 Определение нагрузок на сваи и проверка несущей способности свай

Нагрузка на сваю при действии моментов в одном направлении определяется по формуле:

$$N'_{\text{св}} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot y_i}{\sum (y_i^2)} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}, \quad (2.32)$$

где  $y_i$  – расстояние от оси свайного куста до оси сваи.

Проверим выполнение условий:

$$\{N_{CB} \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k}; N_{CB}^{кр} \leq 1,2 \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} N_{CB}^{кр} \geq 0; \quad (2.33)$$

где  $N_{CB}^{кр}$  - нагрузка на сваю крайнего ряда.

Определим усилия в сваях:

$$N_{CB}^{25} = \frac{2804,064}{6} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 487,474 \text{ кН} < 500 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{14} = \frac{2804,064}{6} - \frac{147,9 \cdot 1}{4} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 450,499 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{36} = \frac{2804,064}{6} + \frac{147,9 \cdot 1}{4} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 524,449 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН}.$$

Условия выполняются.

#### 2.4.9 Конструирование ростверка

Колонна металлическая двутаврового сечения 25К3. Связь с ростверком происходит через закладные фундаментные болты диаметром 20 мм. Размер основания подошвы ростверка 2600x1600 мм. Высота ростверка 700 мм. Ростверк не имеет ступеней.

#### 2.4.10 Расчет ростверка на продавливание колонной

Суть проверки заключается в том, чтобы продавливающая сила не превысила прочности бетона на растяжение по граням пирамиды продавливания.

Проверка производится из условия:

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{c_1} (b_k + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_k + c_1) \right]; \quad (2.34)$$



где  $F$  – расчетная продавливающая сила, кН, равная удвоенной сумме нагрузок на сваи, расположенные с одной более нагруженной стороны от оси колонны и находящиеся вне нижнего основания пирамиды продавливания;

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона растяжению, кПа;

$h_{op}$  – рабочая высота сечения ростверка, м;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы  $N$  через стенки стакана, равный 0,85;

$c_1, c_2$  – расстояние от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания, м, принимаются не более  $h_{op}$  и не менее  $0,4h_{op}$ ;

$b_k, l_k$  – размеры сечения колонны.

Продавливающая сила  $F$  определяется как удвоенная сумма усилий в сваях с более нагруженной стороной ростверка:

$$F = 2 \sum N_{св}, \quad (2.35)$$

Продавливающая сила составит:

$$F = 2 \cdot (487,474 + 450,499 + 524,449) = 2924,844 \text{ кН.}$$

Класс бетона ростверка принимаем В25.

$$F = 2924,844 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 1550 \cdot 0,7}{0,85} \left[ \frac{0,7}{0,3} (0,25 + 0,3) + \frac{0,85}{0,3} (0,25 + 0,3) \right] = 7220,29 \text{ кН.}$$

Условие выполняется. Оставляем класс бетона В25.

#### 2.4.11 Расчет и проектирование армирования

Момент, возникающий в плоскости  $x$  ростверка, определяется по формуле:

$$M_{xi} = \sum N_{св} \cdot x_i, \quad (2.36)$$

где  $N_{св}$  – расчетная нагрузка на сваю;

$x_i$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Момент, возникающий в плоскости у ростверка, определяется по формуле:

$$M_{yi} = \sum N_{св} \cdot y_i, \quad (2.37)$$

где  $y_i$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Схема к расчету ростверка приведена на рисунке 2.17.

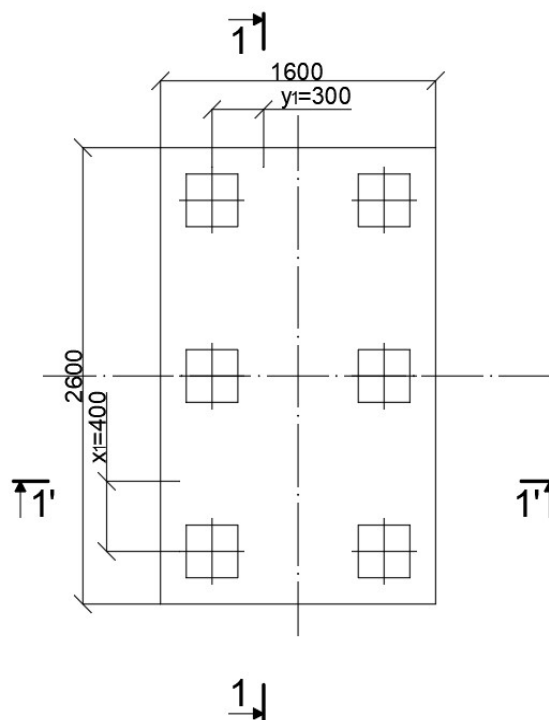


Рисунок 2.17 – Схема к расчёту ростверка на изгиб

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле:

$$A_{Si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (2.38)$$

где  $M_i$  – величина момента в сечении;

$\xi$  – коэффициент, зависящий от  $\alpha_m$ ;

$h_{0i}$  – рабочая высота каждого сечения;

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры.

Коэффициент  $\alpha_m$  определяется по формуле:

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (2.39)$$

где  $b_i$  – ширина сжатой зоны сечения;

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию.

Расчеты сводим в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Расчеты сечения арматуры

Сечение	$b_i$ , м	Расстояние $x_i, y_i$ , м	Момент, кН · м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}$ , м	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1 – 1	1,6	0,3	438,727	0,046	0,977	0,64	19,22
1' – 1'	2,6	0,4	419,559	0,044	0,978	0,64	18,36

Принимаем арматуру нижней сетки СА8 в одном направлении 14Ø16 А500С с площадью  $A_s = 28,154$  см<sup>2</sup>, в другом направлении 10Ø16 А500С с площадью  $A_s = 20,11$  см<sup>2</sup>. Шаг арматуры в обоих направлениях 200 мм. Сетка СА8 в направлении имеет 10 стержней с учетом доборных стержней, в направлении 114 стержней с учетом доборных стержней. Длины стержней: 2550 мм в направлении 1, 1550 мм в направлении б.

В поперечном направлении принимаем арматуру диаметром 10 А500С с шагом 400 в шахматном порядке.

Для компенсации деформаций в поперечном направлении, возникающих от давления опорной базы колонны, устраиваем сетку СА9 в верхней части фундамента.

Шаг арматуры принимаем в обоих направлениях 200 мм. Диаметр арматуры принимаем 10 мм. Сетка СА9 в направлении  $b$  имеет 8 стержней, в направлении  $l$  14 стержней с учетом доборных стержней. Длины стержней: 2550 мм в направлении  $l$ , 1550 мм в направлении  $b$ .

#### 2.4.12 Подбор сваебойного оборудования

Критериями контроля несущей способности свай при погружении являются глубина погружения и отказ.

Для забивки свай выбираем штанговый дизель молот СП-7.

Отношение массы ударной части молота ( $m_1$ ) к массе сваи ( $m_2$ ) должно быть не менее 1,25 при забивке свай в плотные грунты.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{1,83} = 1,64.$$

Расчетный отказ сваи желательно должен находиться в пределах 0,005-0,01 м.

Отказ определяем по формуле:

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d(F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}; \quad (2.40)$$

где  $E_d$  – энергия удара, кДж;

$\eta$  – коэффициент, принимаемы для железобетонных свай 1500 кН/м<sup>2</sup>;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи;

$F_d$  – несущая способность сваи;

$m_1$  – полная масса молота;

$m_2$  – масса сваи;

$m_3$  – масса наголовника.

$$S_a = \frac{28,8 \cdot 1500 \cdot 0,09}{700(700 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{4,7 + 0,2(1,83 + 0,2)}{4,7 + 1,83 + 0,2} = 0,005 \text{ м.}$$

Отказ находится в пределах 0,005–0,01 м. Сваебойный молот (СП-7) выбран верно.

### 2.4.13 Подсчет объемов и стоимости работ

Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента на забивных свая сведен в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Стоимость и трудоемкость возведения свайного фундамента из забивных свай

Номер расценки	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
ФЕР 05-01-001-04	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе трактора железобетонных свай длиной: до 8 м в грунты группы 2	м3	4,32	684,21	2955,79	4,35	18,79
ФЕР 05-01-010-01	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных: свай площадью сечения до 0,1 м2	свая	6	42,79	256,74	1,21	7,26
СЦМ 401-0029	Бетон	т	0,9	708,45	637,61	-	-
ФЕР 06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м3	0,005	3528,33	17,64	135	0,68
ФЕР 06-01-001-06	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 5 м3	100 м3	0,029	9867,71	286,16	475	13,78
СЦМ 204-0025	Арматура ростверка	т	0,134	3241	434,29	-	-
Итого:					4588,23	-	40,51

### 2.4.14 Проектирование свайного фундамента на буронабивных сваях

Глубина заложения ростверка  $d_p$  равна 0 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка – -3.100 м. В качестве несущего слоя выбираем щебенистый грунт с суглинистым твердым заполнителем, залегающую с отметки – -6,7 м. Принимаем сваи длиной 8 м, диаметром 400 мм. Отметка нижнего конца составит – -11.100 м.

### 2.3.15 Определение несущей способности свай

Данные для расчета несущей способности сваи приведены на рисунке 2.18.

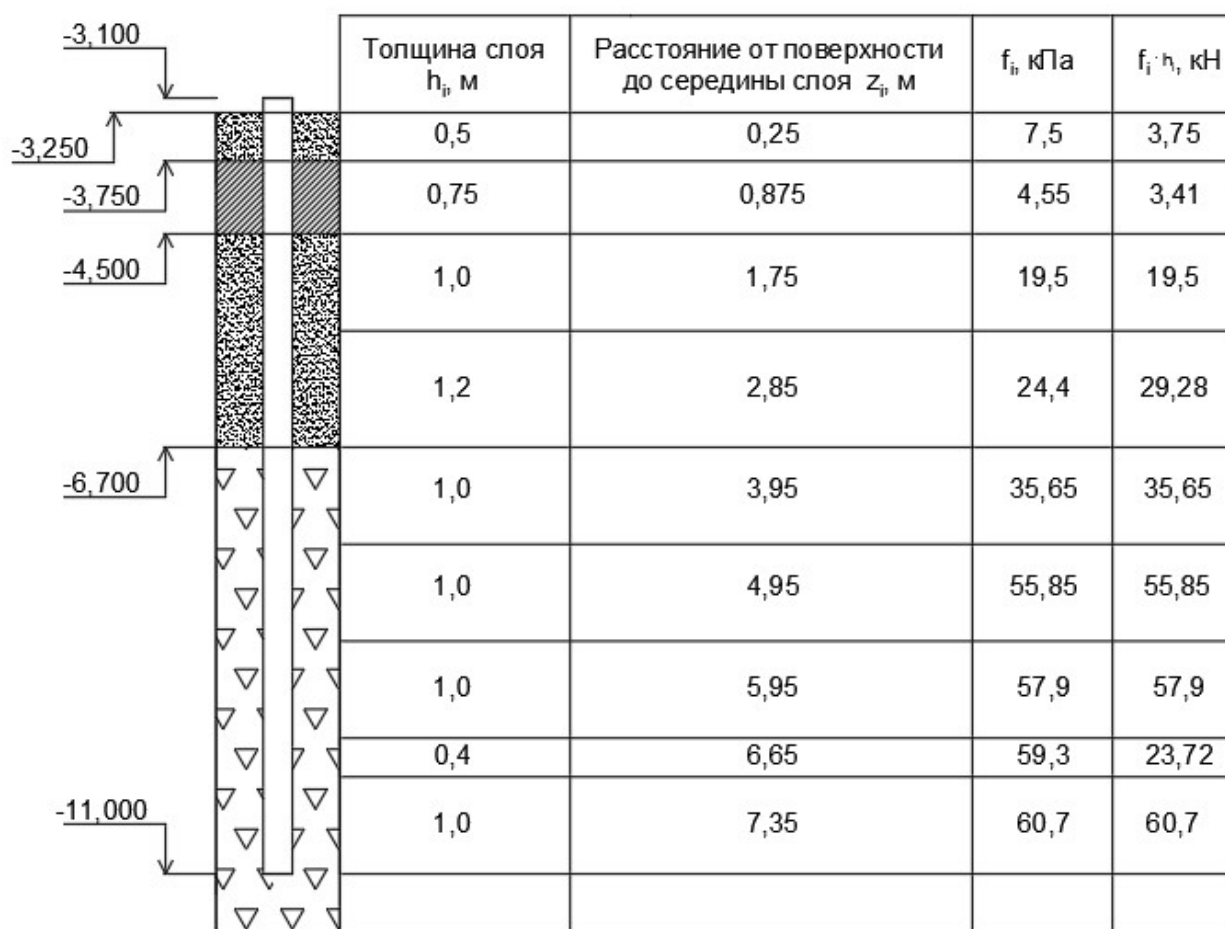


Рисунок 2.18 – Данные для расчета несущей способности сваи

Так как свая опирается в несжимаемый грунт, несущая способность сваи будет определяться по формуле (2.25):

$$F_d = 1 \cdot 20000 \cdot 0,13 = 2600 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле (2.26):

$$N_{\text{св}} \leq \frac{1,15 \cdot 2600}{1,10 \cdot 1,4} = 1941,56 \text{ кН}$$

Это больше, чем принимают в практике проектирования и строительства. Поэтому ограничиваем значение допускаемой нагрузки на сваю, принимая ее 500 кН.

#### 2.4.16 Определение количества свай и размещение их в фундаменте

Количество свай определяется по формуле (2.27):

$$n = \frac{2589,53}{500 - 0,9 \cdot 0,20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83} = 5,2.$$

Принимаем 6 свай. Сваи размещаем в два ряда с расстоянием между осями соседних буронабивных свай 1000 мм.

Размеры ростверка в плане, учитывая свесы его за наружные грани свай 150 мм, составит 1700x2700 мм. План свайного куста представлен на рисунке 2.19.

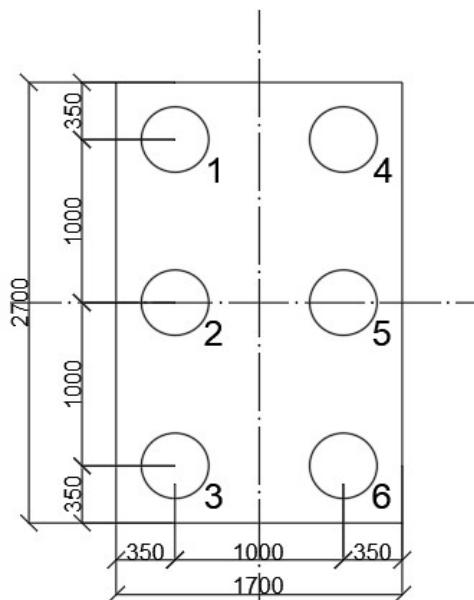


Рисунок 2.19 – План свайного куста

#### 2.4.17 Приведение нагрузок к подошве ростверка

Нагрузка от веса ростверка определяется по формуле (2.31):

$$N_p = 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,7 \cdot 2,7 \cdot 25 = 88,36 \text{ кН.}$$

Нагрузки для I комбинации:

приведенное продольное усилие определяется по формуле (2.28):

$$N' = 2723,984 + 0 + 88,36 = 2812,344 \text{ кН;}$$

приведенный изгибающий момент определяется по формуле (2.29):

$$M' = 127,6 + 29 \cdot 0,7 = 147,9 \text{ кН}\cdot\text{м;}$$

приведенное поперечное усилие определяется по формуле (2.30):

$$Q' = 29 \text{ кН.}$$

#### 2.4.18 Определение нагрузок на сваи и проверка несущей способности свай

Нагрузка на сваю при действии моментов в одном направлении определяется по формуле:

$$N'_{\text{св}} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot y_i}{\sum (y_i^2)} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{\text{св}}, \quad (2.32)$$

где  $y_i$  – расстояние от оси свайного куста до оси каждой сваи.

Проверим выполнение условий:

$$\left\{ N_{\text{св}} \leq \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k}; N_{\text{св}}^{\text{кр}} \leq 1,2 \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} N_{\text{св}}^{\text{кр}} \geq 0; \right. \quad (2.33)$$

где  $N_{\text{св}}^{\text{кр}}$  - нагрузка на сваю крайнего ряда.

Определим усилия в сваях



$$N_{CB}^{25} = \frac{2812,344}{6} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,61 = 486,434 \text{ кН} < 500 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{14} = \frac{2812,344}{6} - \frac{147,9 \cdot 1}{4} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,61 = 449,459 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^{36} = \frac{2812,344}{6} + \frac{147,9 \cdot 1}{4} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,61 = 523,409 \text{ кН} < 1,2 \cdot 500 = 600 \text{ кН}.$$

Условия выполняются.

#### 2.4.19 Конструирование ростверка

Колонна металлическая двутаврового сечения 25К3. Связь с ростверком происходит через закладные фундаментные болты диаметром 20 мм. Размер основания подошвы ростверка 2700x1700 мм. Высота ростверка 700 мм. Ростверк не имеет ступеней.

#### 2.4.20 Расчет ростверка на продавливание колонной

Определим продавливающую силу по формуле (2.35):

$$F = 2 \cdot (486,434 + 449,459 + 523,409) = 2918,662 \text{ кН}.$$

Класс бетона ростверка принимаем В25.

Произведем проверку по условию (2.35):

$$F = 2918,662 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 1550 \cdot 0,7}{0,85} \left[ \frac{0,7}{0,3} (0,25 + 0,3) + \frac{0,85}{0,3} (0,25 + 0,3) \right] = 7220,29 \text{ кН}.$$

Условие выполняется. Оставляем класс бетона В25.

#### 2.4.21 Расчет и проектирование армирования

Момент, возникающий в плоскости  $x$  ростверка и момент, возникающий в плоскости  $y$  ростверка, определяем по формулам (2.36) и (2.37) соответственно.

Схема к расчету ростверка приведена на рисунке 2.20.

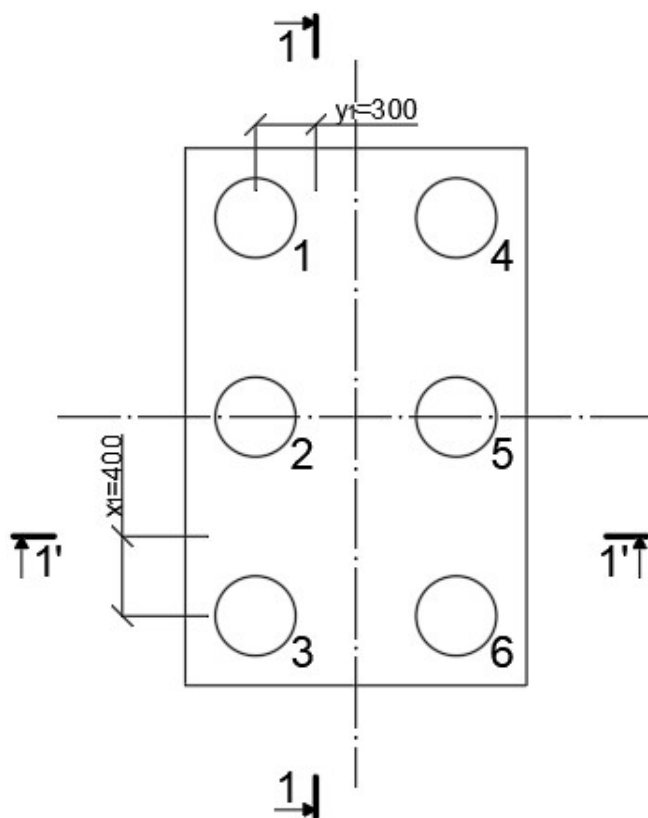


Рисунок 2.20 – Схема к расчёту ростверка на изгиб

Площадь рабочей арматуры и коэффициент  $\alpha_m$  определяем по формулам (2.38) и (2.39) соответственно.

Расчеты сводим в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Расчеты сечения арматуры

Сечени я	$b_i$ , м	Расстояние $x_i, y_i$ , м	Момент, кН · м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}$ , м	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8
1 – 1	1,7	0,3	437,8	0,046	0,977	0,64	19,18
1' – 1'	2,7	0,4	418,73	0,044	0,978	0,64	18,31

Принимаем арматуру нижней сетки СА8 в одном направлении 14Ø16 А500С с площадью  $A_s = 28,154$  см<sup>2</sup>, в другом направлении 9Ø16 А500С с площадью  $A_s = 18,1$  см<sup>2</sup>. Шаг арматуры в обоих направлениях 200 мм. Сетка СА8 в направлении  $b$  имеет

9 стержней, в направлении  $l$  14 стержней. Длины стержней: 2650 мм в направлении  $l$ , 1650 мм в направлении  $b$ .

В поперечном направлении принимаем арматуру диаметром 10 А500С с шагом 400 в шахматном порядке.

Для компенсации деформаций в поперечном направлении, возникающих от давления опорной базы колонны, устраиваем сетку СА9 в верхней части фундамента. Шаг арматуры принимаем в обоих направлениях 200 мм. Диаметр арматуры принимаем 10 мм. Сетка СА9 в направлении  $b$  имеет 10 стержней с учетом доборных стержней, в направлении  $l$  15 стержней с учетом доборных стержней. Длины стержней: 2650 мм в направлении  $l$ , 1650 мм в направлении  $b$ .

#### 2.4.22 Подсчет объемов и стоимости работ

Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента на забивных свая сведен в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 – Стоимость и трудоемкость возведения свайного фундамента из буронабивных свай

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Единицы измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел·ч	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
ФЕР 05-01- 028-01	Устройство буронабивных свай в сухих устойчивых грунтах 1-3 групп с бурением скважин вращательным (ковшевым) способом диаметром: до 1000 мм, длина свай до 12 м	м <sup>3</sup>	6,03	215,8	1301,27	2,45	14,78
СЦМ 204- 0025	Арматура свай	т	0,2	10927	2185,4	-	-

Окончание таблицы 2.7

СЦМ 401- 0029	Бетон	т	1,05	708,45	743,87	-	-
ФЕР 06-01- 001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	0,006	3528,3 3	21,17	135	0,81
ФЕР 06-01- 001-06	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 5 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	0,032	9867,7 1	315,77	475	15,2
СЦМ 204- 0025	Арматура ростверка	т	0,129	3241	418,09	-	-
Итого:					4985,57	-	30,79

### 2.4.23 Сравнение фундамента на забивных сваях и фундамента на буронабивных сваях

Технико-экономические показатели свайных фундаментов на забивных и буронабивных сваях представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Технико-экономические показатели фундаментов

Показатель	Свайный фундамент на забивных сваях	Свайный фундамент на буронабивных сваях
1	2	3
Стоимость, руб	4588,23	4985,57
Трудоемкость, чел-час	40,51	30,79

В результате сравнения устройства фундамента на забивных сваях и буронабивных наиболее выгодным является фундамент на забивных сваях. Принимаются 6 свай С80.30 сечением 300х300 мм. Ростверк сечением 1600х2600 мм и высотой 700 мм.

### **3. Технология строительного производства**

#### **3.1 Область применения**

Технологическая карта разработана на монтаж стального каркаса средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара.

В данной технологической карте предусмотрены следующие работы:

- выгрузка колонн общей массой 116,94 т;
- выгрузка балок перекрытий общей массой 234,66 т;
- выгрузка стропильных ферм общей массой 10,29 т;
- установка колонн – 419 шт;
- установка балок перекрытий – 558 шт;
- установка стропильных ферм – 10 шт;
- сварочные работы;
- антикоррозионные работы.

Работы выполняются в две смены.

#### **3.2 Общие положения**

Настоящая технологическая карта составлена на монтаж стального каркаса, состоящего из колонн, балок и ферм.

Технологическая карта выполнена в соответствии с требованиями

- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»;
- СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве» Часть 1. «Общие требования»;
- Приказ Минтруд 883Н-2020 «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте».

#### **3.3 Организация и технология выполнения работ**

В соответствии с СП48.13330.2019 «Организация строительного производства» основанием для начала работ по монтажу металлоконструкций зданий служит акт технической готовности нулевого цикла (фундамента) к монтажу.

Детали стальных конструкций должны быть изготовлены в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на изделия конкретных видов, типов и марок по рабочей документации, утвержденной разработчиком и принятой к производству предприятием-изготовителем.

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

- устройство фундаментов под монтаж колонн;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта;
- подготовлены площадки для складирования конструкций и работы крана;
- должна быть организована рабочая зона строительной площадки.

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.

Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышележащие конструкции не опирались на выступающие части нижележащих конструкций.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении. Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не менее 0,2 м, чтобы избежать повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях. Монтажные петли конструкций должны быть обращены вверх, а монтажные маркировки - в сторону прохода.

Комплексный процесс монтажа металлических конструкций из следующих процессов и операций:

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

Монтаж металлических конструкций осуществлять в соответствии с требованиями нормативной документации, рабочего проекта и инструкций заводоизготовителей. Во время производства работ на границах опасной зоны установить предупредительные знаки.

Основные операции при монтаже колонн: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стропуют колонны за верхний конец. На высоте 30-40 см над верхним обрезом 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.

Для строповки балок применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют балки за две точки. Монтаж балок выполняет звено рабочих-монтажников из пяти человек. К работе также привлекают электросварщика. При подъеме балки ее положение в пространстве регулируют, удерживая балку от раскачивания, с помощью канатов-оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки балку разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника.

На высоте около 0,6 м над местом опирания балку принимают двое других монтажников (находящиеся на монтажных площадках, прикрепленных к колоннам).

Наводят ее, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси балок, с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении балку при необходимости смещают ломом без ее подъема, а для смещения балки в продольном направлении ее предварительно поднимают. После монтажа очередной балки монтируют 3-4 прогона, необходимые для обеспечения устойчивости и ее расстроповки.

До начала монтажа ферм должны быть смонтированы колонны и подготовлены опорные площадки для установки ферм.

К колоннам приставляют инвентарные средства подмащивания с площадками (монтажные лестницы, передвижные подмости, вышки). С помощью оттяжек производятся подъем ферм и наведение ее в положение, близкое к проектному. После этого монтажники поднимаются на площадки средств подмащивания и устанавливают ферму.

Способы и средства строповки должны обеспечить установку ферм и колонн в проектное положение с первого раза. Стropовка производится стропами с замыкающими устройствами на крюках. Неиспользуемые ветви стропа навешивают на соединительное звено. Угол между ветвями стропа не должен превышать 90°. При строповке используют инвентарные прокладки, предотвращающие перетирание каната.

### **3.4 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»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажно-сборочные работы подвергнуть контролю на всех стадиях их выполнения.

Для контроля качества монтажных работ выполнить:

- входной контроль конструкций и изделий согласно рабочей документации;
- контроль технологических операций;
- приемочный контроль.

При входном контроле предусмотреть проверку наличия и полноты рабочей проектной и технологической документации, соответствие конструкций и изделий этой 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.

Предельные отклонения параметров стального каркаса приведены в операционном контроле см. графическую часть лист 5.

Для приемки сварочных работ швы сварных соединений по окончании сварки очистить от шлака, брызг и наплывов металла. Непровары, наплывы, прожоги, трещины всех видов, размеров и расположения, оплавление основного металла не допускаются.

### 3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

*Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов, расчет и подбор установок производственного назначения*

Выбор стрелового крана выбираем графическим методом. При этом грузоподъемность  $Q_k$  и высоту подъема крюка  $H_k$  находим по формулам

$$Q_k \geq q_э + q_г, \quad (3.1)$$

$$H_k \geq h_0 + h_з + h_э + h_г, \quad (3.2)$$

где  $q_э$  – масса элементов;

$q_г$  – масса грузозахватного устройства;

$h_0$  – высота от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

$h_з$  – высота подъема элемента над опорой (2 м);

$h_э$  – высота элемента в положении подъема;

$h_г$  – высота грузозахватного устройства.

Расчет ведем по наиболее тяжелому элементу. Наибольшая масса монтажного элемента – плита перекрытия 3,35 т.

Масса грузозахватного элемента (строп 4СК1-5,0/5000) равна 0,0045 т;  $h_г = 5$  м.

Грузоподъемность и требуемая высота подъема крюка определены по формулам (4.1) и (4.2).

$$Q_k = 3,35 + 0,0045 = 3,3545 \text{ т};$$

$$H_k = 10,8 + 2 + 0,22 + 5 = 18,02 \text{ м}.$$

Для определения вылета крюка и длины стрелы используем графический метод (рисунок 3.1).

Порядок построения чертежа:

- 1) В масштабе вычерчиваем поперечный контур здания (высота здания 10,8 м, ширина 14,845 м), получаем точки ABCD;
- 2) Определяем положение точки E на расстоянии 1000 мм по вертикали и горизонтали от крайней точки контура (точка C);
- 3) Определяем положение оси M – N: 1,5 м от уровня стоянки крана (земли);
- 4) Через точку E под углом 60 градусов к оси M – N (наиболее рациональное расположение стрелы крана при работе) проводим прямую EK до пересечения с прямой, проходящей через центр тяжести самого удаленного элемента от крана (точка P);
- 5) Определяем положение оси вращения крана O – O (на оси M – N по горизонтали от точки K откладываем 1,5 м), получаем точку T на уровне стоянки крана;



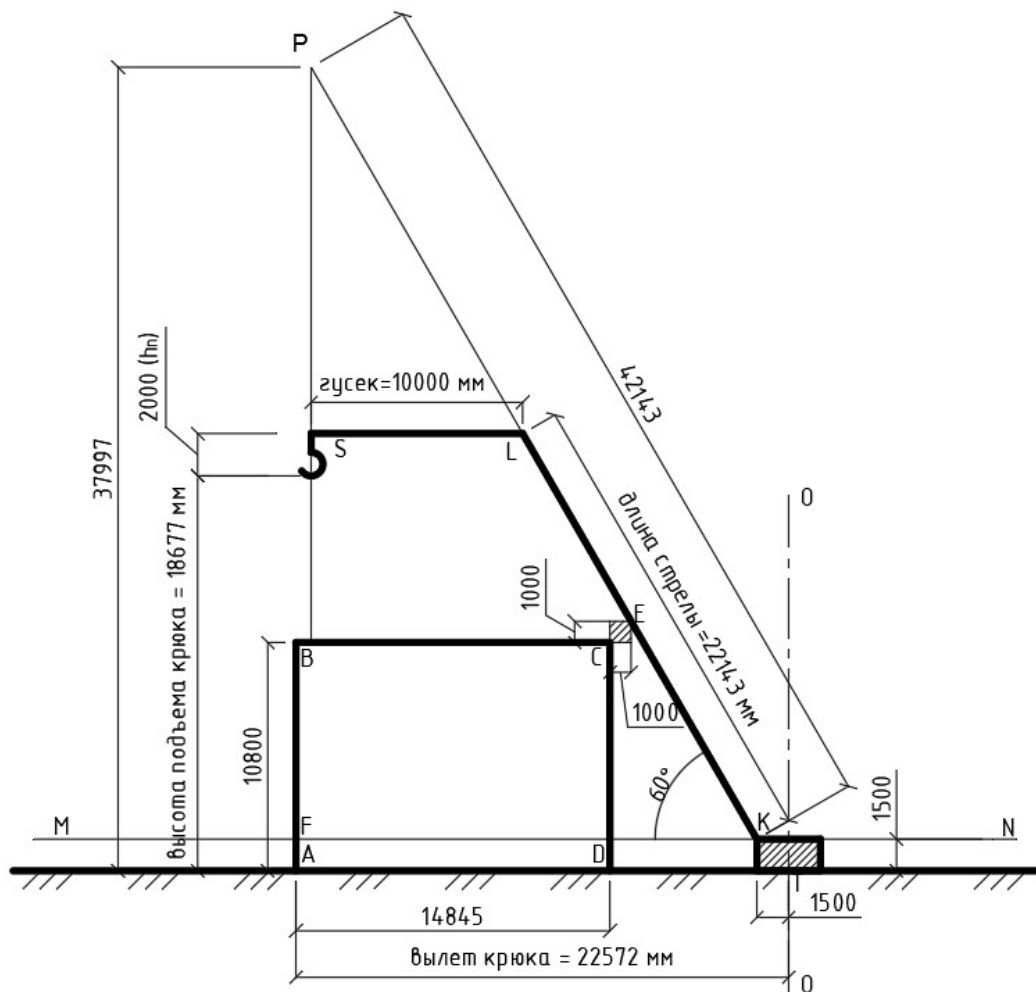


Рисунок 3.1 – Подбор стрелового крана графическим методом

6) В треугольнике  $FPK$ , на высоте, равной требуемой высоте подъема крюка, вписывает горизонтальный отрезок длиной 10 м (длина гуська).

7) Замеряем в масштабе длины линий:  $AS$ ,  $AT$ , и  $LK$ .

Получаем соответственно высоту подъема крюка крана  $H_k = 18,677 \approx 19$  м; вылет крюка  $L = 22,572$  м  $\approx 24$  м, и длину стрелы  $L_c = 22,143$  м  $\approx 22$  м с гуськом 10 м.

Подбираем по каталогам самоходный стреловой кран на гусеничном ходу ДЭК-50 (50 т) с длиной стрелы 30 м, оборудованную гуськом 10 м. Грузоподъемность крана 5,3 т на вылете крюка 24 м при высоте подъема крюка – 19 м.

Весь перечень необходимого оборудования, технологической оснастки, инструмента, материалов и изделий приведены в графической части лист 7.

### 3.6 Техника безопасности и охрана труда

При производстве монтажных работ следует руководствоваться действующими нормативными документами:

- СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве»;
- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность».

На строительной площадке должны быть обозначены знаками безопасности и ограждены опасные зоны, возникающие при работе грузоподъемных кранов.

Для уменьшения опасной зоны перемещение балок, ригелей (ферм) следует производить с использованием страховочных приспособлений (оттяжек) длиной 6 м и диаметром 12 мм, обеспечивающих наименьший габарит и предотвращающих их разворот.

Строительная площадка должна иметь ограждение, рабочие участки (места) должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026-2015.

Рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами и канатами страховочными.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций.

Работы по монтажу металлических конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации

Монтажные работы должны производиться, как правило, в светлое время суток.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-2014.

При выполнении монтажных работ с применением крана необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- работать по сигналу стропальщика;
- подъем, опускание, перемещение монтажных элементов (колонн, балок и т.п.), торможение при всех перемещениях выполнять плавно, без рывков;
- монтажные элементы во время перемещения должны быть подняты не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;
- опускать колонны, балки и другие монтажные элементы необходимо на предназначенные и подготовленные для них места, обеспечивающие устойчивое их положение и легкость извлечения стропов.

При выполнении сварочных работ необходимо выполнять требования, упомянутые в ГОСТ 12.3.003-86.

### **3.7 Техничко-экономические показатели**

Объем работ по технологической карте на монтаж стального каркаса составил 381,89 т.

Продолжительность выполнения работ составляет 24 дня, определена по графику производства работ (см. графическую часть Лист 7).

Затраты труда на монтажные работы составляют 272,19 чел.-см., определена по калькуляции затрат труда и машинного времени.

Выработка на 1-го рабочего в смену рассчитана как отношение объема работ к затратам труда на монтажные работы, и составляет 1,4 т/чел.-см.

Максимальное количество рабочих в смену определена графиком движения рабочих кадров по объекту и составляет 9 человек.

Калькуляция трудовых затрат и машинного времени представлена в графической части ВКР 08.03.01.01 – 2022 Лист 7.

## **4 Организация строительного производства**

### **4.1 Область применения строительного генерального плана**

Строительный генеральный план для средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара разработан с целью решения вопросов рационального использования строительной площадки, расположения административно-бытовых помещений, временных дорог, сетей водопровода, канализации, электроснабжения.

Зона обслуживания крана определена максимально необходимым вылетом стрелы крана. Опасная зона определяется по Приказу Минтруда РФ от 11.12.2020 № 883н и РД-11-06-2007.

Конструкция ограждения строительной площадки должна удовлетворять требования ГОСТ 23407-78.

Высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м., а участков работы – не менее 1,2 м. Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и должны быть оборудованы сплошным защитным козырьком. Ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

Козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов.

Места проходов людей в пределах опасных зон должны иметь защитные ограждения. Входы в строящиеся здания должны быть защищены сверху сплошным навесом шириной не менее 2 м от стены здания.

Временные дороги и пешеходные дорожки могут иметь покрытие из щебня.

Ширина ворот на въездах на строительную площадку должна быть не менее 4 м.

На строительной площадке у выезда должно оборудоваться место очистки и мойки колес машин от грязи.

Скорость движения автотранспорта на стройплощадке вблизи мест производства работ не должна превышать 10 км/час на прямых участках и 5 км/час – на поворотах.

Места приема раствора и бетонной смеси на строительной площадке должны иметь твердое покрытие.

Первичные средства пожаротушения размещаются на строительной площадке в местах складирования материалов, административно-бытовых помещений в соответствии с требованиями «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации».

Для уменьшения загрязнения окружающей среды строительные отходы должны собираться на стройплощадке в контейнеры. Контейнеры должны устанавливаться в отведенном для них месте и вывозиться за пределы строительной площадки. Место установки контейнеров указывается на стройгенплане.

У санитарно-бытовых помещений также устанавливаются контейнеры для сбора мусора и пищевых отходов.

Освещенность площадок должна соответствовать требованиям СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» и ГОСТ 12.1.046-2014 «Система стандартов безопасности труда. Нормы освещения строительных площадок».

На общеплощадочном стройгенплане показываем размещение возводимых постоянных и временных сооружений.

Проектирование СГП включает привязку грузоподъемных механизмов, проектирование временных проездов и автодорог, складского хозяйства, бытовых городков, временных инженерных коммуникаций.

#### 4.2 Обоснование нормативной продолжительности строительства

Согласно СНиП 1.04.03-85\* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений», часть 1 и часть 2, приложение 3 (Непроизводственное строительство), раздел 4 (Просвещение и культура), пункт 5 (Школы общеобразовательные и специальные, сблокированные учебные блоки с блоками общешкольных помещений), определяем нормативную продолжительность строительства.

Для здания объемом  $V = 30$  тыс. м<sup>3</sup> нормативная продолжительность  $T_n$  составляет 10 месяцев.

Для здания объемом  $V = 40$  тыс. м<sup>3</sup> нормативная продолжительность  $T_n$  составляет 12 месяцев.

Расчетную продолжительность найдем, используя метод интерполяции.

Продолжительность строительства на единицу прироста мощности равна

$$\frac{12 - 10}{40000 - 30000} = 0,0002 \text{ мес.}$$

Прирост мощности равен

$$36772,9 - 30000 = 6772,9 \text{ м}^3.$$

Расчетная продолжительность объекта с учетом интерполяции равна:

$$T_p = 0,0002 \cdot 6772,9 + 10 = 11,35 \text{ мес.}$$

Расчетная продолжительность с учетом свайного фундамента:

100 свай – 0,5 мес

651 свая –  $x$  мес, отсюда  $x = 3,25$  мес

$$T_p = 11,35 + 3,25 = 14,6 \text{ мес.}$$

Для района строительства в с. Ванавара нормами предусмотрен повышающий коэффициент – 1,6.

Расчетная продолжительность с учетом коэффициента составит:

$$T_p = 14,6 \cdot 1,6 = 23,36 \approx 24 \text{ мес.}$$

Расчетную продолжительность принимаем 24 месяцев.

### 4.3 Выбор монтажного крана

Выбор стрелового крана выбираем графическим методом. При этом грузоподъемность  $Q_k$  и высоту подъема крюка  $H_k$  находим по формулам

$$Q_k \geq q_{\text{э}} + q_{\text{г}}, \quad (4.1)$$

$$H_k \geq h_0 + h_{\text{з}} + h_{\text{э}} + h_{\text{г}}, \quad (4.2)$$

где  $q_{\text{э}}$  – масса элементов;  
 $q_{\text{г}}$  – масса грузозахватного устройства;  
 $h_0$  – высота от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  
 $h_{\text{з}}$  – высота подъема элемента над опорой (2 м);  
 $h_{\text{э}}$  – высота элемента в положении подъема;  
 $h_{\text{г}}$  – высота грузозахватного устройства.

Расчет ведем по наиболее тяжелому элементу. Наибольшая масса монтажного элемента – плита перекрытия 3,35 т.

Масса грузозахватного элемента (строп 4СК1-5,0/5000) равна 0,0045 т;  $h_{\text{г}} = 5$  м.

Грузоподъемность и требуемая высота подъема крюка определены по формулам (5.1) и (5.2).

$$Q_k = 3,35 + 0,0045 = 3,3545 \text{ т};$$

$$H_k = 10,8 + 2 + 0,22 + 5 = 18,02 \text{ м}.$$

Для определения вылета крюка и длины стрелы используем графический метод (рисунок 5.1).

Порядок построения чертежа:

- 1) В масштабе вычерчиваем поперечный контур здания (высота здания 10,8 м, ширина 14,845 м), получаем точки ABCD;
- 2) Определяем положение точки E на расстоянии 1000 мм по вертикали и горизонтали от крайней точки контура (точка C);
- 3) Определяем положение оси M – N: 1,5 м от уровня стоянки крана (земли);
- 4) Через точку E под углом 60 градусов к оси M – N (наиболее рациональное расположение стрелы крана при работе) проводим прямую EK до пересечения с прямой, проходящей через центр тяжести самого удаленного элемента от крана (точка P);
- 5) Определяем положение оси вращения крана O – O (на оси M – N по горизонтали от точки K откладываем 1,5 м), получаем точку T на уровне стоянки крана;

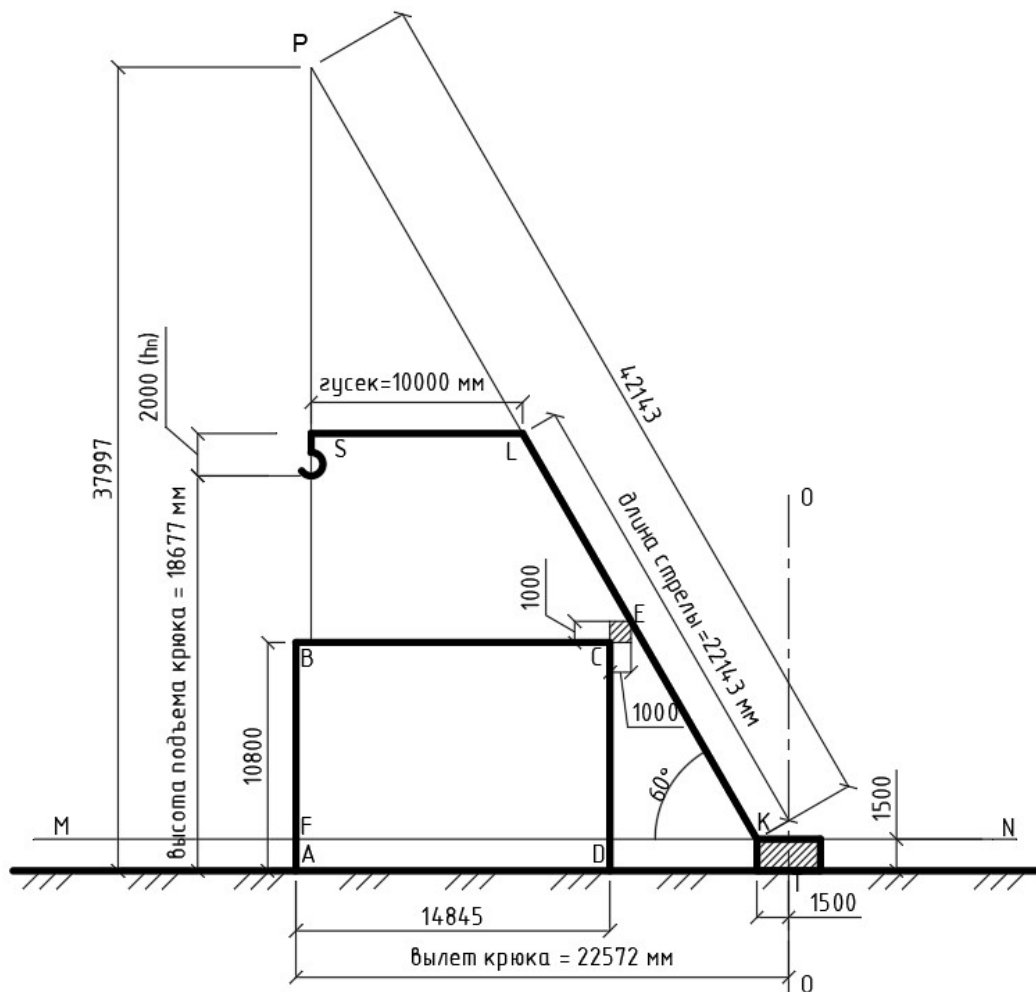


Рисунок 4.1 – Подбор стрелового крана графическим методом

6) В треугольнике  $FPK$ , на высоте, равной требуемой высоте подъема крюка, вписывает горизонтальный отрезок длиной 10 м (длина гуська).

7) Замеряем в масштабе длины линий:  $AS$ ,  $AT$ , и  $LK$ .

Получаем соответственно высоту подъема крюка крана  $H_k = 18,677 \approx 19$  м; вылет крюка  $L = 22,572$  м  $\approx 24$  м, и длину стрелы  $L_c = 22,143$  м  $\approx 22$  м с гуськом 10 м.

Подбираем по каталогам самоходный стреловой кран на гусеничном ходу ДЭК-50 (50 т) с длиной стрелы 30 м, оборудованную гуськом 10 м. Грузоподъемность крана 5,3 т на вылете крюка 24 м при высоте подъема крюка – 19 м.

#### 4.4 Размещение монтажного крана на площадке строительства

Грузоподъемные механизмы устанавливают, соблюдая безопасное расстояние между ними и зданиями, штабелями конструкций, другими сооружениями.

Поперечную привязку самоходного стрелового крана, или минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания, определяют по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (4.3)$$

где  $R_{\text{пов}}$  – радиус поворотной платформы, м;

$l_{\text{без}}$  – расстояние между поворотной частью крана и строениями, штабелями грузов, строительными лесами и другими предметами (должно быть не менее 1 м), м.

Принимаем  $R_{\text{пов}} = 5$  м.,  $l_{\text{без}} = 1$  м. Подставляем значения в формулу (5.1), получаем

$$B = 5 + 1 = 6 \text{ м.}$$

Для самоходных кранов необходимо определить и обозначить на оси движения крана требуемое количество стоянок крана для обеспечения производства работ.

#### 4.5 Определение зон действия крана

При размещении строительного крана следует установить опасные для людей зону, в пределах которой могут постоянно действовать опасные производственные факторы.

При работе грузоподъемных машин на строительной площадке, согласно РД-11-06-2007 необходимо выделить следующие зоны действия крана, опасные для людей: рабочая зона крана (зона обслуживания краном), зона перемещения груза, опасная зона работы крана.

Монтажной зоной является пространство, в котором возможно падение элемента со здания при его установке и временном закреплении.

Величину границы монтажной зоны принимают от крайней точки стены здания с прибавлением наибольшего габаритного размера падающего груза и минимального расстояния отлета груза при его падении, которое принимается по СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве: ч. 1. Общие требования» и РД-11-06-2007. Определяется по формуле (4.2).

$$R_{\text{монт.}} = L_{\Gamma} + X, \quad (4.4)$$

где  $L_{\Gamma}$  – наибольший габарит падающего груза, м;

$X$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 4.1), м.

Принимаем  $L_{\Gamma} = 7,2$  м.,  $X = 3,62$  м. Подставляем значения в формулу (4.4), получаем

$$R_{\text{монт.}} = 7,2 + 3,62 = 10,82 \text{ м.}$$

Таблица 4.1 – Минимальная величина отлета груза

Величина возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета перемещаемого (падающего) предмета, м	
	Перемещаемого краном груза в случае его падения	Предметов в случае их падения со здания
До 10	4	3,5
-"- 20	7	5
-"- 70	10	7



#### Окончание таблицы 4.1

"- 120	15	10
"- 200	20	15
"- 300	25	20
<i>Примечание. При промежуточных значениях высоты возможного падения грузов (предметов) минимальное расстояние их отлета допускается определять методом интерполяции</i>		

Зона обслуживания краном (рабочая зона) – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана. Зона обслуживания краном равна максимальному вылету крюка.

$$R_{\text{раб.}} = 24 \text{ м.}$$

Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания. Определяется по формуле

$$R_{\text{оп.}} = R_p + 0,5B_r + L_r + X, \quad (4.5)$$

где  $R_p$  – максимальный требуемый вылет крюка крана, м;

$B_r$  – наименьший габарит падающего груза, м;

$L_r$  – наибольший габарит падающего груза, м;

$X$  – минимальное расстояние отлета груза (таблица 4.1), м.

Принимаем  $R_p = 24$  м.;  $B_r = 1,5$  м.;  $L_r = 7,2$  м.;  $X = 4,24$  м. Подставляем значения в формулу (5.5), получаем

$$R_{\text{оп.}} = 24 + 0,5 \cdot 1,5 + 7,2 + 4,24 = 36,19 \text{ м.}$$

#### 4.6 Проектирование временных дорог и проездов

Для внутрипостроечных перевозок пользуются в основном автомобильным транспортом.

Постоянные подъезды не обеспечивают строительство из-за несоответствия трассировки и габаритов, в связи с этим устроили временные дороги. Временные дороги – самая дорогая часть временных сооружений, стоимость временных дорог составляет 1-2% от полной сметной стоимости строительства.

Схема движения транспорта и расположения дорог в плане обеспечивает подъезд к складам и бытовым помещениям. При разработке схемы движения автотранспорта максимально используем существующие и проектируемые дороги. Построечные дороги предусмотрены кольцевыми. При трассировке дорог соблюдаются максимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой – 1 м.

Ширина проезжей части однополосных дорог – 3,5 м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м, длина участка уширения 12-18 м.

Радиусы закругления дорог приняли 12 м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 до 5 м.

#### 4.7 Проектирование складского хозяйства

При проектировании стройгенплана следует предусмотреть следующие типы складов: открытые площадки складирования, полузакрытые склады, закрытые склады, специальные склады.

Проектирование складов ведут в следующей последовательности: определяют необходимые запасы хранимых ресурсов; выбирают метод хранения; рассчитывают площади по видам хранения и размещают на стройгенплане.

Необходимые запасы материалов определяют по формуле (5.4).

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.6)$$

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 материалов на склад (от 1,1 до 1,5);

$K_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода (обычно 1,3).

Полезную площадь склада (без проходов), занимаемую материалом, определяют по формуле

$$F = \frac{P}{V}, \quad (4.7)$$

где  $P$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада.

Общую площадь склада (включая проходы) определяют по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (4.8)$$

где  $F$  – полезная площадь склада (без проходов), занимаемая материалом;

$\beta$  – коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей (для закрытых 0,6-0,7; при штабельном хранении 0,4-0,6; для навесов 0,5-0,6; для открытых складов лесоматериалов 0,4-0,5; для металла 0,5-0,6; для нерудных строительных материалов 0,6-0,7).

Расчет площадей складов приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет площадей складов

Материалы, изделия и конструкции	Ед. изм.	Количество на 1 м <sup>2</sup> полезной площади склада (без учета проездов)	Продолжительность расчетного периода Т, дн.	Норма запаса материала Т <sub>н</sub> , дн.	Общее кол-во материала Р <sub>общ</sub>	Необходимый запас материала Р <sub>скл</sub>	Полезная площадь склада F, м <sup>2</sup>	Общая площадь склада S, м <sup>2</sup>
Стальные конструкции (о)	т	1	83	8	664,00	91,52	91,52	152,53
Бетонные блоки (о)	м <sup>3</sup>	2,5	52	5	650,00	89,38	35,75	71,50
Стеновые панели (о)	м <sup>3</sup>	0,7	70	5	245,00	25,03	35,76	51,09
Плиты перекрытия (о)	м <sup>3</sup>	1,2	110	5	660,00	42,90	35,75	89,38
Лестничные марши (о)	м <sup>3</sup>	0,8	24	8	153,60	73,22	91,53	130,76
Лестничные площадки (о)	м <sup>3</sup>	1,2	24	8	230,40	109,82	91,52	130,74
Оконные и дверные блоки (з)	м <sup>2</sup>	20	35	8	5600,00	1830,40	91,52	130,74

Итого, для возведения надземной части жилого дома потребуется:

- Площадь открытых складов:  $S_0 = 626,00 \text{ м}^2$ .
- Площадь закрытых складов:  $S_з = 130,74 \text{ м}^2$ .

Общая площадь складов:  $S_{\text{общ}} = 756,74 \text{ м}^2$ .

#### 4.8 Проектирование бытового городка

Потребность строительства в кадрах определяют на основе выработки на одного работающего в год, стоимости годовых объемов работ и процентного соотношения численности работающих по их категориям в соответствии с МДС 12-46.2008.

Количество работающих на строительной площадке К, определяется по формуле

$$K = \frac{C}{B \cdot П}, \quad (4.9)$$

где С – стоимость СМР на расчетный период (262159,4 тыс.руб);  
 В – среднегодовая выработка на одного работающего в руб.;  
 П – продолжительность строительства в годах.

$$K = \frac{203203,33}{2582,13 \cdot 0,92} = 86 \text{ чел}$$

Согласно [4] потребность строительства в кадрах определяют на основе выработки на одного работающего в год, стоимости годовых объемов работ и

процентного соотношения численности работающих по их категориям: рабочие – 84,5%; ИТР – 11%; служащие – 3,2%; МОП и охрана – 1,3%.

Ведомость потребности в работающих представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Ведомость потребности в работающих

№ п/п	Категория работающих	Удельных процент работающих, %	Численность работающих в году, чел.	Из них занято в наиболее многочисленную смену	
				Процент общего числа работающих, %	Всего, чел.
1	Рабочие	84,5	72	80	57
2	ИТР	11	9	70	10
3	Служащие	3,2	3		
4	МОП и охрана	1,3	2		
Всего:		100	86		67

Потребность во временных инвентарных зданиях определяется путем прямого счета.

Для инвентарных зданий санитарно-бытового назначения требуемая площадь  $S_{тр}$  определяется по формуле

$$S_{тр} = N \cdot S_n, \quad (4.10)$$

где  $N$  – общая численность работающих (рабочих) в наиболее многочисленную смену, чел;

$S_n$  – нормативный показатель площади, м<sup>2</sup>/чел.

Экспликация временных зданий и сооружений представлена в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Экспликация временных зданий и сооружений

Наименование здания	Кол-во чел.	Площадь, м <sup>2</sup>		Тип помещения	Площадь, м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		на 1 чел.	расчетная		одного	всех	
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная	72	0,9	64,80	Г-14	24,3	72,9	3
Помещения для обогрева и отдыха	67	0,1	67,00	1129-020	17,5	70,00	4
Умывальная	67	0,2	13,40	ГД-15	18,0	18,00	1
Уборная	57	0,07	3,99	ГД-15	18	18	1
Душевая	57	0,43	24,50	Д-6	24,5	24,5	1
Сушильная	67	0,2	13,4	1129-0,24	15,5	15,50	1
Столовая	67	0,6	40,2	Б-8	15,6	46,80	3
Здание административного назначения	10	5	50,00	ПД	24,3	48,60	2
<b>Итого:</b>						<b>300,50</b>	

#### 4.9 Расчет потребности в электроэнергии строительной площадки

Электроэнергия на стройплощадке расходуется на производственные силовые потребители, технологические нужды, внутреннее и наружное освещение.

Необходимо выполнить следующие указания:

1. Подключение наружного освещения выполнить от дизельной электростанции и от существующего реконструируемого сооружения;
2. Размещение и способ прокладки кабеля уточнить по месту.

Подключение строительных механизмов – компрессоры, сварочных аппаратов, насосов, переносного электроинструмента осуществляется от строительных щитов ЦСР. Подключение строительных механизмов выполняется гибкими кабелями типа КГ, поставляемыми комплектно со строительными механизмами.

В соответствии с МДС 12-46.2008 потребность в электроэнергии, кВт, определяется на период выполнения максимального объема строительно-монтажных работ по формуле

$$P = L_x \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + K_2 P_{o.v.} + K_3 P_{o.n.} + K_4 P_{св}, \quad (4.11)$$

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

$P_M$  – 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;

$P_{св}$  – то же, для сварочных трансформаторов (120 кВт);

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

$K_1$  – коэффициент одновременности работы электромоторов (0,5);

$K_2$  – то же, для внутреннего освещения (0,8);

$K_3$  – то же, для наружного освещения (0,9);

$K_4$  – то же, для сварочных трансформаторов (0,6).

*Результаты расчета для каждого потребителя электроэнергии сведены в таблицу 4.5*

Таблица 4.5 – Расчет электроэнергии

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., кВт	Коэф. спроса $K_c$	Требуемая мощность, кВт
Силовые потребители					
Гусеничный кран ДЭК-50	шт.	1	120	0,2	24
Растворобетоносмесители	шт.	1	2,2	0,5	1,69

#### Окончание таблицы 4.5

Внутреннее освещение					
Отделочные работы	м <sup>2</sup>	10505,2	0,015	0,8	126,06
Канторские и бытовые помещения	м <sup>2</sup>	270,99	0,015	0,8	3,25
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	29,51	0,003	0,8	0,07
Закрытые склады	м <sup>2</sup>	130,74	0,015	0,8	1,57
Открытые склады	м <sup>2</sup>	626,00	0,003	0,8	1,50
Наружное освещение					
Территория строительства	м <sup>2</sup>	5853,80	0,0002	1	1,17
Освещение главных проходов и проездов	км	0,106	5	1	0,53
Охранное освещение	км	0,018	1,5	1	0,03
Аварийное освещение	км	0,018	3,5	1	0,06
<b>ИТОГО:</b>					159,93

Мощность, необходимая для обеспечения строительной площадки электроэнергией:

$$P = 1,1 \cdot 159,93 = 175,92 \text{ кВт.}$$

Согласно расчетам, выбираем комплектную трансформаторную подстанцию СКТП-180- мощностью 180 кВт и размерами в плане 2,73x2,0 м.

Электроснабжение строительной площадки, расчет освещения:

Расстановка источников освещения производится с учетом особенностей территории. Число прожекторов определяют по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}} = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 5853,8}{500} = 8,36 \approx 8,$$

где  $P$  – удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup> (для освещения используются прожекторы типа ПЗС-35  $P = 0,25 - 0,4$  Вт/м<sup>2</sup>лк);

$E$  – освещенность, лк;

$S$  – площадь, подлежащая освещению, м<sup>2</sup>;

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35,  $P_{\text{л}} = 500$  Вт).

Таким образом, для освещения строительной площадки требуется 9 прожекторов типа ПЗС-35.

#### 4.10 Расчет потребности во временном водоснабжении строительства

Подача воды к местам производства работ осуществляется с помощью гибких шлангов. Вода на нужды строительства – привозная в автоцистернах. На период строительства вода хранится в бочках.

Водоснабжение для противопожарных нужд предусматривается от временных противопожарных резервуаров.

Вода используется для производственных, противопожарных и хозяйственно-бытовых нужд, а также для обмыва колес автотранспорта.

Расстояние от места тушения пожара не превышает 100 м.

Питьевой режим работающих обеспечивается путем доставки воды питьевого качества в литровых бутылках и обеспечением питьевой водой непосредственно на рабочем месте.

Доставляемая на строительную площадку питьевая вода должна иметь сертификат качества.

Расход воды от моек автотранспорта не учитывается. Проектом предусмотрена установка комплекта оборудования для мойки колес автотранспорта с системой обратного водоснабжения, типа «Мойдодыр».

Потребность  $Q_{тр}$  в воде определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{пр}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{хоз}$  нужды по формуле (4.10).

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз}, \quad (4.10)$$

где  $Q_{пр}$  – расход воды на производственные нужды, л/с;

$Q_{хоз}$  – расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, л/с;

Расход воды на производственные потребности определяется по формуле (4.11).

$$Q_{пр} = K_n \cdot \frac{q_n \Pi_n K_q}{3600 \cdot t}, \quad (4.11)$$

где  $q_n$  – расход воды на производственного потребителя, л;

$\Pi_n$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_q$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t$  – число часов в смене;

$K_n$  – коэффициент на не уточненный расход воды.

Подставляем значения в формулу (5.11) и получаем:

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 3 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,09 \text{ л/с.}$$

Расходы на хозяйственно-бытовые потребности определяется по формуле (4.12).

$$Q_{хоз} = \frac{q_x \Pi_p K_q}{3600 \cdot t} + \frac{q_d \Pi_d}{60 \cdot t_1}, \quad (4.12)$$

где  $q_x$  – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности;

$\Pi_p$  – численность рабочих в наиболее загруженную смену;

$K_q$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_d$  – расход воды на прием душа одним работающим;

$\Pi_d$  – численность пользующихся душем (до 80% от  $\Pi_p$ );

$t_1$  – продолжительность использования душевой установки;

$t$  – число часов в смене.

Подставляем значения в формулу (5.12) и получаем:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 39 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 31}{60 \cdot 45} = 0,385 \text{ л/с.}$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с.}$

#### 4.11 Расчет потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене

Сжатый воздух используется на строительной площадке для обеспечения перфорационного инструмента, подачи раствора и др.

Кислород и ацетилен применяются для выполнения сварочных работ.

Расход сжатого воздуха определяется в соответствии с п. 4.14.3, МДС 12-46-2008 по формуле:

$$Q = 1,4 \sum q \cdot k_0, \quad (4.13)$$

где  $k_0$  – коэффициент одновременности работы аппаратов – 0,9;

$q$  – расход воздуха приборами.

Основными потребителями сжатого воздуха на площадке являются:

- Отбойный молоток (1 шт) – 1,35 м<sup>3</sup>/мин;
- Продувочный пистолет (1 шт) – 0,40 м<sup>3</sup>/мин.

Подставляем значения в формулу (5.13) и получаем:

$$Q = 1,4 \cdot (1,35 + 0,40) \cdot 0,9 = 2,205 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Для удовлетворения нужд, строительной площадки может применяться передвижная компрессорная станция с производительностью 2,3 м<sup>3</sup>/мин.

Горючесмазочные материалы принимаются исходя из парка машин и механизмов при разработке ППР по требованию заказчика. Кислород в баллонах по потребности без нормы.

#### 4.12 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Комплекс работ по выполнению строительно-монтажных работ выполняется в соответствии с требованиями по технике безопасности, регламентируемыми следующими нормативными документами:

- СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве, ч.1;
- СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве, ч.2;
- РД 102-011-89. Охрана труда. Организационно-методические документы.
- ВСН 274-88 Правила техники безопасности при эксплуатации стреловых самоходных кранов.

К основным мероприятиям, обеспечивающим безопасное ведение работ, относятся:

- выполнение периодического инструктажа всего персонала, об особенностях и



повышенной опасности при выполнении тех или иных работ, включая вводный инструктаж для вновь начинающих работу на объекте;

- персональное закрепление ответственности технического персонала за контроль выполнения правил техники безопасности на отдельных участках и в целом по строительной площадке, что должно быть отражено в соответствующих табличках, распоряжениях и приказах;

- ознакомление с ППР и Технологическими картами всего персонала под роспись. К выполнению работ по устройству монолитных конструкций допускаются рабочие:

- прошедшие обучение безопасным методам труда;

- достигшие восемнадцатилетнего возраста;

- прошедшие медицинский осмотр для определения пригодности по состоянию здоровья к работе по профессии;

- прослушавшие вводный инструктаж по технике безопасности и производственной санитарии;

- прошедшие инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочем месте;

- прошедшие специальное обучение, проверку знаний и имеющие удостоверение на право производства этих работ.

Допуск рабочих к выполнению работ разрешается только после их ознакомления (под расписку) с ППР и, в случае необходимости, с требованиями, изложенными в наряде- допуске на особо опасные работы.

Строительная площадка, участки работ и рабочие места, проезды и проходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов. Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

Границы опасных зон (участков территорий вблизи здания, над которым происходит перемещение грузов краном) должны иметь сигнальные ограждения, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 23407-78.

Места прохода людей, находящихся вблизи от опасных зон, должны быть ограждены, обозначены и в необходимых случаях оборудованы защитными устройствами. Работы производить по проекту производства работ, в соответствии с требованиями СНиП 12-03- 2001, СНиП 12-04-2002.

Погрузочно-разгрузочные работы должны выполняться механизированным способом при помощи подъемно-транспортного оборудования, под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ и перемещение грузов грузоподъемными машинами, назначенного приказом руководителя организации. А также имеющего удостоверение и аттестованного комиссией на основании "Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов".

Ответственное лицо осуществляет организационное руководство погрузочными работами непосредственно или через бригадира. Распоряжения и указания ответственного лица являются обязательными для всех работающих на объекте.

*Безопасность труда при выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных*

*работ.*

Погрузо-разгрузочные работы производятся механизированным способом при помощи кранов.

Грузозахватные устройства должны удовлетворять требованиям «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 12.11.2013 № 533 (ФНП «ПБОПО»).

При погрузке и выгрузке грузов запрещается:

- производить разгрузку элементов стальных конструкций сбрасыванием с транспортных средств;

- производить строповку груза, находящегося в неустойчивом положении.

Транспортные и погрузо-разгрузочные работы выполнять в соответствии с разделом 8, СНиП 12-03-2001.

Высоту штабелей материалов, изделий, конструкций принимать в соответствии с п.6.3.3, СНиП 12-03-2001.

Скорость движения автотранспорта на стройплощадке не превышает 10 км/час на прямых участках, и 5 км/час на поворотах и рабочей зоне крана.

Применяемые во время работ строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование, средства механизации и оснастки, ручные машины и инструменты должны соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда.

*Безопасность труда при выполнении земляных работ.*

Грунт, извлеченный из котлована или траншеи, следует размещать на расстоянии не менее 1 м от бровки выемки.

Запрещается разработка грунта бульдозерами, скреперами при движении на подъем или под уклон, с углом наклона более чем указан в паспорте машины.

При разработке, транспортировке, разгрузке, планировке и уплотнении грунта двумя или более самоходными или прицепными машинами (скреперы, грейдеры, катки, бульдозеры и т.д.), идущими одна за другой, расстояние между ними должно быть не менее 10 м. Во время остановок бульдозера, работающего на разравнивании, отвал должен быть опущен на землю. Запрещается до остановки двигателя находиться между трактором и отвалом или под трактором.

Погрузку грунта в автосамосвалы следует производить через боковой или задний борт. При отсутствии у машины защитного козырька над кабиной, водитель обязан выйти из кабины. Перегрузка машины или односторонняя загрузка запрещаются.

Не допускается движение самосвалов с поднятыми кузовами. Между автосамосвалами, стоящими друг за другом при погрузке необходимо выдерживать интервал не менее 1 м. Не допускается движение самосвалов задним ходом к месту погрузки на расстояние более 30 м.

При рытье траншеи необходимо:

- произвести разметку границ работ;

- использовать лестницы для спуска людей в траншею;

- устроить переходы через траншею.

#### *Безопасность труда при выполнении бетонных и арматурных работ*

Съёмные грузозахватные приспособления, стропы, и тара, предназначенные для подачи бетонной смеси грузоподъёмными кранами, должны быть изготовлены и освидетельствованы согласно «Правил безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 12.11.2013 № 533 (ФНП «ПБОПО»).

При очистке кузова автосамосвалов от остатков бетонной смеси, работникам запрещается находиться в кузове автосамосвала.

При производстве бетонных и арматурных работ соблюдать требования по безопасности труда в соответствии с разделами 7, СНиП 12-04-2002.

#### *Безопасность труда при выполнении сварочных работ*

При электросварочных работах сварщики снабжаются спецодеждой - комбинезоном из плотной материи или брезентовой курткой и брюками, причем карманы у куртки закрываются клапанами. Вправлять куртку в брюки запрещается. Брюки должны быть длинными, закрывающими ботинки, носить их нужно навыпуск. Спецодежда пропитывается огнеупорной пропиткой. Обувь необходимо плотно зашнуровать, чтобы в ботинки не попали брызги металла. Голову необходимо покрывать головным убором без козырька.

Наибольшую опасность для глаз представляют ультрафиолетовые лучи. Для защиты глаз от ослепительного света и интенсивного ультрафиолетового и инфракрасного излучения служат светофильтры. Они применяются в очках, масках, щитках, без которых электросварочные работы выполнять запрещается.

При выполнении сварочных и газопламенных работ необходимо соблюдать требования санитарных правил при сварке, наплавке и резке металлов, утвержденных Минздравом РФ. Кроме того, при выполнении электросварочных работ необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.3.003-86\* ССБТ "Работы электросварочные. Требования безопасности".

Производить сварочные работы на открытом воздухе во время осадков запрещается.

В электросварочных установках должны быть предусмотрены надежные ограждения всех элементов, находящихся под напряжением.

Электрододержатель должен быть легким, удобным в работе, обеспечивать надежное зажатие и быструю смену электродов без прикосновения к токоведущим частям, иметь простое и надежное соединение со сварочным проводом.

В процессе работы необходимо следить за исправным состоянием изоляции токоведущих проводов, пусковых устройств и рукоятки электрододержателя.

Вышедшую из строя электрическую часть сварочных агрегатов разрешается ремонтировать только электромонтерам и электрослесарям. Сварщикам выполнять эту работу запрещается.

Для освещения рабочих мест в темное время суток должны применяться стационарные светильники напряжением 127 В или 220 В, подвешенные на высоте не

менее 2,5 м, при меньшей высоте подвеса стационарные светильники должны быть рассчитаны на напряжение не выше 42 В.

Запрещается хранить какие-либо горючие материалы, пользоваться открытым огнем или курить на расстоянии менее 10 м от мест хранения баллонов с газом.

Подготовленные к работе баллоны с газом необходимо защитить от воздействия прямых солнечных лучей и устанавливать на специальные подставки в вертикальном положении в стороне от проходов, электрических проводов и т. п.

В зоне производства работ по монтажу и сварке стыков запрещается, находиться посторонним или не занятым непосредственно на этих работах лицам.

#### *Безопасность труда при работах на высоте*

К работам на высоте относятся работы, при которых:

а) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты 1,8 м и более;

б) существуют риски, связанные с возможным падением работника с высоты менее 1,8 м, если работа проводится над машинами или механизмами, поверхностью жидкости или сыпучих мелкодисперсных материалов, выступающими предметами.

К работе на высоте допускаются лица, достигшие возраста восемнадцати лет.

Работники, выполняющие работы на высоте, в соответствии с действующим законодательством должны проходить обязательные предварительные (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры. Работники, выполняющие работы на высоте, должны иметь квалификацию, соответствующую характеру выполняемых работ. Уровень квалификации подтверждается документом о профессиональном образовании (обучении) и (или) о квалификации. Работники допускаются к работе на высоте после проведения:

а) обучения и проверки знаний требований охраны труда;

б) обучения безопасным методам и приемам выполнения работ на высоте. Работникам, допускаемым к работам без применения средств подмащивания, выполняемые на высоте 5 м и более, а также выполняемым на расстоянии менее 2 м от неогражденных перепадов по высоте более 5 м на площадках при отсутствии защитных ограждений либо при высоте защитных ограждений, составляющей менее 1,1 м, по заданию работодателя на производство работ выдается оформленный на специальном бланке наряд-допуск на производство работ.

Работодатель для обеспечения безопасности работников должен по возможности исключить работы на высоте. При невозможности исключения работ на высоте работодатель должен обеспечить использование инвентарных лесов, подмостей, устройств и средств подмащивания, применение подъемников (вышек), строительных фасадных подъемников, подвесных лесов, люлек, машин или механизмов, а также средств коллективной и индивидуальной защиты. Работодатель до начала выполнения работ на высоте должен организовать проведение технико-технологических и организационных мероприятий.

Не допускается выполнение работ на высоте:

а) в открытых местах при скорости воздушного потока (ветра) 15 м/с и более;

б) при грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ, а также при гололеде с обледенелых конструкций и в случаях нарастания стенки

гололеда на проводах, оборудовании, инженерных конструкциях (в том числе опорах линий электропередачи), деревьях;

в) при монтаже (демонтаже) конструкций с большой парусностью при скорости ветра 10 м/с и более.

Работодатель для обеспечения безопасности работ, проводимых на высоте, должен организовать:

а) правильный выбор и использование средств защиты; б) соблюдение указаний маркировки средств защиты;

б) соблюдение указаний маркировки средств защиты;

в) обслуживание и периодические проверки средств защиты, указанных в эксплуатационной документации производителя.

При выполнении работ на высоте под местом производства работ (внизу) определяются, обозначаются и ограждаются зоны повышенной опасности. Для ограничения доступа работников и посторонних лиц в зоны повышенной опасности, где возможно падение с высоты, травмирование падающими с высоты материалами, инструментом и другими предметами, а также частями конструкций, находящихся в процессе сооружения, обслуживания, ремонта, монтажа или разборки, работодатель должен обеспечить их ограждение.

#### *Безопасность труда при выполнении кровельных работ*

При выполнении кровельных работ по устройству плоских и скатных крыш из различных кровельных материалов необходимо предусматривать мероприятия по предупреждению воздействия на работников следующих опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером выполняемой работы:

- расположение рабочего места вблизи перепада по высоте 1,8 м и более на расстоянии ближе 2 м от границы перепада по высоте в условиях отсутствия защитных ограждений либо при высоте защитных ограждений менее 1,1 м;

- повышенная загазованность воздуха рабочей зоны;

- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха рабочей зоны;

острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования, материалов;

- повышенное напряжение в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;

- пожароопасность и взрывоопасность применяемых рулонных мастичных материалов, растворителей, разбавителей, клеев;

- недостаточная освещенность рабочей зоны;

- неудобная рабочая поза.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность кровельных работ должна быть обеспечена на основе выполнения требований по охране труда, содержащихся ППР:

- организация рабочих мест на высоте, пути прохода работников на рабочие места, особые меры безопасности при работе на крыше с уклоном;

- меры безопасности при приготовлении и транспортировании горячих мастик и материалов;

- методы и средства для подъема на кровлю материалов и инструмента, порядок их складирования, последовательность выполнения работ.

Кровельные работы, выполняемые на высоте без защитных ограждений, должны производиться с применением удерживающих, позиционирующих, страховочных систем и (или) систем канатного доступа в соответствии с нарядом-допуском.

При производстве работ на плоских крышах, не имеющих постоянного ограждения, рабочие места необходимо ограждать в соответствии с требованиями охраны труда.

На малоуклонных крышах, не имеющих постоянного ограждения, должны быть предусмотрены стационарные точки крепления применяемых средств обеспечения безопасности работ на высоте.

Для прохода работников, выполняющих работы на крыше с уклоном более 20 % (12°), а также на крыше с покрытием, не рассчитанным на нагрузки от веса работающих, необходимо применять трапы шириной не менее 0,3 м с поперечными планками для упора ног. Трапы на время работы должны быть закреплены.

При выполнении работ на крыше с уклоном более 20 % (12°) должны применяться соответствующие системы обеспечения безопасности работ на высоте либо работы должны производиться со строительных лесов.

Места закрепления средств обеспечения безопасности работ на высоте должны быть указаны в ППР.

Применяемые для подачи материалов при устройстве кровель краны малой грузоподъемности должны устанавливаться и эксплуатироваться в соответствии с эксплуатационными документами изготовителя. Подъем груза следует осуществлять в контейнерах или таре.

Вблизи здания в местах подъема груза и выполнения кровельных работ должны быть обозначены границы опасных зон.

Не допускается выполнение кровельных работ во время гололеда, тумана, исключаяющего видимость в пределах фронта работ, грозы и ветра со скоростью 15 м/с и более.

Кровельные работы на скатных крышах должны проводиться с применением строительных лесов (в том числе - подвесных), фасадных или автомобильных подъемников.

Выполнение кровельных работ по установке (подвеске) готовых водосточных желобов, воронок, труб, а также колпаков и зонтов для дымовых и вентиляционных труб и покрытию парапетов, сандриков, а также отделке свесов следует осуществлять с применением строительных лесов, фасадных или автомобильных подъемников. Запрещается использование для указанных работ приставных лестниц.

#### **4.13 Разработка мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

В качестве природоохранных мероприятий на период строительства проектом организации строительства предусматриваются следующие мероприятия и основные

решения, направленные на исключение или смягчение вредных воздействий на окружающую среду:

- неукоснительное соблюдение требований местных органов охраны природы и службы ЦГСЭН;

- проектом предусматривается обнесение строительной площадки инвентарным ограждением. Въезд на стройплощадку организованный, с мойкой колес и КПП. Для предотвращения загрязнения проезжих частей и прилегающих территорий при выезде со строительной площадки предусмотрен пункт очистки колес автотранспортных средств.

- подготовительный период строительства предусматривает снятие растительного слоя и очистку строительной площадки от мусора, который затем вывозится на городскую свалку специальными машинами. Растительный грунт (дерн) складывается на территории строительной площадки;

- сохранность существующих зеленых насаждений, расположенных в непосредственной близости от участков работ. Схемой планировочной организации земельного участка предусмотрен минимальный снос зеленых насаждений на территории проектирования. До начала строительства запрещается самовольный снос каких-либо зеленых насаждений, без предварительного оформления соответствующих документов;

- оснащение рабочих мест на строительной площадке инвентарными контейнерами для сбора строительного мусора и бытовых отходов с последующей их вывозкой на полигон ТБО транспортом строителей. Запрещается сжигание горючих отходов строительных материалов и мусора на строительной площадке;

- зачистка рабочих мест стоянок строительных машин и механизмов в случае протечек масел на грунт осуществляется с погрузкой загрязненного грунта в автотранспорт и вывозкой его в места, согласованные с ЦГСЭН;

- заправка строительных машин и механизмов горюче-смазочными материалами осуществляется только на топливо-заправочных пунктах (за пределами строительной площадки);

- своевременное проведение планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания строительных машин и механизмов для снижения вредных выбросов в атмосферу от работающих двигателей;

- регулярное орошение поливочной машиной проездов и площадок на территории строительной площадки для снижения вредных выбросов в атмосферу от работающих двигателей. Неправильная организация строительной площадки и эксплуатация строительной техники, а также их конструктивные недостатки могут оказать отрицательное воздействие на окружающую природную среду.

При выполнении строительно-монтажных работ следует выполнять требования по охране окружающей природной среды, изложенные в СП 48.13330.2011, СП 45.13330.2012 и СП 68.13330.2017 (Актуализированная редакция СНиП 3.01.04-87).

#### **4.14 Техничко-экономические показатели стройгенплана**

ТЭП см. графическую часть.

## 5 Экономика строительства

### 5.1 Составление локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса

В выпускной квалификационной работе составлен локальный сметный расчет на монтаж металлического каркаса средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района.

Сметная документация составлена на основании приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр «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» [1].

Для определения сметной стоимости отдельных работ использована сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки) на строительные работы.

При составлении локального сметного расчета использован базисно-индексный метод, сущность которого заключается в определении сметной стоимости на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, с последующим переводом сметной стоимости в текущий уровень путем применения индексов.

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен использованы индексы изменения сметной стоимости по статьям затрат по объектам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок, на II квартал 2022 г. в соответствии с Письмом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26.05.2022 г. № 23868-ИФ/09 «О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства во II квартале 2022 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительного-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, прогнозных индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости оборудования» [2].

Размер накладных расходов (98%) определен в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21.12.2020 № 812/пр «Об утверждении методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства» [3].

Размер сметной прибыли (62%) определен в процентах от фонда оплаты труда



рабочих и машинистов в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11.12.2020 № 774/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства» [4].

Размер затрат на строительство и разборку временных зданий и сооружений принят 3,1% в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 № 332/пр «Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства» [5].

Размер дополнительных затрат на производство строительно-монтажных работ в зимний период принят 3,38% в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.05.2021 № 325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» [6].

Резерв средств на непредвиденные расходы и затраты принят в размере 2% для непромышленных зданий в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 № 421/пр «Об утверждении Методики 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» [1].

Налог на добавленную стоимость (НДС) составляет 20% от суммарной стоимости всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные, в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации [7].

Локальный сметный расчет представлен в приложении А.

Итоговая сметная стоимость монтажа металлического каркаса средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района по состоянию на II квартал 2022 года составляет 69 298 375,20 руб., в том числе средства на оплату рабочих – 3 541 723 руб.

## **5.2 Расчет прогнозной стоимости строительства объекта на основании УНЦС**

Для определения стоимости строительства школы на 450 мест в с. Ванавара используем укрупненные нормативы цены строительства «Государственные сметные нормативы. Укрупненные нормативы цены строительства НЦС 81-02-2022».

Укрупненные нормативы цены строительства предназначены для определения потребности в финансовых ресурсах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, оценки эффективности использования средств, направляемых на капитальные вложения, подготовки технико-экономических показателей в задании на проектирование, планирования инвестиций (капитальных

вложений), иных целей, установленных законодательством Российской Федерации. Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 01.01.2022 для базового района (Московская область).

Расчет прогнозной стоимости выполнен на основе методики разработки и применения УНЦС, утвержденной приказом Минстроя России №314/пр от 29.05.2019 г. Учитывая функциональное назначение планируемого объекта строительства и его мощностные характеристики, для определения стоимости строительства выбран норматив НЦС 81-02-03-2022 «Объекты образования», утвержденный приказом Минстроя России № 1061/пр от 30.12.2021 г.

Стоимость благоустройства территории определяем по НЦС 81-02-16 2022 «Малые архитектурные формы», утвержденному приказом Минстроя России №204/пр от 28.03.2022 г., озеленения по НЦС 81-02-17-2022 «Озеленение», утвержденному приказом Минстроя России №208/пр от 28.03.2022 г.

Расчет прогнозной стоимости строительства одной школы и элементов благоустройства и озеленения территории организации приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Расчет по УНЦС

№ п/п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Единица измерения	Кол.	Стоимость ед. изм. По состоянию на 01.01.2022, тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозном) уровне, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1.	Школа с несущими стенами из кирпича					
	Стоимость 1 места * общее количество мест	НЦС 81-02-03-2022, табл. 03-03-001.	1 место	450	863,25	388462,50
	Коэффициент стесненность на	п. 30 НЦС 81-02-03-2022.			1,03	400116,38
	Стоимость строительства ЖЗ с учетом стесненности					400116,38
	Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-03-2022, табл. 1			0,97	
	Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-03-2022, табл. 2.			1,97	

Продолжение таблицы 5.1

	Коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия	НЦС 81-02-03-2022, табл. 3, п. 27.3.			1,02	
	Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе для VI климатической зоны	НЦС 81-02-03-2022, табл. 4			1,01	
	<b>Стоимость строительства с учетом территориальных и регионально-климатических условий</b>					<b>787672,77</b>
	НДС	Налоговый кодекс Российской Федерации	%	20		157534,55
	<b>Стоимость строительства с учетом НДС</b>					<b>945207,32</b>
2.	Озеленение					
	Озеленение территорий общеобразовательных учреждений с площадью газонов 52,4 %	НЦС 81-02-17-2022, табл. 17-02-01.	1 место	450	37,88	17046
	Коэффициент учитывающий строительство в стесненных условиях	НЦС 81-02-17-2022, п. 18			1,11	
	Коэффициент перехода к 1 зоне Красноярского края	НЦС 81-02-17-2022, табл. 2.			0,95	
	Коэффициент перехода к 9 зоне Красноярского края	НЦС 81-02-17-2022, табл. 3.			2,08	
	Стоимость озеленения с учетом регионально-климатических условий					37388,01456
3.	Благоустройство					
	Малые архитектурные формы для общеобразовательных учреждений	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-01-002.	1 место	450	13,31	5989,5

Продолжение таблицы 5.1

	Коэффициент на стесненность	НЦС 81-02-16-2022, табл. 3			1,06	6348,87
	Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл. 4			0,95	
	Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл.5			2,08	
	Коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия	НЦС 81-02-16-2022, табл. 6			1,02	
	Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе для VI климатической зоны	НЦС 81-02-16-2022, табл. 7			1,01	
	<b>МАФ с учетом регионально-климатических условий</b>					<b>12924,24</b>
	Ограждения по металлическим столбам их готовых металлических панелей высотой до 1,7 м сетчатых	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-05-003	100 пог.м	5,5	430,56	2368,08
	Ограждения по металлическим столбам их готовых металлических панелей высотой 2 м сетчатых	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-05-003	100 пог.м	0,73	506,54	369,7742
	Коэффициент на стесненность	НЦС 81-02-16-2022, табл. 3			1,09	2984,261078
	Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл. 4			0,95	

Продолжение таблицы 5.1

	Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл.5			2,08	
	Коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия	НЦС 81-02-16-2022, табл. 6			1,02	
	Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе для VI климатической зоны	НЦС 81-02-16-2022, табл. 7			1,01	
	<b>Ограждения с учетом регионально-климатических условий</b>					<b>6074,986267</b>
	Площадки с покрытием из щебня	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-06-003, расц. 16-06-003-01	100 м2	15,48	207,2	<b>3207,456</b>
	Коэффициент на стесненность	НЦС 81-02-16-2022, табл. 3			1,05	<b>3367,8288</b>
	Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл. 4			0,95	
	Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл.5			2,08	
	<b>Площадки с покрытием из щебня с учетом регионально-климатических условий</b>					<b>6654,829709</b>

Продолжение таблицы 5.1

Площадки с покрытием из резиновой крошки	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-06-003, расц. 16-06-003-05	100 м <sup>2</sup>	17,06	461,28	7869,4368
Коэффициент на стесненность	НЦС 81-02-16-2022, табл. 3			1,03	8105,519904
Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл. 4			0,95	
Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл.5			2,08	
Площадки с покрытием из резиновой крошки с учетом регионально-климатических условий					16016,50733
Светильники на стальных опорах с люминесцентными лампами	НЦС 81-02-16-2022, табл. 16-07-001, расц. 16-07-001-02	100 м <sup>2</sup>	225,55	17,81	4017,0455
<b>Коэффициент на стесненность</b>	<b>НЦС 81-02-16-2022, табл. 3</b>			<b>1,06</b>	<b>4258,06823</b>
Коэффициент перехода от базового района Московская область к уровню цен Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл. 4			0,95	

Продолжение таблицы 5.1

	Коэффициент перехода от цен первой зоны Красноярского края к уровню цен 9 зоны Красноярского края для школ	НЦС 81-02-16-2022, табл.5			2,08	
	Коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия	НЦС 81-02-16-2022, табл. 6			1,02	
	Коэффициент, учитывающий мероприятия по снегоборьбе для VI климатической зоны	НЦС 81-02-16-2022, табл. 7			1,01	
	<b>Светильники с учетом регионально-климатических условий</b>					<b>8668,043896</b>
	<b>Всего благоустройство НДС</b>	Налоговый кодекс Российской Федерации	%	20		<b>50338,60</b> 10067,72
	<b>Итого благоустройство с учетом НДС</b>					<b>60406,33</b>
	<b>Всего по состоянию на 01.01.2022</b>					<b>1043375,54</b>
	Продолжительность строительства		мес.	21		
	Индекс-дефлятор	Информация Министерства экономического развития Российской Федерации			1,042	

Окончание таблицы 5.1

<b>Всего стоимость строительства с учетом сроков строительства</b>					<b>1087197,32</b>
В том числе НДС					217439,46
<b>Всего с учетом НДС</b>					<b>1087197,32</b>

Согласно расчету стоимости строительства по укрупненным нормативам цены строительства инвестиционные затраты на школу составят 1 087 197 320 рублей. Также к инвестиционным затратам относится стоимость земельного участка. Кадастровая стоимость земельного участка составляет 1 761 430 рублей по данным публичной кадастровой карты [11]. Таким образом полные инвестиционные затраты будут составлять 1 088 985 750 рубля.

В таблице 5.2 представлен структурный анализ расчета прогнозной стоимости строительства. Структура прогнозной стоимости строительства в виде диаграммы представлена на рисунке 5.1.

Таблица 5.2 – Структура прогнозной стоимости строительства

Разделы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	2	3
Средняя школа на 450 мест	945 207 320	87,3
Озеленение	37 388 015	3,5
Благоустройство	60 406 330	5,6
Затраты на подключение	37 761 890	3,5
Земельный участок	1 761 430	0,2
<b>ИТОГО</b>	<b>1 082 524 985</b>	<b>100</b>

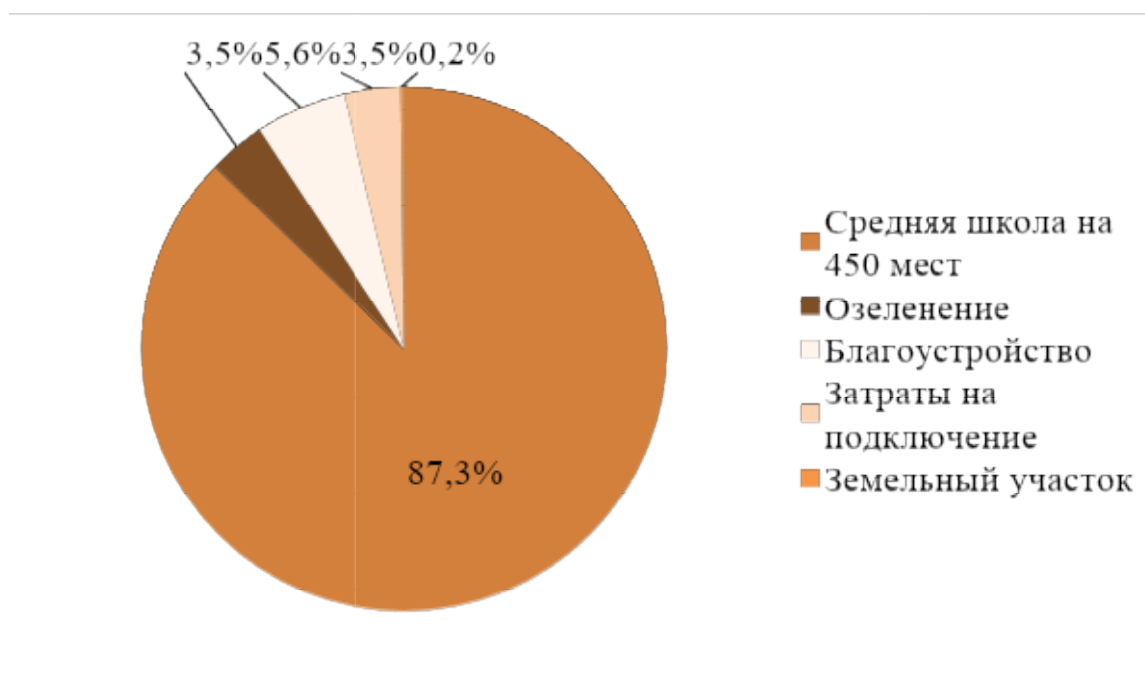


Рисунок 5.1 - Структура прогнозной стоимости строительства



Сметная стоимость по объекту «Средняя школа на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района» определена базисно-индексным методом при помощи программного обеспечения «Смета АВС» в среде Autodesk Revit 2021.

Исходными данными для составления сметы являлись разделы АР и КЖ, представленные в виде объемных цифровых моделей, составленных в Autodesk Revit. Путем назначения через плагин АВС Смета сметных свойств соответствующим элементам моделей были сформированы следующие разделы: стены наружные, перекрытия, колонны, заполнение проемов наружных, кровля.

Основанием послужила 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, утвержденная Приказом Минстроя от 4 августа 2020 г. №421/ пр.

### 5.3 Анализ структуры локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса

Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса по составным элементам приведена в таблице 5.3

Таблица 5.3 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса по составным элементам

Разделы	Сумма, руб.		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
1	2	3	4
Прямые затраты, всего	3 636 554,96	45 808 548	66,10
в том числе:			
материалы	3 369 771,95	38 348 003	55,34
эксплуатация машин и механизмов	205 928,66	3 918 822	5,65
оплата труда	60 854,35	3 541 723	5,11
Накладные расходы	76 931,12	4 477 394	6,46
Сметная прибыль	48 670,70	2 832 636	4,09
Лимитированные затраты, всего	327 927,48	4 630 068	6,68
НДС (20%)	818 016,85	11 549 729	16,67
Итого	4 908 101,11	69 298 375,20	100,00

Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса по составным элементам в виде круговой диаграммы приведена на рисунке 5.2.

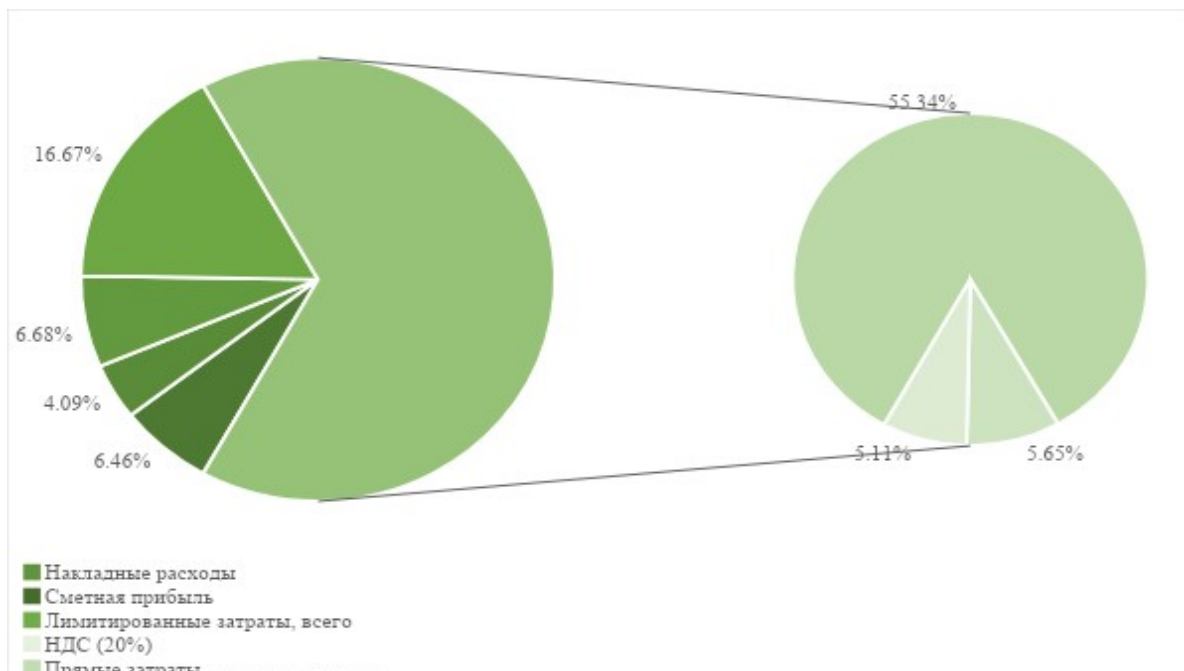


Рисунок 5.2 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса по составным элементам, %

Структура локального сметного расчета на устройство металлического каркаса по составным элементам в виде гистограммы приведена рисунке 5.3.

Таким образом, проанализировав вышеприведенные данные, можно сделать вывод, что наибольший удельный вес затрат, а именно 66,10%, в структуре рассматриваемого локального сметного расчета приходится на прямые затраты, в частности – на строительные материалы, удельный вес

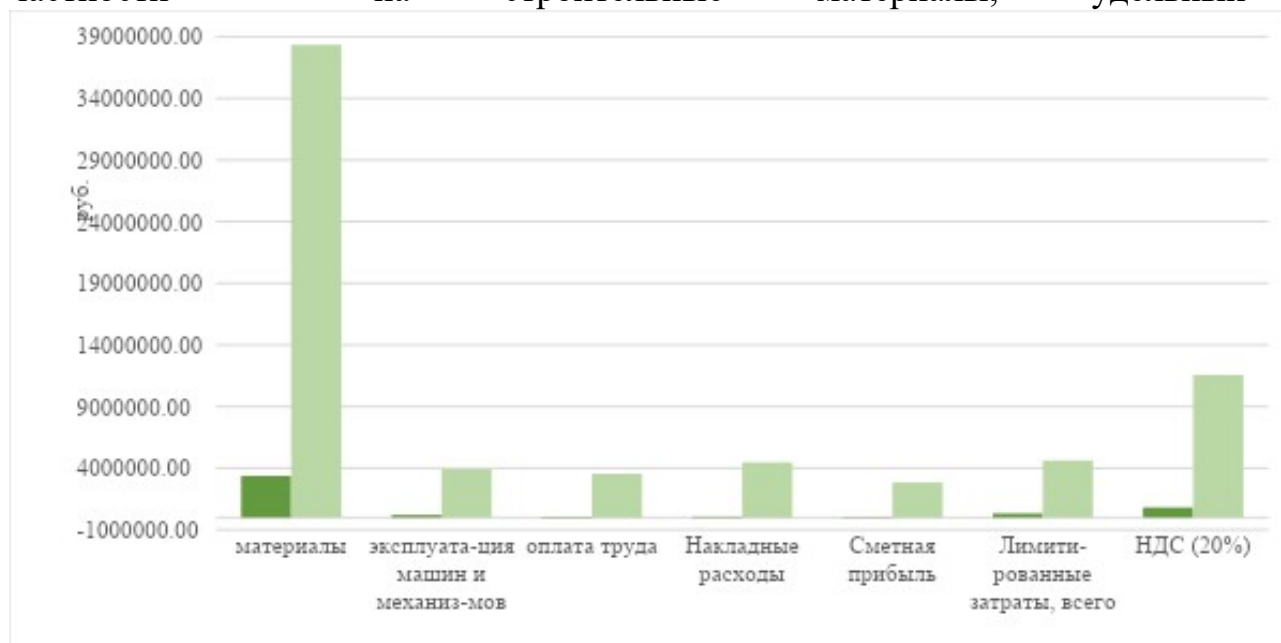


Рисунок 5.3 – Структура локального сметного расчета на монтаж металлического каркаса по составным элементам, руб.

которых составляет 55,34% от сметной стоимости. Наименьший удельный вес, а именно 4,09%, в структуре локального сметного расчета приходится на сметную прибыль, средства которой средства предназначены для покрытия расходов подрядных организаций на развитие производства и материальное стимулирование работников.

#### 5.4 Техничко-экономические показатели проекта

Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Общая площадь здания определяется как сумма площадей всех этажей (включая технический, мансардный, цокольный и подвальный).

Расчетная площадь здания определяется как сумма площадей входящих в него помещений, за исключением: коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, внутренних открытых лестниц и пандусов; лифтовых шахт; помещений и пространств, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей.

Полезная площадь здания определяется как сумма площадей всех размещаемых в нем помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т.п., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов, и шахт и помещений (пространств) для инженерных коммуникаций.

Строительный объем здания определяется как сумма строительного объема выше отметки 0.00 (надземная часть) и строительного объема ниже отметки 0.00 (подземная часть), измеряемого до уровня пола последнего подземного этажа.

Техничко-экономические показатели проекта строительства средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района представлены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Техничко-экономические показатели проекта строительства средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
<b>1. Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	2972,60
Этажность	эт.	3
Материал стен		сэндвич-панели
Высота этажа	м	3,6
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	7113,80
Расчетная площадь здания	м <sup>2</sup>	5147,60
Полезная площадь здания	м <sup>2</sup>	6594,10
Строительный объем, всего, в том числе	м <sup>3</sup>	36772,90

#### Окончание таблицы 5.4

подземной части	м <sup>3</sup>	5892,00
надземной части	м <sup>3</sup>	30880,90
Объемный коэффициент		5,17
Планировочный коэффициент		0,93
<b>2. Стоимостные показатели</b>		
Стоимость монтажа металлического каркаса	тыс. руб.	69 298,38
<b>2. Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства	мес.	24

Объемный коэффициент К определяется по формуле

$$K = \frac{V_{\text{стр}}}{S_{\text{общ}}}, \quad (5.1)$$

где  $V_{\text{стр}}$  – строительный объем здания;

$S_{\text{общ}}$  – общая площадь здания.

Принимаю:  $V_{\text{стр}} = 36772,90 \text{ м}^3$ ;  $S_{\text{общ}} = 7113,80 \text{ м}^2$ .

Подставляю значения в формулу (5.1), получаю

$$K = \frac{36772,90}{7113,80} = 5,17.$$

Планировочный коэффициент  $K_1$  определяется по формуле

$$K_1 = \frac{S_{\text{пол}}}{S_{\text{общ}}}, \quad (5.2)$$

где  $S_{\text{пол}}$  – полезная площадь здания;

$S_{\text{общ}}$  – общая площадь здания.

Принимаю:  $S_{\text{пол}} = 6594,10 \text{ м}^2$ ;  $S_{\text{общ}} = 7113,80 \text{ м}^2$ .

Подставляю значения в формулу (5.2), получаю

$$K = \frac{6594,10}{7113,80} = 0,93.$$

Согласно СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений [8], приложение 3 «Непроизводственное строительство», п. 4 Просвещение и культура, пп. 5 Школы общеобразовательные и специальные, сблокированные учебные блоки с блоками общешкольных помещений, продолжительность строительства средней школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района составляет 24 месяца.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе был разработан проект на строительство школы на 450 учащихся в с. Ванавара Эвенкийского муниципального района. Предмет исследования, его цели и задачи определили логику и структуру проекта.

В результате бакалаврской работы были достигнуты следующие результаты:

- Выполнены основные архитектурно-строительные чертежи по объекту, в котором решены вопросы планировки, отделки и организации перемещений внутри здания, произведен теплотехнический расчет стен, покрытий и светопрозрачных конструкций;

- Произведены расчеты стропильной фермы и узлы стропильной фермы здания. Рассчитаны и подобраны размеры – ростверка и его армирование.

- Произведен расчет свайного фундамента.

- Разработана технологическая карта на устройство металлического каркаса, в результате которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ при возведении объекта.

- Разработан объектный строительный генеральный план на возведение – надземной части здания, итогами которого является наглядное изображение последовательности основных строительного-монтажных работ при возведении комплекса.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 15.13330.2020 – Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*
2. СП 20.13330.2016 – Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*
3. СП 63.13330.2018 – Бетонные и железобетонные конструкции
4. СП131.13330.2020 – Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99
5. СП 52-101-2003 – Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры
6. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. **Серия 1.020-1/87** – «Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий»
7. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
8. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
9. ГОСТ 21.501-2018 «Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений»;
10. ГОСТ Р 21.101.2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации»;
11. ГОСТ 30674-99 «Блоки оконные из ПВХ профилей»;
12. ГОСТ 948-2016 «Перекрышки железобетонные для зданий с кирпичными стенами. Технические условия»;
13. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
14. ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия»;
15. ГОСТ 31.173-2016 «Блоки дверные стальные»;
16. СП 1.13330.2020 «Системы противопожарной защиты»;
17. СП 2.13330.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;
18. СП 17.13330.2017 «Кровли»;
19. СП 23.101.2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
20. СП 23.103.2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий»;
21. СП 29.13330.2011 «Полы»;
22. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»;
23. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
24. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»;
25. СП 59.13330.2020 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения»;
26. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»

27. СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».
28. РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ.
29. МДС 12-46.2008 Методическая документация в строительстве. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. М.: ЦНИИОМТП, 2009.
30. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке оформлению технологической карты. – М.: ЦНИИОМТП, 2007, 14 с.
31. Дикман Л.Г. Организация строительного производства/ Учебник для строительных вузов/ М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. -608с. План производства работ. График движения кадров
32. СП 48.13330.2011. Организация строительства. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 21 с.
33. СНиП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.1. Общие требования. – М.: Книга-сервис, 2003. – 64с.
34. СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ: Строительное производство. – М.: Книга-сервис, 2002.-48с.
35. УНиР. Сборник укрупненных норм времени и расценок на общестроительные работы. – М.: 1989.
36. ЕНиР 3. Каменные работы. – М.: 1986.
37. Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов, Е.А. Чайкин.Проектирование фундаментов мелкого заложения. Методические указания к курсовой работе по дисциплинам «Основания и фундаменты», «Механика грунтов, основания и фундаменты» 2020 г.
38. Ю.Н. Козаков.ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ ЗАБИВНЫХ СВАЙ Учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования 2012 г.
39. СП 47.13330.2012 ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ 2013 г.

## Приложение А.

### Теплотехнический расчет ограждающих конструкций типового этажа.

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»; СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». ГОСТ 30494-2011 «Здание жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Теплотехнические расчеты производятся в соответствии с [2];

Данные приняты в соответствии с [9].

Исходные данные приведены в п. 1.4.1.

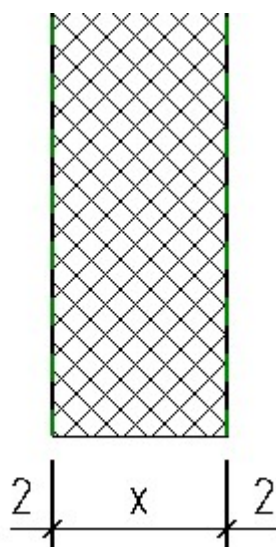


Рисунок А.1 – Схема конструкции стены

Таблица А.1 – Теплофизические характеристики материала стены

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda_A$ , Вт/м <sup>2</sup> ·°С
1	Алюминий	0,002	58
2	Плиты ТехноНиколь ТЕХНОФАС / ТУ 5762-010-74182181-2012	x	0,064
3	Алюминий	0,002	58

Расчеты производятся в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Принимаю температуру внутреннего воздуха в помещениях + 21 °С.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{норм}}$ , (м·°С)/Вт, следует определять по формуле 5.1 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} \cdot m_p, \quad (\text{А.1})$$



где  $R_0^{\text{TP}}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$m_p$  – понижающий коэффициент. Для стен принимается равным 0,63.

$R_0^{\text{TP}}$  следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства и определять по таблице 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий».

Градусо-сутки отопительного периода,  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , определяют по формуле 5.2 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»

$$ГСОП = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (\text{A.2})$$

где  $t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха,  $\text{°C}$ , и продолжительность, сут/год, отопительного периода.

Принимаю  $t_{\text{от}} = -6,6 \text{ °C}$ ,  $z_{\text{от}} = 261 \text{ сут}/\text{год}$  для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8 \text{ °C}$ ;

$t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ ,  $t_{\text{в}} = +21 \text{ °C}$ .

Подставляю значения в формулу (A.2), получаю

$$ГСОП = (21 - (-6,6)) \cdot 261 = 7203,6 \text{ °C} \cdot \text{сут}/\text{год}.$$

Величина ГСОП отличается от табличной. Согласно примечанию 1 таблицы 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», значение  $R_0^{\text{TP}}$  для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = a \cdot ГСОП + b, \quad (\text{A.3})$$

где  $ГСОП$  – то же, что и в формуле (A.2).  $ГСОП = 7203,6 \text{ °C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ ;

$a$ ,  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» для соответствующих групп зданий. Так как тип здания – общеобразовательная организация, а ограждающая конструкция – стены, следовательно,  $a = 0,00035$ ,  $b = 1,4$ .

Подставляю значения в формулу (A.3), получаю

$$R_0^{\text{TP}} = 0,00035 \cdot 7203,6 + 1,4 = 3,92 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{TP}}$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  конструкции следует определять по формуле

$$R_0^{\text{TP}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (\text{A.4})$$

где  $\alpha_{\text{в}}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;  
 $\alpha_{\text{н}}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\delta n$  – толщина слоя, м;

$\lambda n$  – коэффициент теплопроводности материалов слоев, Вт/(м<sup>2</sup> °С);

Принимаю:  $R_0^{тр} = 3,92$  (м<sup>2</sup>°С)/Вт;  $\alpha в = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup> °С);  $\alpha н = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>°С).

Подставляю значения в формулу (А.3), получаю

$$3,92 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{58} + \frac{x}{0,0364} + \frac{0,002}{58} + \frac{1}{23},$$

$$3,92 = (0,188 + \frac{x}{0,064}),$$

$$x = 0,238 \text{ м.}$$

Принимаю: утеплитель толщиной 250 мм.

$$R_0^{тр} < R_0^{усл},$$

$$R_0^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,002}{58} + \frac{0,25}{0,064} + \frac{0,002}{0,58} + \frac{1}{23},$$

$$3,92 < 3,99.$$

Условие выполнено.

В соответствии с проведенным теплотехническим расчётом принимаю утеплитель толщиной 250 мм, так как такая толщина удовлетворяет требованиям теплозащиты. Условие того, что требуемое значение сопротивление теплопередачи меньше фактического выполняется.

## Приложение Б.

### Теплотехнический расчет кровли.

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»; СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий». ГОСТ 30494-2011 «Здание жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».

Исходные данные для расчета приняты по СП 131.13330.2020 для с. Ванавара, состав ограждающих конструкций, учитываемые в расчете см. табл. Б.1.

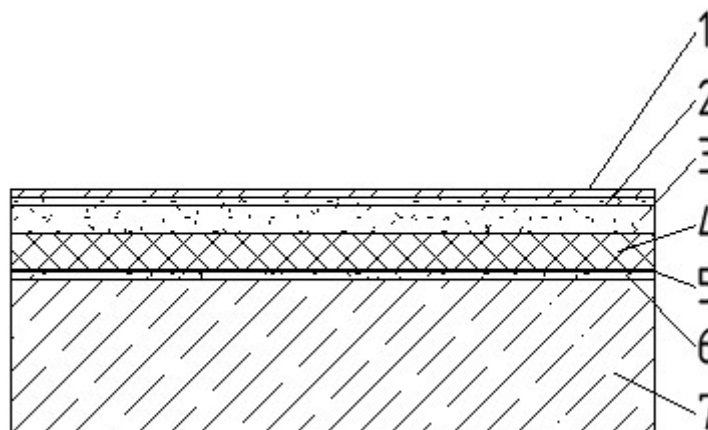


Рисунок Б.1 – Схема конструкции утепления покрытия

Таблица Б.1 – Теплофизические характеристики материала конструкции

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя, $\delta$ , м	Плотность, $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, $\lambda$ , Вт/(м*°С)
1	Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001 с противоскользящей поверхностью	0,011	2800	2,91
2	Прослойка и заполнение швов из цементно-песчаного раствора М150	0,014	1200	0,84
3	Стяжка из цементно-песчаного раствора М300 армированного сеткой	0,04	1800	0,76
4	Теплоизоляция - ТЕХНОРУФ В	х	100	0,064
5	Пароизоляция - "Бикрост" ТПП	0,0028	В расчётах не участвует	
6	Выравнивающая стяжка из легкого бетона класса В15	0,01	1800	0,76
7	Плита покрытия	0,22	2500	1,92

Определим значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{TP}$  по формуле (Б.1) согласно [2, табл.3].

Так как тип здания – общеобразовательная организация, а ограждающая конструкция – покрытие, следовательно,  $a = 0,0005$ ,  $b = 2,2$ .

По формуле Б.1:

$$\text{ГСОП} = 7203,6 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут/год}.$$

Подставляю значения в формулу (А.1), определим требуемое значение сопротивления теплопередаче  $R_0^{\text{тр}}$ , ( $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ):

$$R_0^{\text{тр}} = (0,0005 \cdot 7203,6) + 2,2 = 5,8 \text{ (м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт)}.$$

Принимаю:  $a_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ ;  $a_{\text{н}} = 23 \text{ Вт/м} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Подставляю значения в формулу (А.3), и определяю толщину утеплителя:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,011}{2,91} + \frac{0,014}{0,84} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{x}{0,064} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{23};$$
$$5,8 = 0,368 + \frac{x}{0,064};$$

$$x = 5,432 \cdot 0,064 = 0,347 \text{ м}.$$

Отсюда, толщину утеплителя принимаю 50 мм.

Подставляю значения в формулу (А.3)

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,011}{2,91} + \frac{0,014}{0,84} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,05}{0,064} + \frac{0,01}{0,76} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{23};$$
$$R_0 = 6,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», приведённые сопротивления теплопередачи отдельных ограждающих конструкций должны быть не меньше нормируемых значений (поэлементные требования), для проверки этого условия сравним  $R_0^{\text{тр}}$  и  $R_0^{\phi}$ .

$$R_0^{\text{тр}} < R_0^{\phi}.$$

$$5,8 \text{ м}^2 \cdot \frac{^\circ\text{C}}{\text{Вт}} < 6,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

В соответствии с проведенным теплотехническим расчётом принимаю утеплитель толщиной 180 мм, так как такая толщина удовлетворяет требованиям теплозащиты. Условие того, что требуемое значение сопротивления теплопередачи меньше фактического выполняется.

## Приложение В.

### Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждающих конструкций.

Расчет производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»; СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Исходные данные для расчета приняты по СП 131.13330.2020 для с. Ванавара.

Тип здания или помещения: Общеобразовательная организация.

Тип стеклопакета: двухкамерный с двумя стеклами с низкоэмиссионным покрытием с заполнением аргоном с расстоянием между стеклами 8 мм, ГОСТ 24866-99.

Определяю значение требуемого сопротивления теплопередаче  $R_0^{TP}$  согласно [2, табл.3]. Так как тип здания – общеобразовательная организация, а ограждающая конструкция – светопрозрачная ограждающая конструкция, следовательно,  $R_0^{TP}$  находится методом интерполяции между значениями 0,6 и 0,7, соответствующим значениям ГСОП = 6000 °С · сут/год и ГСОП = 8000 °С · сут/год.

ГСОП для данного региона = 7203,6 °С · сут/год.

В результате интерполяции,  $R_0^{TP} = 0,62 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$

По [14, табл.2] Принимаю в качестве заполнения оконных проёмов - двухкамерный стеклопакет с теплоотражающим покрытием и заполнением аргоном (4М1-12Ar-4М1-12Ar-И4),  $R_0 = 0,62 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ .

По показателю приведенного сопротивления теплопередаче класс – Б2 [18, п. 4.7.1].

В соответствии с проведенным теплотехническим расчётом, принятое заполнение оконных проёмов отвечает требованиям сопротивления теплопередачи и классу В1.



№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество			Сметная стоимость в базисном уровне цен (в текущем уровне цен (гр. 8) для ресурсов, отсутствующих в СНБ), руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
				на единицу	коэффициенты	всего с учетом коэффициентов	на единицу	коэффициенты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Раздел 1. Монтаж металлического каркаса</b>											
<b>1</b>	<b>ФЕР09-03-002-10</b>	<b>Монтаж колонн многоэтажных зданий различного назначения при высоте здания: до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>116,94</b>					
	Прил.9.1 п.2	При применении в рабочих чертежах марок стали с повышенным расчетным сопротивлением: предел текучести в зависимости от вида толщины проката 265-345 МПа (27-35 кгс/мм2), марка стали С345, С345к, С345Т1 - колонны массой до 8 т ПЗ=1,08 (ОЗП=1,08; ЭМ=1,08 к расх.; ЗПМ=1,08; МАТ=1,08 к расх.; ТЗ=1,08; ТЗМ=1,08)									
		1 ОТ					63,74	1,08	8 050,06	58,2	468 513
		2 ЭМ					489,06	1,08	61 765,93	19,03	1 175 406
		3 в т.ч. ОТм					33,51	1,08	4 232,15	58,2	246 311
		4 М					77,08	1,08	9 734,83	11,38	110 782
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1,08	126,2952					
		ЗТ	чел.-ч	6,07	1,08	766,611864					
		ЗТм	чел.-ч	2,32	1,08	293,004864					
		Итого по расценке					629,88		79 550,82		
		ФОТ							12 282,21		714 824
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			12 036,57		700 528
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			7 614,97		443 191
		<b>Всего по позиции</b>							<b>99 202,36</b>		<b>2 898 420</b>
<b>2</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0020</b>	<b>Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т (Материалы для строительных работ)</b>	<b>т</b>			<b>126,2952</b>	<b>7 712,00</b>		<b>973 988,58</b>	<b>11,38</b>	<b>11 083 990</b>
<b>3</b>	<b>ФЕР09-03-014-01</b>	<b>Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>3,95</b>					
		1 ОТ					345,67		1 365,40	58,2	79 466
		2 ЭМ					473,47		1 870,21	19,03	35 590
		3 в т.ч. ОТм					53,96		213,14	58,2	12 405
		4 М					232,33		917,70	11,38	10 443
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1		3,95					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		ЗТ	чел.-ч	39,55		156,2225					
		ЗТм	чел.-ч	4,01		15,8395					
		Итого по расценке					1 051,47		4 153,31		
		ФОТ							1 578,54		91 871
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			1 546,97		90 034
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			978,69		56 960
		<b>Всего по позиции</b>							<b>6 678,97</b>		<b>272 493</b>
<b>4</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0012</b>	<b>Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнutosварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т</b>	<b>т</b>			<b>3,95</b>	<b>10 508,00</b>		<b>41 506,60</b>	<b>11,38</b>	<b>472 345</b>
		(Материалы для строительных работ)									
<b>5</b>	<b>ФЕР09-03-002-12</b>	<b>Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>234,66</b>					
	Прил.9.1 п.2	При применении в рабочих чертежах марок стали с повышенным расчетным сопротивлением: предел текучести в зависимости от вида толщины проката 265-345 МПа (27-35 кгс/мм <sup>2</sup> ), марка стали С345, С345к, С345Т1 - балки (независимо от массы) ПЗ=1,13 (ОЗП=1,13; ЭМ=1,13 к расх.; ЗПМ=1,13; МАТ=1,13 к расх.; ТЗ=1,13; ТЗМ=1,13)									
	1	ОТ					159,28	1,13	42 235,61	58,2	2 458 113
	2	ЭМ					467,67	1,13	124 010,09	19,03	2 359 912
	3	в т.ч. ОТм					42,84	1,13	11 359,70	58,2	661 135
	4	М					106,34	1,13	28 197,73	11,38	320 890
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1,13	265,1658					
		ЗТ	чел.-ч	15,6	1,13	4136,58648					
		ЗТм	чел.-ч	2,88	1,13	763,677504					
		Итого по расценке					733,29		194 443,43		
		ФОТ							53 595,31		3 119 248
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			52 523,40		3 056 863
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			33 229,09		1 933 934
		<b>Всего по позиции</b>							<b>280 195,92</b>		<b>10 129 712</b>
<b>6</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0020</b>	<b>Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т</b>	<b>т</b>			<b>265,1658</b>	<b>7 712,00</b>		<b>2 044 958,65</b>	<b>11,38</b>	<b>23 271 629</b>
		(Материалы для строительных работ)									
<b>7</b>	<b>ФЕР09-03-012-01</b>	<b>Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т</b>	<b>т</b>			<b>10,29</b>					



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Прил.9.1 п.2	При применении в рабочих чертежах марок стали с повышенным расчетным сопротивлением: предел текучести в зависимости от вида толщины проката 265-345 МПа (27-35 кгс/мм2), марка стали С345, С345к, С345Т1 - фермы массой до 3 т ПЗ=1,08 (ОЗП=1,08; ЭМ=1,08 к расх.; ЗПМ=1,08; МАТ=1,08 к расх.; ТЗ=1,08; ТЗМ=1,08)									
		1 ОТ					206,31	1,08	2 292,76	58,2	133 439
		2 ЭМ					548,89	1,08	6 099,92	19,03	116 081
		3 в т.ч. ОТм					63,88	1,08	709,91	58,2	41 317
		4 М					93,03	1,08	1 033,86	11,38	11 765
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1,08	11,1132					
		ЗТ	чел.-ч	23	1,08	255,6036					
		ЗТм	чел.-ч	4,82	1,08	53,565624					
		Итого по расценке					848,23		9 426,54		
		ФОТ							3 002,67		174 756
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			2 942,62		171 261
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 861,66		108 349
		<b>Всего по позиции</b>							<b>14 230,82</b>		<b>540 895</b>
<b>8</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0006</b>	<b>Элементы конструктивные вспомогательного назначения, с преобладанием профильного проката, собираемые из двух и более деталей, с отверстиями и без отверстий, соединяемые на сварке</b>	<b>т</b>			<b>11,1132</b>	<b>10 045,00</b>		<b>111 632,09</b>	<b>11,38</b>	<b>1 270 373</b>
		(Материалы для строительных работ)									
<b>9</b>	<b>ФЕР09-03-013-01</b>	<b>Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м</b>	<b>т</b>			<b>8,9</b>					
		1 ОТ					306,51		2 727,94	58,2	158 766
		2 ЭМ					308,19		2 742,89	19,03	52 197
		3 в т.ч. ОТм					35,47		315,68	58,2	18 373
		4 М					164,42		1 463,34	11,38	16 653
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1		8,9					
		ЗТ	чел.-ч	35,07		312,123					
		ЗТм	чел.-ч	2,64		23,496					
		Итого по расценке					779,12		6 934,17		
		ФОТ							3 043,62		177 139
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			2 982,75		173 596
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			1 887,04		109 826
		<b>Всего по позиции</b>							<b>11 803,96</b>		<b>511 038</b>
<b>10</b>	<b>ФССЦ-07.2.07.12-0011</b>	<b>Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы до 0,1 т</b>	<b>т</b>			<b>8,9</b>	<b>11 255,00</b>		<b>100 169,50</b>	<b>11,38</b>	<b>1 139 929</b>
		(Материалы для строительных работ)									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	<b>ФЕР09-03-015-01</b>	<b>Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м</b>	т								<b>26,8</b>
	Прил.9.1 п.2	При применении в рабочих чертежах марок стали с повышенным расчетным сопротивлением: предел текучести в зависимости от вида толщины проката 265-345 МПа (27-35 кгс/мм2), марка стали С345, С345к, С345Т1 - прочие конструктивные элементы ПЗ=1,1 (ОЗП=1,1; ЭМ=1,1 к расх.; ЗПМ=1,1; МАТ=1,1 к расх.; ТЗ=1,1; ТЗМ=1,1)									
	1	ОТ					123,23	1,1	3 632,82	58,2	211 430
	2	ЭМ					280,93	1,1	8 281,82	19,03	157 603
	3	в т.ч. ОТм					24,65	1,1	726,68	58,2	42 293
	4	М					85,49	1,1	2 520,25	11,38	28 680
	07.2.07.12	Конструкции стальные	т	1	1,1	29,48					
		ЗТ	чел.-ч	14,1	1,1	415,668					
		ЗТм	чел.-ч	1,75	1,1	51,59					
		Итого по расценке					489,65		14 434,89		
		ФОТ							4 359,50		253 723
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			4 272,31		248 649
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			2 702,89		157 308
		<b>Всего по позиции</b>							<b>21 410,09</b>		<b>803 670</b>
12	<b>ФССЦ-07.2.07.13-0046</b>	<b>Прогоны, пролет 6 м, из горячекатаных швеллеров и двутавров</b>	т				<b>29,48</b>		<b>13 234,17</b>		<b>390 143,33</b>
		(Материалы для строительных работ)							<b>11,38</b>		<b>4 439 831</b>
13	<b>ФЕР09-04-006-01</b>	<b>Монтаж фахверка</b>	т								<b>2,16</b>
	1	ОТ					254,52		549,76	58,2	31 996
	2	ЭМ					536,02		1 157,80	19,03	22 033
	3	в т.ч. ОТм					41,45		89,53	58,2	5 211
	4	М					225,64		487,38	11,38	5 546
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	0		0					
	07.2.03.06	Конструкции стальные	т	1		2,16					
		ЗТ	чел.-ч	25,3		54,648					
		ЗТм	чел.-ч	3,08		6,6528					
		Итого по расценке					1 016,18		2 194,94		
		ФОТ							639,29		37 207
	Приказ № 812/пр от 21.12.2020 Прил. п.9	НР Строительные металлические конструкции	%	98		98			626,50		36 463
	Приказ № 774/пр от 11.12.2020 Прил. п.9	СП Строительные металлические конструкции	%	62		62			396,36		23 068
		<b>Всего по позиции</b>							<b>3 217,80</b>		<b>119 106</b>
14	<b>ФССЦ-07.2.03.06-0121</b>	<b>Стойки фахверка</b>	т				<b>2,16</b>		<b>6 435,00</b>		<b>13 899,60</b>
		(Материалы для строительных работ)							<b>11,38</b>		<b>158 177</b>
15	<b>ФССЦ-01.7.15.03-0042</b>	<b>Болты с гайками и шайбами строительные</b>	кг				<b>29,11</b>		<b>9,04</b>		<b>263,15</b>
		(Материалы для строительных работ)							<b>11,38</b>		<b>2 995</b>
		<b>Итого по смете:</b>									
		Итого прямые затраты (справочно)							3 987 699,60		49 804 573
		в том числе:									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Оплата труда рабочих							60 854,35		3 541 723
		Эксплуатация машин							205 928,66		3 918 822
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							17 646,79		1 027 045
		Материалы							3 720 916,59		42 344 028
		Строительные работы							4 113 301,42		57 114 603
		в том числе:									
		оплата труда							60 854,35		3 541 723
		эксплуатация машин и механизмов							205 928,66		3 918 822
		в том числе оплата труда машинистов (Отм)							17 646,79		1 027 045
		материалы							3 720 916,59		42 344 028
		накладные расходы							76 931,12		4 477 394
		сметная прибыль							48 670,70		2 832 636
		Итого ФОТ (справочно)							78 501,14		4 568 768
		Итого накладные расходы (справочно)							76 931,12		4 477 394
		Итого сметная прибыль (справочно)							48 670,70		2 832 636
		Временные здания и сооружения (Приказ Минстроя РФ от 19.06.2020 г. № 332/пр, прил. 1, п. 55) 3,1%							127 512,34		1 770 553
		<b>Итого</b>							<b>4 240 813,76</b>		<b>58 885 156</b>
		Производство работ в зимнее время (Приказ Минстроя РФ от 25.05.2021 г. № 325/пр (прил. 3, п. 9.1 (VI температурная зона) 3,38%							143 339,51		1 990 318
		<b>Итого</b>							<b>4 384 153,27</b>		<b>60 875 474</b>
		Непредвиденные затраты (Приказ Минстроя РФ от 04.08.2020 г. № 421/пр, п. 179) 2%							87 683,07		1 217 509
		<b>Итого с непредвиденными</b>							<b>4 471 836,34</b>		<b>62 092 983</b>
		НДС (НК РФ) 20%							894 367,27		12 418 596,60
		<b>ВСЕГО по смете</b>							<b>5 366 203,61</b>		<b>74 511 579,60</b>

Составил: \_\_\_\_\_ (К.Р. Ахметьянова)  
 [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

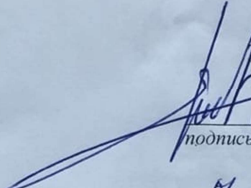
Проверил: \_\_\_\_\_ (В.В. Пухова)  
 [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
С.В. Георгиев  
подпись      инициалы, фамилия


« 01 » 05 2022 г.

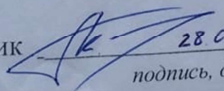
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде \_\_\_\_\_ проекта  
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»  
код, наименование направления

Использование ТИМ в проекте средней  
школы на 450 учащихся в с. Ванава  
тема  
Эвенкийского муниципального района

Руководитель  28.06.2022 доцент, канд. техн. наук Н.А. Сяз  
подпись, дата      должность, ученая степень      инициалы, фамилия

Выпускник  28.06.2022  
подпись, дата      К.Р. Ахметьянова  
инициалы, фамилия

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа БР по теме Использование ТИМ 6  
проекте средней школы на 450 учащихся в с. Равнолесье  
Звениковский муниципального района

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

[Подпись] 27.06.2022 И.И. Вайкович  
подпись, дата инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

[Подпись] 28.06.2022 Н.И. Сях  
подпись, дата инициалы, фамилия

фундаменты

[Подпись] 21.06.22 Е.А. Чайкин  
подпись, дата инициалы, фамилия

технология строит. производства

[Подпись] 27.06.22 И.И. Терехова  
подпись, дата инициалы, фамилия

организация строит. производства

[Подпись] 27.06.22 И.И. Терехова  
подпись, дата инициалы, фамилия

экономика

[Подпись] 27.06.2022 Н.И. Сях  
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер

[Подпись] 28.06.2022 Н.И. Сях  
подпись, дата инициалы, фамилия