

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт креативных индустрий, строительства и архитектуры  
(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства  
(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Завод по утилизации отходов

Обучающийся

А.В. Конев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд.экон.наук, доцент, А.М. Чупайда

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд.пед.наук, А.В. Юрьев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд.техн.наук, Э.Д. Капелюшный

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд.экон.наук, доцент, Т.А. Журавлева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

В.Н. Чайкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

докт.техн.наук, доцент, А.Б. Стешенко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

## Аннотация

Проект предусматривает строительство здания завода по утилизации пластиковых отходов, предназначенного для приёма, сортировки, переработки и вторичного использования полимерных материалов.

Основная цель строительства – создание современного производственного комплекса, обеспечивающего снижение экологической нагрузки на окружающую среду за счёт переработки пластиковых отходов в пригодное для повторного использования сырьё.

Здание завода запроектировано как одноэтажное с этажеркой промышленное сооружение каркасного типа с использованием металлических и железобетонных конструкций.

В составе объекта предусмотрены следующие функциональные зоны: приёмно-сортировочный участок, участок мойки и дробления пластика, участок гранулирования, склад готовой продукции, административно-бытовые помещения, а также инженерно-технические помещения.

Проектом предусматривается применение энергоэффективных и экологически безопасных технологий, систем вентиляции и очистки воздуха, а также автономных инженерных сетей для обеспечения бесперебойной работы предприятия.

Территория завода благоустраивается, предусматриваются подъездные пути, площадки для разгрузки и хранения отходов, озеленение и система водоотведения.

Реализация данного проекта позволит повысить уровень переработки отходов в регионе, создать новые рабочие места и внести вклад в развитие «зелёной» экономики и рационального природопользования.

Особое внимание в проекте уделено внедрению инновационных технологий переработки, включая сортировку по видам пластика с применением автоматизированных систем распознавания, использование энергоэффективного оборудования и замкнутых циклов водоснабжения.

## Содержание

Введение.....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	6
1.1 Исходные данные.....	6
1.2 Планировочная организация земельного участка .....	7
1.3 Объемно планировочное решение здания.....	9
1.4 Конструктивное решение здания .....	10
1.4.1 Фундаменты.....	11
1.4.2 Колонны .....	12
1.4.3 Стены и перегородки.....	12
1.4.4 Перекрытие и покрытие .....	13
1.4.5 Окна, двери, ворота.....	13
1.4.6 Полы .....	15
1.4.7 Кровля .....	15
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	15
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	16
1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания.....	16
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия.....	20
1.7 Инженерные системы .....	22
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	28
2.1 Описание .....	28
2.2 Сбор нагрузок.....	29
2.3 Описание расчетной схемы.....	30
2.4 Определение усилий .....	30
2.5 Результаты расчета по несущей способности.....	31
2.6 Результаты расчета по деформациям.....	34
3 Технология строительства .....	35
3.1 Область применения.....	35
3.2 Технология и организация выполнения работ.....	36

3.3	Требования к качеству и приемке работ.....	41
3.4	Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	42
3.5	Потребность в материально-технических ресурсах.....	45
3.6	Технико-экономические показатели.....	46
4	Организация и планирование строительства .....	47
4.1	Определение объемов строительно-монтажных работ.....	52
4.2	Определение потребности в строительных материалах .....	53
4.3	Подбор строительных машин для производства работ .....	53
4.4	Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	55
4.5	Разработка календарного плана производства работ .....	55
4.6	Определение потребности в складах и временных зданиях .....	56
4.6.1	Расчет и подбор временных зданий.....	56
4.6.2	Расчет площадей складов.....	56
4.6.3	Расчет и проектирование сетей водопотребления.....	57
4.6.4	Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	58
4.7	Мероприятия по охране труда и технике безопасности .....	60
4.8	Технико-экономические показатели ППР.....	65
5	Экономика строительства .....	67
6	Безопасность и экологичность технического объекта .....	74
6.1	Характеристика рассматриваемого технического объекта .....	74
6.2	Идентификация профессиональных рисков.....	74
6.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	76
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	77
6.5	Обеспечение экологической безопасности объекта.....	79
	Заключение .....	80
	Список используемой литературы и используемых источников.....	82
	Приложение А Сведения по архитектурным решениям.....	85
	Приложение Б Сведения по организационным решениям .....	86
	Приложение В Сведения по экономическим решениям .....	104

## Введение

Разработана выпускная работа на тему «Завод по утилизации отходов», здание проектируется в городе Орск.

Актуальность проектирования данного здания обеспечивается растущими с каждым годом объемами пластиковых отходов. Единственный выход по снижению влияния пластика на экологию, это его утилизация и дальнейшая переработка.

Сегодня во всем мире активно разрабатываются и внедряются альтернативные технологии по переработке и утилизации твердых бытовых отходов, направленные на получение новых материалов и извлечение ценных утильных фракций. Широкое распространение получает использование технологии комплексной сортировки с извлечением ценных вторичных материалов, анаэробного сбраживания с получением горючего газа и органического удобрения, вермикомпостирования.

Проектируемое здание предназначено для утилизации и дальнейшей переработки пластика, в результате окончания технологического процесса получают пластиковые гранулы, которые можно использовать повторно для следующего применения:

- изготовление мебели;
- изготовление одежды;
- изготовление вторичных полимеров для транспортной отрасли;
- изготовление отделочных панелей, дорожных покрытий;

Направления проработки темы:

- разработка архитектурно-планировочного раздела;
- разработка расчетно-конструктивного раздела;
- разработка раздела технологии строительства;
- разработка раздела организации строительства;
- разработка экономического раздела;

разработка раздела по безопасности и экологичности объекта.

# 1 Архитектурно-планировочный раздел

## 1.1 Исходные данные

Район строительства – г. Орск, Октябрьский район.

«Климатический район строительства – II, подрайон – II В.

Преобладающее направление ветра зимой – В» [15].

«Снеговой район строительства – III.

Расчетное значение веса снегового покрова - 210 кгс/м<sup>2</sup>.

Ветровой район строительства – 3.

Нормативная ветровая нагрузка – 53 кгс/м<sup>2</sup>» [13].

«Сейсмичность района строительства – 6 баллов.

Функциональное назначение объекта – производственное.

Класс ответственности – нормальный.

Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д» [2].

«Степень огнестойкости – III.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Класс по функциональной пожарной опасности:

Производственные здания – Ф 5.1» [21].

Расчетный срок службы здания – 50 лет.

В отдельных местах на глубинах от 20 до 30 метров и более встречаются коренные породы известняки, мергели и песчаники, залегающие на материнских слоях.

Кроме того, на некоторых участках встречаются эрозионные выемки, слабые зоны и редкие карстовые явления, что требует дополнительного бурения и анализа состава грунтов.

Инженерно-геологические условия осложняются наличием значительных техногенных насыпей, переменной мощностью грунтовых слоёв и потенциальной пучинистостью верхних суглинков.

Только комплексный подход к исследованию геологических условий позволит обеспечить надёжность, устойчивость и долговечность здания [15].

Разрез можно охарактеризовать как многослойный, с преобладанием техногенных, суглинистых и моренных грунтов. Для получения достоверных данных и корректного выбора конструкций фундаментов необходимо проведение детальных инженерно-геологических изысканий с бурением скважин, лабораторными испытаниями образцов и сезонными наблюдениями за уровнем грунтовых вод.

## **1.2 Планировочная организация земельного участка**

Земельный участок, предоставленный для строительства завода по утилизации отходов, расположен в г. Орск, Октябрьский район.

Здание расположено в условиях транспортной и пешеходной доступности в промзоне, с наличием инженерных сетей общегородского значения. Неподалеку от участка проектирование расположен остановочный пункт. Участок ограничен Орским шоссе и улицей Левитана.

Участок строительства представляет собой конфигурацию прямоугольного очертания.

Подъезд к проектируемому дому запроектирован с существующего Орского шоссе.

Схема движения внутриплощадочного автотрансопра принята кольцевая. К зданиям и сооружениям по всей их длине обеспечен подъезд пожарных автомобилей. Ширина ворот автомобильных въездов на территорию не менее 6 м. Ширина тротуаров принята 1,5-2 м.

Покрытие проезжей части и тротуаров выполнено асфальтобетонным. Тротуары ограничены бортовым камнем БР 100.20.8.

Территория завода имеет ограждение по всему периметру.

Отвод поверхностных вод с территории здания запроектирован открытым способом, с дальнейшим выпуском воды в ливневую канализацию.

Озеленение представляет собой комплекс мероприятий, направленных на восстановление (рекультивацию) земель, временно использованных в процессе строительства и подвергшихся нарушению. Этот процесс включает в себя: создание газонов, высадку разнообразных видов растений, а также формирование живых изгородей, что способствует улучшению экосистемы и эстетического восприятия территории. Правильное озеленение играет ключевую роль в восстановлении биологического разнообразия и улучшении качества городской среды.

Инженерно-геологические условия площадки строительства.

В настоящее время участок строительства свободен от застройки.

В Орске распространены различные типы почв, включая черноземы, суглинки и глины.

В геологическом строении исследуемого участка принимают участие геолого-генетические комплексы поверхностных отложений четвертичного возраста (современные техногенные (tQIV)).

На исследуемой площади при проведении инженерно-геологических изысканий выделено 3 инженерно-геологических элемента (ИГЭ), характеризующихся примерно одинаковыми показателями состава и физико-механических свойств слагающих их грунтов.

Инженерно-геологические элементы и слои:

- насыпной грунт представлен шлаком в виде золы до 70 %, щебнем (до 30 %) с единичными включениями глыб, часто отмечаются железные включения, tQIV;
- насыпной щебенистый грунт малой степени водонасыщения с заполнителем в виде золы до 30 %, с единичными включениями глыб, tQIV, мощность четвертичных отложений в пределах площадки составляет 2,3 – 5,6 м.

Под аллювиальными отложениями, на глубине 4,0 – 7,1 м залегают нижнечетвертичные моренные отложения донского оледенения (gIds), представленные суглинками.

Технико-экономические показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели СПОЗУ

«Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание» [22]
«Площадь участка	га	2,64	-
Площадь застройки	га	0,36	-
Коэффициент застройки	-	0,17	-
Площадь озеленения	га	1,41	-
Площадь дорог	га	0,87	-
Коэффициент использования территории» [22]	-	0,47	-

Суглинки буровато-коричневые, мягкопластичной и тугопластичной консистенции, песчанистые, с прослоями песка, с включением до 10% дресвы и щебня. Участок пригоден для строительства.

### **1.3 Объемно планировочное решение здания**

Функциональное назначение – здание производственное.

Здание сложной формы в плане, каркасное.

Размеры цеха в осях 55,20×37,00 м.

Здание состоит из двух перпендикулярных блоков, ширина главного корпуса составляет 18м, ширина перпендикулярно пристроенного блока – 12 м. Со стороны главного и заднего фасада по всей длине главного корпуса расположены участки временного хранения шириной 6 м.

Шаг основных колонн составляет 6 м.

За нулевую отметку принята отметка чистого пола.

Планировочная отметка земли 0,20 м.

«В здании предусмотрены ворота для эвакуации людей и въезда автомобильного транспорта.

Все помещения завода освещены естественным и искусственным светом. Бытовые помещения оборудованы сантехническими приборами» [19].

Технико-экономические показатели объемно-планировочного решения здания смотри таблицу 2.

Таблица 2 – Технико-экономические показатели

«Наименование	Единица измерения	Показатели» [22]
«Площадь застройки	м <sup>2</sup>	1617,6
Общая площадь	м <sup>2</sup>	2016,93
Рабочая площадь	м <sup>2</sup>	1512,7
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	16823,04
Планировочный коэффициент К1	-	0,75
Объемный коэффициент К2» [22]	-	8,34

Высота главного корпуса от уровня чистого пола до низа несущих конструкций составляет 7,2 м [17].

#### 1.4 Конструктивное решение здания

«Конструктивно здание каркасное.

Конструктивная схема здания – с поперечным расположением балок (рамно-связевая).

Конструктивно прочность и устойчивость здания обеспечивается совместной работой колонн, стропильных ферм/балок» [20].

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями.

Для обеспечения жесткости здания в продольном направлении используются вертикальные крестовые связи по колоннам в центре температурного блока по всем рядам колонн. Горизонтальные связи из стальных уголков также расположены вдоль нижнего и верхнего поясов ферм.

Конструктивное решение направлено на обеспечение прочности, устойчивости и долговечности здания при одновременном снижении массы несущих конструкций. Рациональное сочетание железобетона и стали позволяет создать надёжное, технологичное и экономически эффективное сооружение, соответствующее современным требованиям по прочности, безопасности и эксплуатационной надёжности.

Бетон для монолитных конструкций принимается класса не ниже В25 по прочности на сжатие, что соответствует современным требованиям к зданиям складского назначения. Для элементов, подверженных воздействию влаги или перепадам температур, применяется бетон с повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью. Бетонная смесь уплотняется с помощью глубинных вибраторов, что позволяет достичь плотной структуры, высокой прочности и долговечности материала [20].

#### **1.4.1 Фундаменты**

Фундаменты здания запроектированы в виде монолитных железобетонных столбчатых, которые обеспечивают надёжное восприятие нагрузок от несущих конструкций и равномерную передачу их на грунт [16]. Данный тип фундаментов выбран с учётом инженерно-геологических условий площадки строительства, характеристик грунтов и особенностей планировочной структуры здания. Столбчатые фундаменты рациональны при наличии плотных несущих слоёв на сравнительно небольшой глубине и позволяют существенно сократить объём земляных работ по сравнению с ленточными или плитными фундаментами [3,4].

Под каждую фундаментную подушку выполняется бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона марки В7,5. Она служит выравнивающим и защитным слоем, предотвращающим загрязнение и потерю цементного молока из основного бетона в грунт, а также способствует равномерному распределению давления на основание. Поверх подготовленного слоя устраивается гидроизоляция из рулонных полимерных материалов, укладываемых в два слоя с проклейкой швов. Гидроизоляционный слой

предотвращает капиллярный подсос влаги в тело фундамента и обеспечивает защиту железобетонных конструкций от разрушения при воздействии грунтовых вод.

#### **1.4.2 Колонны**

Колонны каркаса – стальные постоянного сечения из широкополочного двутавра по ГОСТ 57837-2017 [16].

Привязка колонн к осям нулевая.

К крайним поперечным (торцовым) осям колонны имеют привязку 500 мм (оси 1 и 9 для основного блока шириной 18м, оси А и В – для перпендикулярно расположенного вспомогательного корпуса шириной 12 м), т.е. геометрические оси сечения колонн смещены внутрь завода от разбивочной оси на 500 мм.

Между основными крайними колоннами (в продольном направлении) запроектированы фахверки, выполнены стальные постоянного сечения из двутавра; шаг фахверковых колонн по торцам здания – 4,5 м.

Схема каркаса и спецификация колонн представлена в графической части проекта на листе 3.

#### **1.4.3 Стены и перегородки**

Наружные стены здания выполнены двух типов.

1 тип – стеновые панели типа сэндвич с утеплителем из минераловатных плит на базальтовой основе (НТСМА) толщиной 150 мм.

Доборные элементы устанавливать:

- по технологии монтажной организации гнуть и резать по месту;
- внахлест друг на друга не менее чем на 100 мм;
- места соединения доборных элементов соединять на заклепки 4,8×10;
- при установке в углы доборные элементы гнуть в конверт.

По всем поверхностям каркаса, соприкасающимся с сэндвич-панелями, наклеить ленту герметик Абрис С-ЛБ 30×2.

2 тип – кладка из керамоблоков POROTHERM 38 Thermo, не требующих утепления, толщиной 380 мм.

Внутренние стены здания – из керамических блоков толщиной 380 мм.

Блоки кладутся определенным способом, максимально сохраняющим тепло. Горизонтальные швы заделываются специальным клеем, их толщина не превышает 3 мм. Вертикальные швы и вовсе отсутствуют, поскольку блоки стыкуются друг с другом по схеме «паз-гребень» и не требуют заделки раствором или клеевым составом.

Для укрепления стен через каждые 3-4 ряда необходимо прокладывать арматуру (диаметр 6-8 мм).

Перегородки выполняются из керамических блоков толщиной 120 мм.

#### **1.4.4 Перекрытие и покрытие**

Перекрытие над бытовыми помещениями – монолитное из бетона класса В20 толщиной 200 мм.

Под участок сортировки вторсырья выполняется по профилированному настилу С44-1000-0.7.

Фермы стропильные металлические из уголков пролетом 18 м для основного блока здания и для вспомогательного, перпендикулярно расположенного к основному блоку цеха, шириной 12 м, выполненные по серии 1.263.2-4.

По фермам устраиваются прогоны из швеллеров №16 - приняты по ГОСТ 8240-89.

Над участками временного хранения вдоль основного блока здания покрытие выполняется по стальным балкам из двутавров №20, которые приняты по ГОСТ 57837-2017, на которые укладываются швеллеры №16 приняты по ГОСТ 8240-89.

#### **1.4.5 Окна, двери, ворота**

Блоки оконные – из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013. Высота окна приняты 900мм, местами устанавливаются в 2 яруса.

Двери входные наружные стальные, приняты по ГОСТ 31173-2016, двери противопожарные приняты по ГОСТ 53307-2009, ворота приняты по с. ПР-05-36.

Армирование стальными вкладышами обеспечивает необходимую прочность и устойчивость к ветровым нагрузкам. Крупноформатные светопрозрачные конструкции из профилей, рассчитанные на значительные статические и динамические воздействия, с возможностью создания сложных геометрических форм.

Светопрозрачные конструкции, к которым относятся окна, представляют собой сложные инженерные системы, предназначенные для обеспечения естественного освещения, термического сопротивления и акустического комфорта в зданиях различного назначения. Окна изготавливаются из поливинилхлоридных профилей с многокамерной структурой.

Ключевым аспектом является подготовка оконных проемов, которая включает проверку геометрических параметров (отклонения не более 3 мм на 1 м длины), устранение локальных неровностей и обработку поверхностей грунтовками глубокого проникновения.

Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм, при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм.

Особое внимание уделяется устройству монтажных швов, которые формируются трехслойными системами с наружным паропроницаемым слоем из полиуретановой ленты, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент.

При дополнительно учитываются требования к несущей способности, которые воспринимают ветровые нагрузки, а также компенсируют температурные деформации посредством специальных компенсаторов.

Контроль качества остекления включает проверку плоскостности установки (допустимое отклонение 1,5 мм на 1 м длины), равномерность ширины монтажных зазоров и герметичность примыканий, проверяемую методом аэродинамических испытаний.

#### **1.4.6 Полы**

Полы в здании принимаю бетонные и из керамической плитки.

#### **1.4.7 Кровля**

Кровля – скатная. Материал кровли для главного корпуса завода – из сэндвич панели типа Trimoterm толщиной 120 мм, для вспомогательного, перпендикулярно расположенного корпуса и над участками временного хранения вдоль основного блока здания – из профилированного настила марки С60-1000-0.7. Уклон кровли 8 и 12 градусов.

Водоотвод запроектирован наружный организованный.

Стекающая с кровли вода по желобам отводится к наружным водосточным трубам. Система водоотвода состоит из горизонтальных подвесных желобов, прикреплённых к карнизу, вертикальных водосточных труб и сливов, посредством которых вертикальные элементы водосточной системы соединяются с горизонтальными элементами.

### **1.5 Архитектурно-художественное решение здания**

Архитектурно-художественное решение здания с применением сэндвич-панелей представляет собой гармоничное сочетание функциональности, эстетики и современных строительных технологий. Фасад здания проектируется с учетом масштаба и окружающего ландшафта, где лаконичные формы и чистые линии подчеркивают промышленный характер объекта, но при этом визуально облегчают его объем.

Цветовая гамма выбирается исходя из практических и эстетических соображений, для стен применяются сэндвич-панели спокойных, натуральных

оттенков, которые не только маскируют загрязнения, но и органично вписываются в природное окружение.

Декоративные элементы, такие как контрастные ребра жесткости, ленты окон с антивандальным остеклением или динамичные козырьки над воротами, добавляют фасаду ритм и выразительность, разбивая монотонность крупных плоскостей.

Фактура поверхности панелей может варьироваться от гладкой до имитации натуральных материалов, что придает зданию более дорогой и статусный вид без ущерба для долговечности. Важным аспектом является интеграция освещения – линейные светодиодные профили, встроенные в карнизы или вдоль углов здания, не только обеспечивают безопасность в темное время суток, но и создают световые акценты, подчеркивающие геометрию постройки.

Кровля из сэндвич-панелей с уклоном организуется таким образом, чтобы обеспечить эффективный водосток, а ее цвет выбирается темнее стен для зрительного уменьшения высоты и устойчивости композиции.

Входная группа и зона погрузки оформляются с использованием козырьков и навесов из тех же материалов, обеспечивая единство стиля, а ландшафтное благоустройство с посадками неприхотливых кустарников и трав завершает общий архитектурный замысел, смягчая строгость промышленного объекта и делая его частью экосистемы.

Внутренняя отделка представлена в приложении А в таблице А.1.

## **1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций**

### **1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания**

Технические особенности расчетов обеспечивают приведенное сопротивление теплопередаче, что превышает нормативные требования для требуемой климатической зоны, при этом сохраняется оптимальный влажностный режим конструкции благодаря паропроницаемости материалов.

Монтаж осуществляется по бесшовной технологии с замковыми соединениями, исключающими образование мостиков холода, а подтвержденный класс огнестойкости REI 120 позволяет применять панели при строительстве складов. Система сертифицирована согласно ГОСТ для панелей с минераловатным утеплителем и соответствует требованиям СП 50.13330.2020 по тепловой защите зданий, а также Федеральному закону по пожарной безопасности.

Исходные данные.

«Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92,  $t_{н} = -29^{\circ}\text{C}$ .

Расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $t_{в} = +18^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха,  $Z_{от.пер.} = 195$  суток.

Температура периода со средней суточной температурой воздуха,  $t_{от.пер} = -6^{\circ}\text{C}$ » [18].

«Влажностный режим помещений сухой.

Влажность внутри помещения  $\varphi = 55\%$ .

Условия эксплуатации – А» [15].

«Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции следует определять по формуле 1:

$$R_0^{норм} = R_0^{тр} \times m_p \quad (1)$$

где  $R_0^{тр}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, следует принимать в зависимости от градусо – суток отопительного периода, ГСОП;

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете принимается равным 1» [15].

$$R_0^{норм} = 1,94 \times 1 = 1,94 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

«Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С·сут по формуле 2:

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

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания;

$t_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха, °С для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С;

$z_{\text{от}}$  – продолжительность, сут, отопительного периода для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С» [15].

$$\text{ГСОП} = (18 - (-6)) \times 195 = 4680 \text{ °С} \times \text{сут.}$$

«Определяем нормируемое сопротивление теплопередачи наружной ограждающей стены, из условия энергосбережения  $R_o^{mp}$  в зависимости от ГСОП по формуле 3:

$$R_o^{mp} = a \times \text{ГСОП} + b \quad (3)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3» [15].

«Для стен производственных зданий  $a=0,0002$ ;  $b=1,0$ , для покрытия  $a=0,00025$ ;  $b=1,5$ » [15].

$$R_o^{TP} = 0,0002 \times 4680 + 1 = 1,94 \text{ м}^2\text{С/Вт.}$$

«Для определения оптимальной толщины слоя утеплителя необходимо выполнение условия по формуле 4:

$$R_o \geq R_o^{mp} \quad (4)$$

где  $R_o^{TP}$  – требуемое сопротивление теплопередаче,  $\text{м}^2\text{С/Вт}$ » [25].

«Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле 5:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H} \quad (5)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

$R_K$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°С/Вт, определяемые по формуле 6:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (6)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м<sup>2</sup>·°С» [15].

«Предварительная толщина утеплителя из условия по формуле 7:

$$\delta_{ут} = \left[ R_0^{тр} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \lambda_{ут} \quad (7)$$

где  $R_0^{тр}$  – требуемое сопротивления теплопередаче, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$\delta_n$  – толщина слоя конструкции, м;

$\lambda_n$  – коэффициент теплопроводности конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м<sup>2</sup>·°С;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С) » [15].

$$\delta_{ут} = \left[ 1,94 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,06 = 0,107 \text{ м.}$$

Принимаем толщину слоя утеплителя,  $\delta_{ут} = 0,12$  м.

Состав наружного стенового ограждения представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Состав наружного ограждения

Состав наружного стенового ограждения представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав наружного ограждения

«Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°С)	Толщина ограждения, м» [15]
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005
Утеплитель	45	0,06	?
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005

«Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,12}{0,06} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт.}$$

$R_0 = 2,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} > 1,94 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$  - условие выполнено, конструкция удовлетворяет техническим требованиям. Принимаем толщину утеплителя 120 мм. Общая толщина стены составляет 120мм» [15].

### 1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Исходные данные для расчета, смотри выше.

Состав покрытия представлен на рисунке 2.

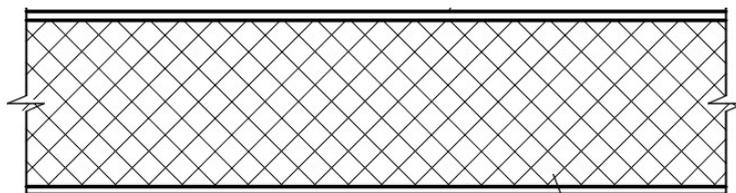


Рисунок 2 – Состав покрытия

Состав покрытия смотри таблицу 4.

Таблица 4 – Состав покрытия

«Материал	Плотность, $кг / м^3$	Коэффициент теплопроводности, $\lambda, Вт / м^2 \cdot C$	Толщина ограждения, $\delta, м$ » [15]
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005
Утеплитель – плиты из минеральной ваты на базальтовой основе ТЕХНОНИКОЛЬ РОКЛАЙТ	35	0,04	?
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005

«Определяем сопротивление теплопередачи по формуле 8:

$$R_o^{mp} = a \times ГСОП + b \quad (8)$$

где а и b – коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3» [15].

$$R_o^{tp} = 0,00025 \times 4680 + 1,5 = 2,67 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

«Определяем общее сопротивление наружной ограждающей конструкции исходя из условий  $R_0 \geq R_{tr}$ , см. формулу 9:

$$\delta_{ут} = \left[ R_0^{tp} - \left( \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_н} \right) \right] \lambda_{ут}, \quad (9)$$

$$\delta_{yt} = \left[ 2,67 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,04 = 0,101_m$$

Принимаем толщину слоя утеплителя  $\delta_{ym} = 0,12 \text{ м}$  [15].

«Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,11}{0,04} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,91 \text{ м}^2 \cdot \text{оС/Вт}$$

$R_0 = 2,91 \text{ м}^2 \cdot \text{оС/Вт} > 2,67 \text{ м}^2 \cdot \text{оС/Вт}$  - условие выполнено, конструкция удовлетворяет техническим требованиям. Принимаем толщину утеплителя 120 мм. Общая толщина кровельной сэндвич панели составляет 120 мм» [15].

## 1.7 Инженерные системы

Основой системы является вводно-распределительное устройство (ВРУ), через которое электроэнергия поступает от городской сети. ВРУ включает в себя вводные кабели, коммутационные аппараты, приборы учета и защиты, такие как автоматические выключатели и устройства защитного отключения (УЗО).

От ВРУ электроэнергия распределяется по распределительным щитам. Эти щиты, в свою очередь, обеспечивают питание электрощитков, где установлены индивидуальные счетчики и защитная аппаратура.

Для обеспечения бесперебойного питания критически важных систем, таких как аварийное освещение и противопожарные устройства, могут применяться резервные источники питания, например, дизельные генераторы или аккумуляторные батареи.

Кабельные линии прокладываются в специальных каналах, шахтах или коробах с соблюдением требований пожарной безопасности и электромагнитной совместимости. Современные системы также включают

системы автоматического контроля и диспетчеризации, позволяющие отслеживать параметры сети и оперативно реагировать на аварии. Важным аспектом является заземление и молниезащита здания, обеспечивающие безопасность эксплуатации электрооборудования.

Система электроснабжения проектируется с учетом надежности, безопасности и удобства эксплуатации, а также с запасом мощности для возможного роста нагрузок.

#### Водоснабжение.

Система водоснабжения представляет инженерную сеть, обеспечивающую подачу холодной и горячей воды потребителям с необходимым напором и в достаточном количестве. Водоснабжение здания начинается с подключения к городской водопроводной сети через ввод, оснащенный запорной арматурой и водомерным узлом для учета расхода воды.

В зависимости от этажности здания и давления в наружной сети применяются различные схемы подачи воды, в проектируемом здании применяется система с нижней разводкой и подачей воды напрямую от городского водопровода.

Горячее водоснабжение – централизованная подача от городских тепловых сетей. Разводка трубопроводов внутри здания выполняется по стояковой схеме с отводами, при этом применяются современные материалы – полипропилен, сшитый полиэтилен или металлопластик, обладающие долговечностью и устойчивостью к коррозии.

Для компенсации температурных расширений и снижения шума устанавливаются демпферные петли и шумопоглощающие крепления. Особое внимание уделяется противопожарному водоснабжению, которое включает в себя пожарные краны, подключенные к отдельному стояку с повышенным давлением.

Для обеспечения бесперебойной работы системы предусматриваются ремонтные обводные линии и запорная арматура, позволяющая отключать

отдельные участки без прекращения подачи воды во всем здании. Современные системы водоснабжения также могут включать устройства для очистки и умягчения воды, а также системы автоматического контроля и утечек, повышающие надежность и экономичность эксплуатации.

#### Канализация.

Система канализации представляет комплекс инженерных решений, обеспечивающих сбор, транспортировку и отведение сточных вод от санитарно-технических приборов к наружным канализационным сетям. Основу системы составляют вертикальные канализационные стояки, проходящие через все здание и собирающие стоки от подключенных поэтажных горизонтальных отводов, которые объединяют выпуски от унитазов, раковин, ванн, душевых кабин и других сантехнических приборов.

Для предотвращения засоров и обеспечения самоочистки трубопроводов соблюдаются строгие нормы по углам наклона горизонтальных участков — 2-3 см на погонный метр в зависимости от диаметра трубы. В нижней части здания все стояки объединяются в сборный горизонтальный коллектор, который через выпуск выводит сточные воды в дворовую канализационную сеть, соединенную с централизованной системой канализации.

Важным элементом системы являются фановые трубы, выведенные выше кровли и соединенные со стояками, которые обеспечивают вентиляцию канализационной сети, предотвращая разрежение воздуха при сбросе стоков и блокировку гидрозатворов сантехприборов. Для компенсации температурных расширений и снижения шума при движении стоков применяются специальные крепления и шумопоглощающие материалы.

Современные системы выполняются из пластиковых труб (ПВХ, полипропилен) с резиновыми уплотнителями, обеспечивающими герметичность соединений и устойчивость к агрессивной среде сточных вод.

В здании устанавливаются ревизии и прочистки для обслуживания системы, канализационные насосные станции для принудительного

перекачивания стоков в случаях, когда их самотечное отведение невозможно. Особое внимание уделяется гидроизоляции мест прохода труб через строительные конструкции и устройству противопожарных перегородок в соответствии с требованиями безопасности. Система проектируется с учетом перспективных нагрузок и обеспечивает безаварийную работу при одновременном использовании всех сантехнических приборов.

#### Вентиляция.

Система вентиляции представляет комплекс инженерных решений, обеспечивающий постоянный воздухообмен в помещениях для поддержания комфортного микроклимата и удаления загрязненного воздуха.

В здании применяется преимущественно естественная вентиляция с частичным использованием механических элементов, основанная на принципе воздушной тяги, создаваемой за счет разницы температур и давления между нижними и верхними этажами.

Приток свежего воздуха традиционно осуществляется через неплотность оконных конструкций, а также применяются специальные приточные клапаны в наружных стенах или оконных блоках, обеспечивающие контролируемый воздухообмен без существенных теплопотерь.

Современные тенденции предполагают внедрение комбинированных систем с рекуперацией тепла, когда вытяжной воздух перед выбросом наружу проходит через теплообменники, передавая часть тепла приточным потокам, что значительно повышает энергоэффективность здания. Все вентиляционные каналы выполняются из негорючих материалов с гладкой внутренней поверхностью для минимизации сопротивления воздушным потокам и предотвращения накопления пыли, а в местах прохода через строительные конструкции предусматриваются противопожарные клапаны.

Проектирование системы учитывает нормативные требования по воздухообмену для каждого типа помещений и обеспечивает согласованную работу всех элементов без возникновения обратной тяги или перетекания запахов между помещениями. Регулярная проверка и очистка вентканалов

являются обязательными мероприятиями для поддержания работоспособности системы в течение всего срока эксплуатации здания.

Теплоснабжение.

Система теплоснабжения представляет сложный инженерный комплекс, обеспечивающий подачу тепловой энергии для отопления помещений и горячего водоснабжения в течение всего отопительного периода. Основным источником тепла для большинства зданий служат централизованные тепловые сети, от которых через индивидуальный тепловой пункт (ИТП) осуществляется подача теплоносителя в домовую систему.

В ИТП устанавливаются теплообменники, насосное оборудование, регулирующая арматура и приборы учета, позволяющие преобразовывать параметры теплоносителя из внешних сетей до требуемых значений для внутренней системы.

Для отопления применяется двухтрубная схема разводки с нижним расположением подающего трубопровода, где теплоноситель циркулирует по замкнутому контуру через отопительные приборы (радиаторы, конвекторы или системы теплых полов), установленные в каждом помещении. Регулирование теплоотдачи осуществляется с помощью термостатических клапанов, позволяющих поддерживать комфортную температуру в отдельных необходимых помещениях.

В здании применяются автоматизированные узлы управления с погодозависимым регулированием, которые изменяют температуру теплоносителя в зависимости от наружной температуры воздуха, что обеспечивает энергосбережение и комфортный тепловой режим.

Трубопроводы системы выполняются из стальных или полимерных материалов с тепловой изоляцией для минимизации тепловых потерь при транспортировке теплоносителя. Важным элементом являются системы балансировки и удаления воздуха из трубопроводов, включающие автоматические воздухоотводчики и расширительные баки.

В случае аварийного отключения централизованного теплоснабжения предусматриваются резервные источники тепла, такие как электрические котлы. Особое внимание уделяется проектированию системы с учетом тепловой нагрузки каждого помещения, гидравлической увязке всех ветвей и обеспечению надежной работы даже в самых неблагоприятных погодных условиях. Эксплуатация системы включает регулярный контроль параметров теплоносителя, промывку и опрессовку оборудования, а также своевременное обслуживание всех элементов для обеспечения долговечности и эффективной работы теплоснабжения здания.

Вывод по разделу.

Ключевые задачи включают проектирование здания с пролетами, позволяющими организовать эффективное пространство, обеспечение естественной вентиляции, устройство напольных покрытий устойчивых к нагрузкам от погрузочной техники, и внедрение систем мониторинга микроклимата.

## **2 Расчетно-конструктивный раздел**

### **2.1 Описание**

Цель раздела – расчет фермы покрытия.

Проектируется завод по утилизации отходов.

Район строительства – г. Орск, Октябрьский район, Оренбургская область.

Отметка низа монтажа фермы +7,200 м.

Рассчитывается ферма в осях 6/Г-И.

Общие размеры здания в осях 54×37 м.

Рассчитывается ферма покрытия, конструктивное решение здания обеспечивает прочность, долговечность и необходимую пространственную жёсткость сооружения [6,23].

Основная задача – подобрать оптимальные сечения элементов поясов фермы, которые будут удовлетворять требованиям прочности, жесткости и устойчивости, согласно сводам, правил.

Расчет включает проверку по первому предельному состоянию (несущая способность) и второму предельному состоянию (деформации), а также оценку местной устойчивости.

Важно также минимизировать материалоемкость конструкции для экономии средств без ущерба надежности.

Расчет должен подтвердить, что ферма выдержит постоянные нагрузки (собственный вес, вес кровли), временные нагрузки, не превышая предельных прогибов и не теряя устойчивости.

Цель расчета заключается в обеспечении надежной и безопасной эксплуатации конструкции при действии всех рассчитанных нагрузок.

Несущая система здания представляет собой каркас, включающий фундаменты колонны и покрытие. Горизонтальные элементы каркаса обеспечивают пространственную жёсткость и устойчивость всей

конструкции. Каркас рассчитан на значительные динамические и статические нагрузки.

Все металлические поверхности очищаются от ржавчины и загрязнений, после чего покрываются антикоррозионными составами – грунтами и лакокрасочными материалами на основе цинкосодержащих или эпоксидных компонентов. Для продления срока службы металлических элементов и предотвращения их разрушения под действием внешних факторов предусмотрены меры защиты от коррозии.

Внутренние металлические конструкции, не подверженные прямому воздействию влаги, окрашиваются декоративными защитными эмалями, а элементы, расположенные снаружи, дополнительно защищаются слоями атмосферостойких покрытий [18].

## 2.2 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сбор нагрузок

«Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Постоянная нагрузка: Сэндвич панель, 200мм, нагрузку принимаю согласно каталогу изготовителя	0,32	1,2	0,38
Прогоны из профильной трубы нагрузку принимаю согласно каталогу изготовителя	0,24	1,05	0,25
Оборудование на покрытие нагрузка принята согласно техзаданию	0,2	1,2	0,24
Итого постоянная:	0,76		0,87
Итого временная снеговая СП 20.13330.2016:	2	1,4	2,8
Полная нагрузка	2,76		3,67» [13]

Нагрузку ввожу в расчетную схему на рисунке 3.

### 2.3 Описание расчетной схемы

Металлическая ферма рассчитана в ПК ЛИРА-САПР.

В ЛИРА-САПР ферма проектируется стержневыми элементами – КЭ тип 10. Расчетная схема с нагрузкой представлена на рисунке 3.

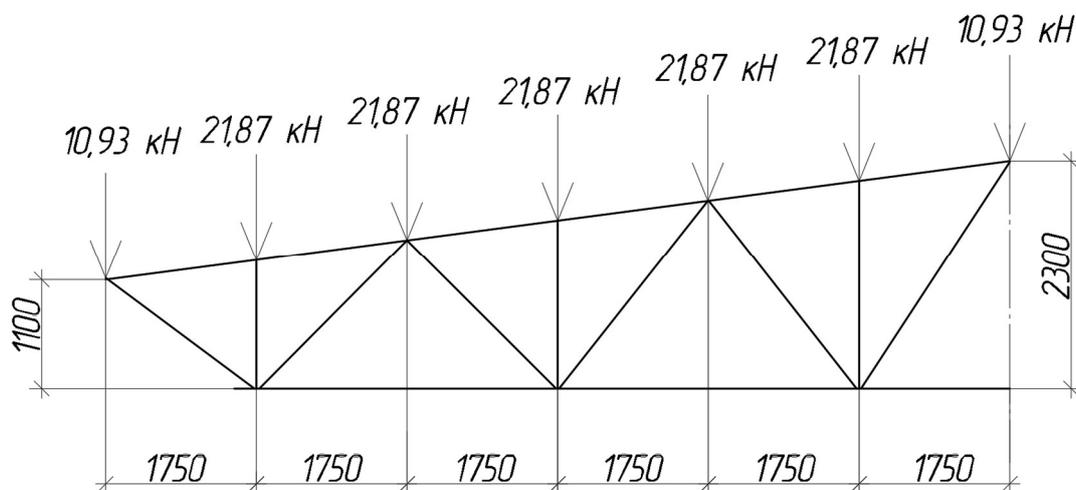


Рисунок 3 – Расчетная схема с нагрузкой

«Пирог кровли опирается на прогоны узловой сосредоточенной нагрузкой. Прогоны переносят эту нагрузку на ферму» [23].

### 2.4 Определение усилий

«Сначала разработана расчетная схема проектируемой фермы, далее назначены жесткости и заданы нагрузки, рассчитанные в таблице 5. После этого произведен статический расчет фермы, с выводением необходимых результатов и дальнейшим конструированием фермы» [23].

Расчетные усилия в элементах фермы представлены на рисунке 4.

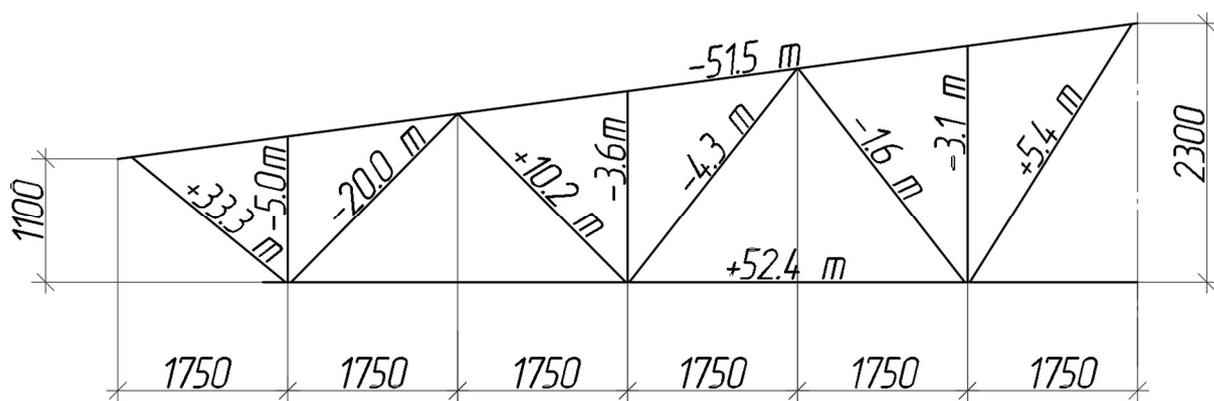


Рисунок 4 – Расчетные усилия в элементах фермы

На основании полученных усилий подбираются сечения элементов фермы.

## 2.5 Результаты расчета по несущей способности

Расчет металлической фермы по несущей способности выполняется для определения способности конструкции воспринимать приложенные нагрузки без разрушения или недопустимых деформаций. Основой для расчета служит СП 16.13330.2017, который устанавливает требования к проверке прочности, устойчивости и жесткости элементов.

Расчет металлической фермы по несущей способности выполняется для определения способности конструкции воспринимать приложенные нагрузки без разрушения или недопустимых деформаций. Основой для расчета служит СП 16.13330.2017, который устанавливает требования к проверке прочности, устойчивости и жесткости элементов.

Сечение верхнего пояса представлено на рисунке 5.

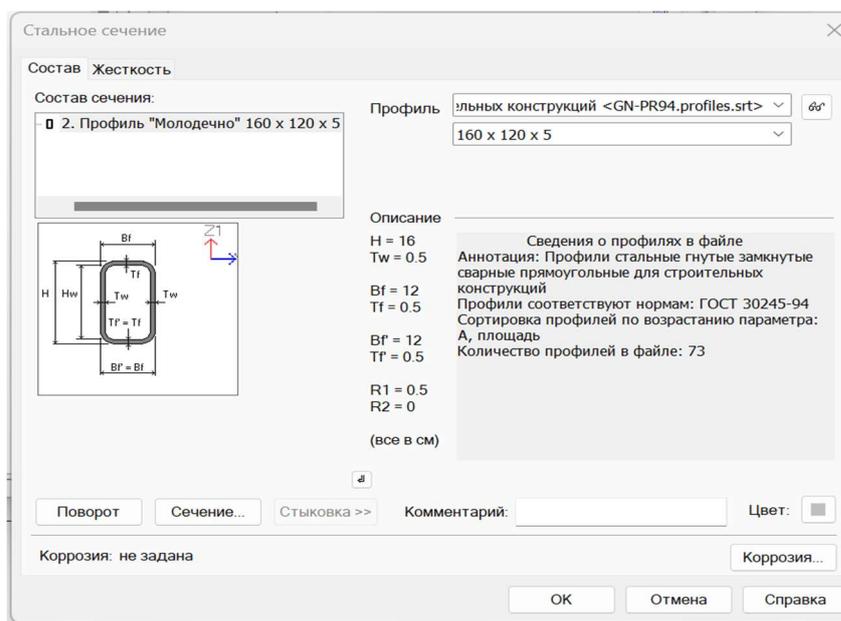


Рисунок 5 – Сечение верхнего пояса

Сечение нижнего пояса представлено на рисунке 6.

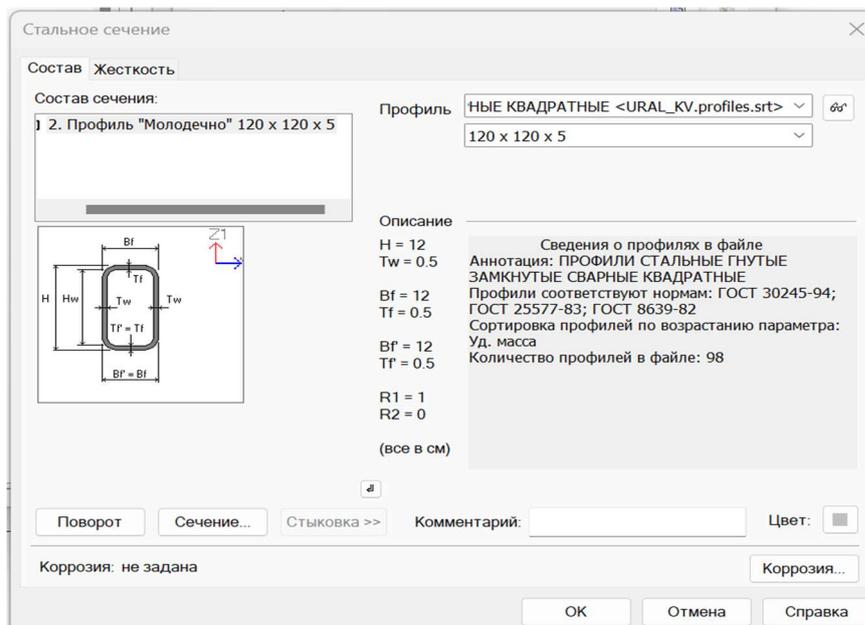


Рисунок 6 – Сечение нижнего пояса

Сечение крайних раскосов представлено на рисунке 7.

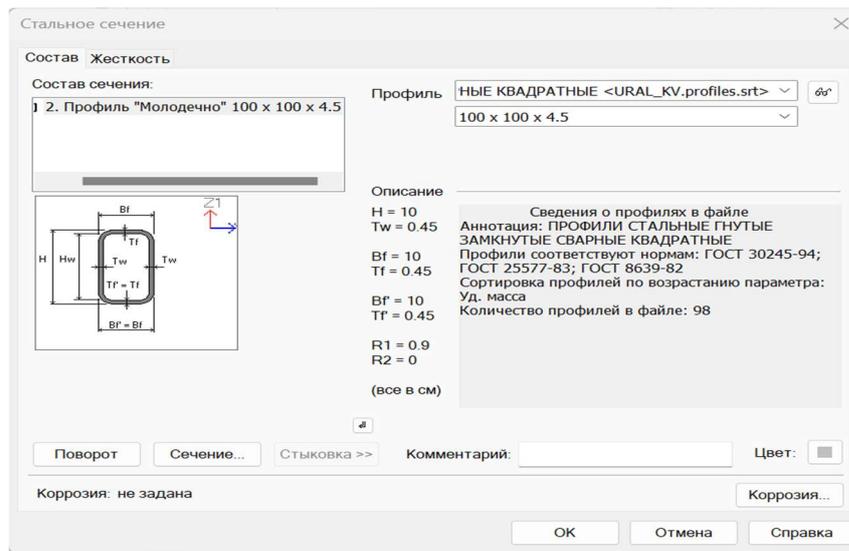


Рисунок 7 – Сечение крайних раскосов

Сечение остальных раскосов и стоек представлено на рисунке .

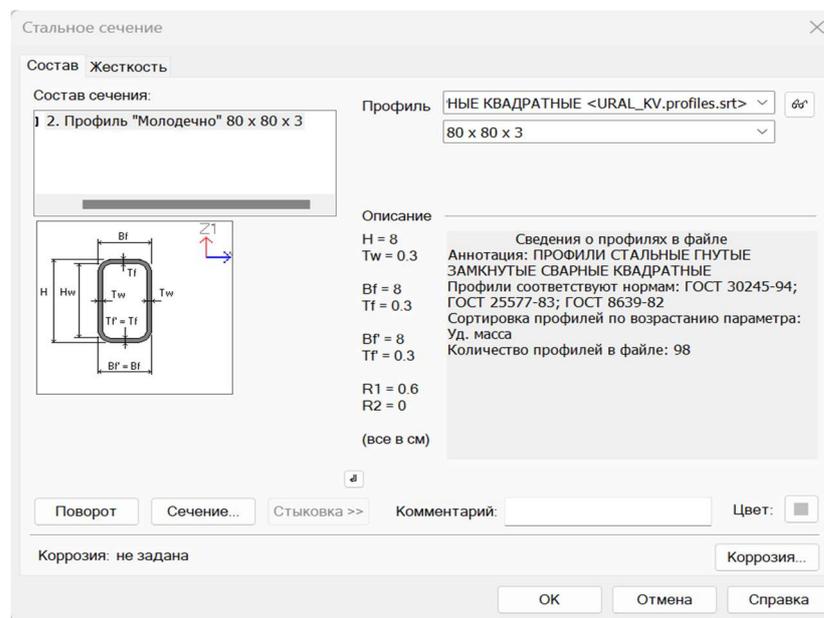


Рисунок 8 – Сечение остальных раскосов и стоек

Принятые сечения фермы представлены на чертеже графической части.

## 2.6 Результаты расчета по деформациям

Расчет металлической фермы по деформациям выполняется для обеспечения нормальной эксплуатации конструкции при действии нагрузок, при котором прогибы не превышают предельно допустимых значений, установленных нормативными документами. Основным регулирующим документом является [13], который определяет предельные прогибы для различных типов конструкций. Для ферм покрытий пролетом 20 м, предельный прогиб принимается равным 80 мм.

Прогиб представлен на рисунке 9.

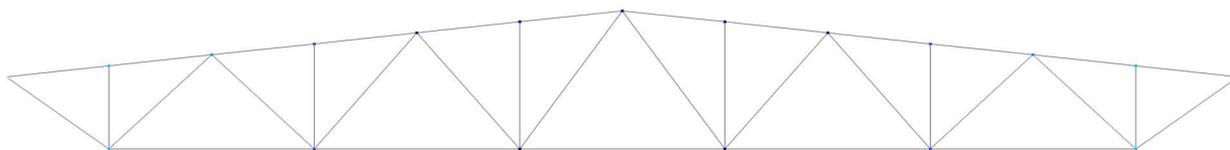


Рисунок 9 – Рассчитанный прогиб конструкции

### Выводы по разделу

«На чертеже представлена проектируемая конструкция фермы, которая законструирована согласно требованиям и методическим рекомендациям к расчетам. В пояснительной записке представлены расчеты согласно действующему своду правил. Узлы, сечения, спецификации к ферме представлены в графической части» [23].

Результаты расчета позволяют законструировать элементы фермы, которые обеспечивают надежную работу конструкции при минимальном расходе металла.

### **3      Технология строительства**

#### **3.1   Область применения**

Технологическая карта разрабатывается на монтаж металлических ферм.

Технологическая карта монтажа металлических ферм – это документ, который используется в строительстве при возведении зданий, для разработки правильной технологии производства работ.

Она применяется на всех этапах – от подготовки строительной площадки и приемки конструкций до непосредственной сборки, установки и приемки смонтированных ферм.

В карте детально прописываются последовательность операций, необходимые механизмы (например, краны соответствующей грузоподъемности), инструменты, приспособления для временного закрепления и выверки, а также состав бригады.

Этот документ особенно важен при выполнении работ ответственных конструкций, является обязательным для выполнения подрядчиком, так как гарантирует, что монтаж будет проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями, обеспечит надежность и долговечность несущего каркаса здания.

Карта применяется в условиях открытой строительной площадки, при температуре воздуха, допустимой для проведения сварочных и монтажных работ, а также при использовании кранов соответствующей грузоподъемности.

Её положения распространяются на объекты, где несущие фермы изготавливаются из стальных профилей различного сечения – уголков, двутавров, труб или гнутых элементов.

Кроме того, технологическая карта может использоваться при монтаже ферм как на временных опорах, так и с установкой непосредственно на металлические колонны.

Она предусматривает выполнение комплекса операций, включающих подготовку монтажного фронта, сборку ферм, проверку геометрии, установку временных связей, выверку положения и окончательную фиксацию конструкций.

Таким образом, область применения технологической карты монтажа металлических ферм охватывает широкий спектр строительных объектов и ситуаций, связанных «с возведением зданий и сооружений каркасного типа.

Её использование обеспечивает правильную организацию монтажных работ, сокращает сроки строительства, повышает безопасность труда и качество выполняемых операций, что особенно важно при строительстве ответственных и крупнопролётных сооружений, таких как проектируемый завод» [8].

### **3.2 Технология и организация выполнения работ**

«Подготовительные работы.

Перед монтажом ферм выполняют следующие строительные процессы до начала работ:

- осуществление комплекса земляных работ;
- выемка грунта, далее этот грунт используется на нужны благоустройства;
- установка вертикальных несущих элементов;
- подготовка площадки строительства и мест для проезда крана и транспорта;
- в соответствии с рассчитанными показателями склада, на объект завозятся необходимые материалы в нужном количестве;
- устройство мест сборки конструкций, места сборки указаны на схеме

производства работ;

- в соответствии с таблицами 6,7, обеспечение работников необходимым инструментом» [8].

Фрезеровка и резка торцов поясов металлических ферм выполняются с целью обеспечения точности геометрии и качественного сопряжения элементов конструкции при последующей сборке.

На этапе подготовки металлоконструкций концы поясов, раскосов и стоек подготавливаются в соответствии с рабочими чертежами. Резку производят механизированным способом – на ленточнопильных, газопламенных или плазменных установках, в зависимости от толщины и марки стали.

После резки торцы подвергаются фрезеровке, которая обеспечивает идеально ровную и чистую поверхность с заданным углом, что необходимо для плотного прилегания элементов и равномерного распределения нагрузок в узлах.

Фрезеровка особенно важна при изготовлении стыков под сварку или соединение через фланцы, где требуется высокая точность обработки и минимальные отклонения от проектных размеров.

Фланцы в конструкции металлических ферм служат для создания разъёмных или сварных соединений между отдельными элементами – поясами, стойками и раскосами.

Они выполняются из стальных листов, толщина которых подбирается в зависимости от расчётных усилий и типа узла. Фланцы привариваются к торцам поясов после их фрезеровки и выверки, при этом особое внимание уделяется точности совмещения отверстий под болты или шпильки, если соединение предусмотрено болтовым способом. Д

ля повышения надёжности и долговечности фланцевых соединений поверхности контактирующих деталей очищаются от ржавчины, окалины и загрязнений, после чего покрываются антикоррозионным грунтом или цинкосодержащим составом.

Сборка металлических ферм осуществляется на специально подготовленных стендах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве.

Сначала на стапеле укладываются нижние пояса, затем устанавливаются раскосы и стойки, после чего монтируется верхний пояс. Все элементы временно закрепляются струбцинами или прихваточными сварными швами для предотвращения смещения в процессе выверки. После проверки геометрии, диагоналей и точности узлов выполняется окончательная сварка по утверждённой технологии.

При сварке важно соблюдать последовательность наложения швов, чтобы избежать коробления и деформаций металла. Сварные соединения подвергаются визуальному и, при необходимости, ультразвуковому контролю для проверки качества провара и отсутствия дефектов.

После завершения сборки фермы очищаются от шлака и окалины, а поверхности тщательно обезжириваются перед нанесением защитного покрытия. Для защиты металла от коррозии применяется многослойная система окраски, включающая грунтовочный слой и один или два слоя атмосферостойкой эмали.

Готовые фермы маркируются, после чего их транспортируют к месту монтажа с использованием траверс и строп, исключающих повреждение окрашенных поверхностей и деформацию узлов.

Таким образом, процессы фрезеровки и резки торцов поясов, приварки фланцев и сборки металлических ферм представляют собой взаимосвязанные этапы, от точности и качества выполнения которых зависит прочность, надёжность и долговечность всей несущей конструкции проектируемого завода.

Технология производства работ.

«Кран монтирует балки двигаясь от первой стоянки до 6, расположение стоянок и путь движения крана представлены в графической части.

В состав работ, рассматриваемых данной технологической картой входят следующие процессы:

- укрупнительная сборка;
- монтаж ферм;
- покрытие антикоррозийным составом.

Основные работы.

Укрупнительная сборка стропильной балки производится состоящим из 2-х монтажников третьего и четвертого разряда звеном.

Ферма собирается в горизонтальном положении на стеллаже (смотри графическую часть проекта). Монтажники соединяют две отправочные марки с помощью болтов и сварки, получается балка готовая к строповке и последующему монтажу» [8].

«Для совмещения находящихся во фланцах отверстий используются сборочные ключи. В стыке в совмещенные отверстия забивают кувалдой 3 оправки, в стыке 2 оправки.

В свободные отверстия вставляются болты с шайбами, которые закрепляются накручиванием на них гаек до отказа при помощи электрогайковерта. Далее вставленные оправки выбиваются кувалдой и в освободившиеся отверстия ставятся болты с шайбами и закручиваются гайками. Обработка поверхности фланцев не производится при установке высокопрочных болтов.

Тарированным ключом сигнального типа высокопрочные болты дотягиваются до проектного усилия. После сборки балки проверяется натяжение находящихся в стыке болтов, и она устанавливается в кассету в зоне складирования» [8].

Монтаж стропильных ферм.

В ходе монтажа металлических ферм монтажникам необходимо находиться на монтажных лестницах.

«Работы, последовательно выполняемые при монтаже ферм:

- для опирания ферм подготавливаются места;

- на балке закрепляются распорки, оттяжки и монтажные лестницы;
- готовые балки устанавливаются на опорные поверхности;
- балки выверяются и устанавливаются в соответствии с проектным положением.

После монтажа стропильных ферм осуществляется установка всех постоянных связей, предусмотренных проектом (не входит в данную ТК).

В процесс монтажа входит подача к стенду отправочных марок для укрупненной сборки, сборка балки, подготовка к подъему, строповка, подъем, установка опоры, выверка и временное закрепление, окончательное крепление ферм постоянными болтами и сваркой к колоннам» [8].

«Производство монтажа стропильных ферм осуществляется состоящим из четырех монтажников звеном. Физическое состояние конструкций и их геометрические размеры обязательно должны проверяться перед подъемом и строповкой.

При обнаружении каких-либо повреждений и деформаций элементов (погнутость, выпучивание и пр.) измеряется количество и размеры дефектов. Если выявленные отклонения от геометрических размеров и проектных форм превышают допустимые согласно СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», то такое изделие нельзя монтировать.

На конструкции, находящиеся на площадках складирования, наносятся риски масляной краской, которые необходимы при установке осей элементов, центра тяжести, мест строповки.

Места примыкания конструкций перед монтажом должны тщательно очищаться: для удаления ржавчины и загрязнений с поверхности используются металлические щетки, для очищения отверстий и снятия заусениц используются скребки. Места установки подготавливаются монтажниками М1 и М2 аналогичным описанному выше образом» [8].

«На балке до ее подъема осуществляется установка приспособлений, позволяющих удерживать балку при подаче (оттяжки), а также инвентарных телескопических распорок (расчалок), используемых для временного

закрепления.

Балки, которые подготовлены к монтажу по сигналу монтажника М4 поднимают краном. Все сигналы при подъеме балки дает монтажник М4.

Подъем производится в 2 этапа.

На первом этапе монтируемую конструкцию поднимают на 20–30 см, монтажниками М3 и М4 проверяется правильность и надежность строповки, равномерное натяжение стропов» [8].

«На втором этапе монтажником М4 дается команда на дальнейший подъем, монтажниками М3 и М4 при использовании оттяжек осуществляется корректировка направления фермы, удерживание ее от раскачивания.

Подъем необходимо производить плавно, исключая вращения, удары, рывки, толчки. Конструкция подводится к месту монтажа, при этом стрела крана не должна проходить над монтажниками.

После завершения подъема по команде монтажника М4 конструкцию останавливают на высоте 20-30 см над проектным мостом, в это время монтажники М1 и М2 используя коленчатые подъемники поднимаются к месту установки, и совмещая осевые риски направляют балку в проектное положение, после этого конструкция плавно опускается в место установки» [8].

### **3.3 Требования к качеству и приемке работ**

«Входной контроль.

Включает проверку ответственным лицом металлопрофиля, который будет задействован в производстве МК, условий его транспортировки и хранения на складах. По результатам выборочных замеров и визуального осмотра основного материала, креплений, сварочных электродов делается заключение о качестве используемых материалов или их часть отправляется на выбраковку» [5].

«Операционный контроль.

Проводится на всех этапах производства, включая инструментальную проверку соответствия размеров отдельных элементов или цельнометаллических конструкций. Ответственные специалисты оценивают качество поверхности стальных конструкций на наличие дефектов после механической обработки, а также проверяют состояние сварных соединений.

Контроль качества сварных соединений металлоконструкций осуществляется с использованием следующих методов:

- визуальный и измерительный контроль;
- неразрушительный контроль ультразвуковые и радиографические исследования скрытых соединений;
- механические испытания в лаборатории в соответствии с требованиями» [5].

«Оперативный строительный контроль подразумевает выборочную проверку отдельных элементов МК по всем рабочим параметрам. В случае выявления несоответствия деталей проектным требованиям, вся партия изделий направляется на выбраковку» [5].

«Проверка сварочных швов.

Соединениям МК, получаемым с использованием сварки, уделяют особое внимание. Неразъемные сварочные соединения в металлических конструкциях зданий и сооружений не должны иметь:

- трещин, наплывов в зоне сварного шва, а также шлака и окалины, если они не предусмотрены составом металла;
- глубокой проплавки металла в сварной зоне, выходящей за шов;
- снижения толщины металла после зачистки сварного шва» [5].

### **3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность**

«При монтаже металлических ферм и конструкций особое внимание уделяется вопросам безопасности труда, пожарной и экологической безопасности, поскольку данные виды работ связаны с повышенной

опасностью, работой на высоте, применением грузоподъемных механизмов и сварочного оборудования. Все монтажные операции выполняются в строгом соответствии с действующими нормами охраны труда, строительными регламентами и инструкциями по безопасности» [5].

Перед началом работ проводится инструктаж рабочих по технике безопасности, разъясняются особенности производства монтажных операций, порядок пользования инструментами и средствами индивидуальной защиты. Все сотрудники, допущенные к монтажу, должны иметь соответствующую квалификацию и пройти обучение по охране труда. На строительной площадке обеспечивается наличие касок, защитных очков, перчаток, страховочных поясов и сигнальных жилетов. Работы на высоте выполняются только при наличии надёжных страховочных систем и ограждений, а перемещение монтажников по ферме допускается исключительно по специально предусмотренным настилам или лестничным устройствам.

Особое внимание уделяется безопасности при работе с грузоподъемными механизмами. Строповка ферм и других металлических элементов производится обученным персоналом с использованием исправных канатов, строп и траверс, соответствующих массе поднимаемых конструкций. Перед подъемом фермы проводится проверка правильности строповки, устойчивости крана и наличия зоны безопасности, свободной от посторонних лиц. Подъем и установка выполняются плавно, без рывков и вращения груза. Во время монтажа обязательно присутствует сигнальщик, координирующий действия крановщика и монтажников.

Пожарная безопасность при монтаже металлических конструкций обеспечивается строгим соблюдением правил при выполнении сварочных и газорезательных работ. Все места проведения огневых работ оборудуются противопожарными средствами – огнетушителями, ящиками с песком и ведрами с водой. Перед началом сварки очищаются рабочие зоны от горючих материалов, опилок и мусора. После завершения сварочных операций производится тщательный осмотр места работы на предмет отсутствия искр,

тлеющих материалов и перегрева металла. Временные электросети, питающие сварочное оборудование, должны иметь заземление и исправные изоляционные элементы, а кабели – защиту от механических повреждений.

Экологическая безопасность во время монтажа ферм заключается в минимизации воздействия строительных процессов на окружающую среду. Металлические конструкции и вспомогательные материалы хранятся на специально подготовленных площадках, исключающих загрязнение почвы и попадание нефтепродуктов или лакокрасочных веществ в грунт. Отходы металла, шлак и упаковочные материалы собираются в специальные контейнеры для последующей утилизации. При работе с лакокрасочными покрытиями и антикоррозионными составами соблюдаются требования по вентиляции и защите органов дыхания работников.

Кроме того, монтаж ведётся с учётом требований по снижению шума и пылеобразования, особенно при механической обработке металла. Запрещается сбрасывать конструкции или строительные отходы с высоты. Все технические средства проходят регулярный осмотр, а неисправное оборудование немедленно выводится из эксплуатации.

Таким образом, обеспечение безопасности труда, пожарной и экологической безопасности при монтаже металлических ферм направлено на сохранение жизни и здоровья рабочих, предотвращение аварийных ситуаций, пожаров и негативного воздействия на окружающую среду. Соблюдение установленных норм и правил является обязательным условием качественного и безопасного выполнения монтажных работ.

### 3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Машины и технологическое оборудование смотри таблицу 6, материалы таблицу 7.

Таблица 6 – Машины и технологическое оборудование

«Наименование	Тип, марка	Техническая характеристик	Назначение	Количество
Лестница монтажника	ЛМ-1	Высота до 10м	Для монтажа	2
Кран для монтажа	КС-55729-5В	Грузоподъемность 32т	Для монтажа	1» [12]

Таблица 7 – Материалы и изделия

«Наименование	Тип, марка	Техническая характеристик	Назначение	Количество на здание
Защитный состав для металла	ГОСТ Р 51693-2000	ЭКОС-И55	Защита ферм от ржавчины	0,06 т
Металлические фермы	ГОСТ Р 57837-2017	Сталь С345-3	Для монтажа	12,4 т» [12]

С помощью данных машин делаем дальнейшие расчеты.

### 3.6 Техничко-экономические показатели

График производства работ представлен на рисунке 10.

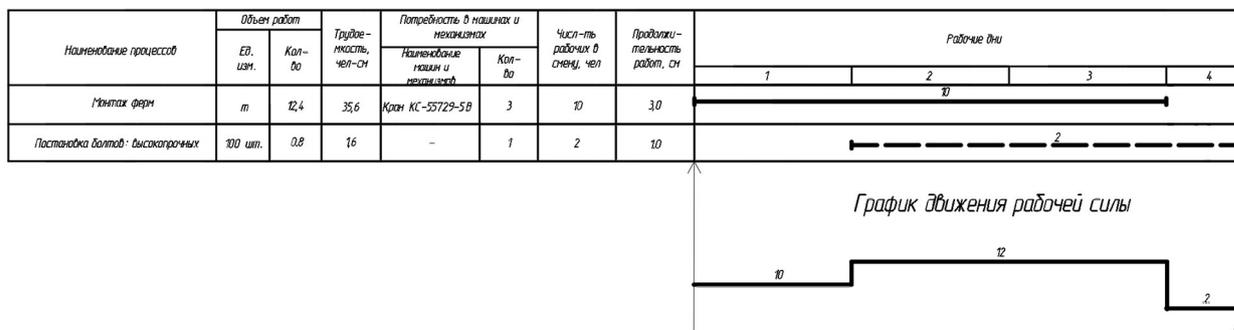


Рисунок 10 – График производства работ

Выводы по разделу.

Прописаны необходимые механизмы, последовательность операций, инструменты, приспособления для временного закрепления и выверки опалубки, а также состав бригады.

Техкарта необходима при выполнении работ ответственных конструкций, является обязательным для выполнения подрядчиком, так как гарантирует, что монтаж будет проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями, обеспечит надежность и долговечность несущего каркаса здания. Она предусматривает выполнение комплекса операций для возведения фундамента.

## 4 Организация и планирование строительства

Разработан раздел по организации и планированию строительства здания завода утилизации отходов.

Размеры в осях 55,20×37,00 м.

Здание состоит из двух перпендикулярных блоков, ширина главного корпуса составляет 18м, ширина перпендикулярно пристроенного блока – 12м. Со стороны главного и заднего фасада по всей длине главного корпуса расположены участки временного хранения шириной 6м.

Шаг основных колонн составляет 6 м.

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями. Крепление колонн с ростверком жесткое.

Для обеспечения жесткости здания в продольном направлении используются вертикальные крестовые связи по колоннам в центре температурного блока по всем рядам колонн. Горизонтальные связи из стальных уголков также расположены вдоль нижнего и верхнего поясов ферм.

Конструктивное решение направлено на обеспечение прочности, устойчивости и долговечности здания при одновременном снижении массы несущих конструкций. Рациональное сочетание железобетона и стали позволяет создать надёжное, технологичное и экономически эффективное сооружение, соответствующее современным требованиям по прочности, безопасности и эксплуатационной надёжности.

Бетон для монолитных конструкций принимается класса не ниже В25 по прочности на сжатие, что соответствует современным требованиям к зданиям складского назначения. Для элементов, подверженных воздействию влаги или перепадам температур, применяется бетон с повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью. Бетонная смесь уплотняется с помощью глубинных вибраторов, что позволяет достичь плотной структуры, высокой прочности и долговечности материала [20].

Фундаменты здания запроектированы в виде монолитных железобетонных столбчатых, которые обеспечивают надёжное восприятие нагрузок от несущих конструкций и равномерную передачу их на грунт [16]. Данный тип фундаментов выбран с учётом инженерно-геологических условий площадки строительства, характеристик грунтов и особенностей планировочной структуры здания. Столбчатые фундаменты рациональны при наличии плотных несущих слоёв на сравнительно небольшой глубине и позволяют существенно сократить объём земляных работ по сравнению с ленточными или плитными фундаментами.

Под каждую фундаментную подушку выполняется бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона марки В7,5. Она служит выравнивающим и защитным слоем, предотвращающим загрязнение и потерю цементного молока из основного бетона в грунт, а также способствует равномерному распределению давления на основание. Поверх подготовленного слоя устраивается гидроизоляция из рулонных полимерных материалов, укладываемых в два слоя с проклейкой швов. Гидроизоляционный слой предотвращает капиллярный подсос влаги в тело фундамента и обеспечивает защиту железобетонных конструкций от разрушения при воздействии грунтовых вод.

Колонны каркаса – стальные постоянного сечения из широкополочного двутавра по ГОСТ 57837-2017.

Привязка колонн к осям нулевая.

К крайним поперечным (торцовым) осям колонны имеют привязку 500 мм (оси 1 и 9 для основного блока шириной 18м, оси А и В – для перпендикулярно расположенного вспомогательного корпуса шириной 12 м), т.е. геометрические оси сечения колонн смещены внутрь завода от разбивочной оси на 500 мм.

Наружные стены здания выполнены двух типов.

1 тип – стеновые панели типа сэндвич с утеплителем из минераловатных плит на базальтовой основе (НТСМА) толщиной 150 мм.

Доборные элементы устанавливать:

- по технологии монтажной организации гнуть и резать по месту;
- внахлест друг на друга не менее чем на 100 мм;
- места соединения доборных элементов соединять на заклепки 4,8×10;
- при установке в углы доборные элементы гнуть в конверт.

По всем поверхностям каркаса, соприкасающимся с сэндвич-панелями, наклеить ленту герметик Абрис С-ЛБ 30×2

2 тип – кладка из керамоблоков POROTHERM 38 Thermo, не требующих утепления, толщиной 380 мм.

Внутренние стены здания – из керамических блоков толщиной 380 мм.

Блоки кладутся определенным способом, максимально сохраняющим тепло. Горизонтальные швы заделываются специальным клеем, их толщина не превышает 3 мм. Вертикальные швы и вовсе отсутствуют, поскольку блоки стыкуются друг с другом по схеме «паз-гребень» и не требуют заделки раствором или клеевым составом.

Для укрепления стен через каждые 3-4 ряда необходимо прокладывать арматуру (диаметр 6-8 мм).

Перегородки выполняются из керамических блоков толщиной 120 мм.

Перекрытие над бытовыми помещениями – монолитное из бетона класса В20 толщиной 200 мм.

Под участок сортировки вторсырья выполняется по профилированному настилу С44-1000-0.7.

Фермы стропильные металлические из уголков пролетом 18м для основного блока здания и для вспомогательного, перпендикулярно расположенного к основному блоку цеха, шириной 12м, выполненные по серии 1.263.2-4.

По фермам устраиваются прогоны из швеллеров №16 - приняты по ГОСТ 8240-89.

Наружные остекленные двери и окна выполнить с заполнением двухкамерным стеклопакетом с теплоотражающим покрытием.

Устройства, обеспечивающие самозакрывание дверей, размещенных на путях эвакуации, должны обеспечивать беспрепятственность их движения и возможность свободного открывания при приложении соответствующего усилия. Усилие открывания двери не должно превышать 50 Нм.

Современные светопрозрачные конструкции, к которым относятся ПВХ окна, представляют собой сложные инженерные системы, предназначенные для обеспечения естественного освещения, термического сопротивления и акустического комфорта в зданиях различного назначения. ПВХ-окна изготавливаются из поливинилхлоридных профилей с многокамерной структурой. Армирование стальными вкладышами обеспечивает необходимую прочность и устойчивость к ветровым нагрузкам. Крупноформатные светопрозрачные конструкции из ПВХ-профилей, рассчитанные на значительные статические и динамические воздействия, с возможностью создания сложных геометрических форм.

Требования к работам по остеклению регламентируются комплексом нормативных документов. Ключевым аспектом является подготовка оконных проемов, которая включает проверку геометрических параметров (отклонения не более 3 мм на 1 м длины), устранение локальных неровностей и обработку поверхностей грунтовками глубокого проникновения. Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм, при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм. Особое внимание уделяется устройству монтажных швов, которые формируются трехслойными системами с наружным паропроницаемым слоем из полиуретановой ленты ПСУЛ, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент. При этом учитываются требования к несущей способности, которые воспринимают

ветровые нагрузки, а также компенсируют температурные деформации посредством специальных компенсаторов. Контроль качества остекления включает проверку плоскостности установки (допустимое отклонение 1,5 мм на 1 м длины), равномерность ширины монтажных зазоров и герметичность примыканий, проверяемую методом аэродинамических испытаний.

Кровля – скатная. Материал кровли для главного корпуса завода - из сэндвич панели типа Trimoterm толщиной 120 мм, для вспомогательного, перпендикулярно расположенного корпуса и над участками временного хранения вдоль основного блока здания – из профилированного настила марки С60-1000-0.7. Уклон кровли 8 и 12 градусов.

Водоотвод запроектирован наружный организованный.

Стекающая с кровли вода по желобам отводится к наружным водосточным трубам. Система водоотвода состоит из горизонтальных подвесных желобов, прикреплённых к карнизу, вертикальных водосточных труб и сливов, посредством которых вертикальные элементы водосточной системы соединяются с горизонтальными элементами.

Архитектурно-художественное решение здания с применением сэндвич-панелей представляет собой гармоничное сочетание функциональности, эстетики и современных строительных технологий. Фасад здания проектируется с учетом масштаба и окружающего ландшафта, где лаконичные формы и чистые линии подчеркивают промышленный характер объекта, но при этом визуально облегчают его объем.

Цветовая гамма выбирается исходя из практических и эстетических соображений, для стен применяются сэндвич-панели спокойных, натуральных оттенков, которые не только маскируют загрязнения, но и органично вписываются в природное окружение.

Декоративные элементы, такие как контрастные ребра жесткости, ленты окон с антивандальным остеклением или динамичные козырьки над воротами, добавляют фасаду ритм и выразительность, разбивая монотонность крупных плоскостей.

Фактура поверхности панелей может варьироваться от гладкой до имитации натуральных материалов, что придает зданию более дорогой и статусный вид без ущерба для долговечности. Важным аспектом является интеграция освещения – линейные светодиодные профили, встроенные в карнизы или вдоль углов здания, не только обеспечивают безопасность в темное время суток, но и создают световые акценты, подчеркивающие геометрию постройки.

Кровля из сэндвич-панелей с уклоном организуется таким образом, чтобы обеспечить эффективный водосток, а ее цвет выбирается темнее стен для зрительного уменьшения высоты и устойчивости композиции.

Входная группа и зона погрузки оформляются с использованием козырьков и навесов из тех же материалов, обеспечивая единство стиля, а ландшафтное благоустройство с посадками неприхотливых кустарников и трав завершает общий архитектурный замысел, смягчая строгость промышленного объекта и делая его частью экосистемы.

#### **4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ**

Организация строительства является одним из ключевых этапов подготовки и реализации строительного проекта, от которого напрямую зависят сроки, качество и безопасность выполнения работ.

«Состав (номенклатура) работ по строительству объекта определяется по архитектурно-строительным чертежам. Строительство данного здания будет производиться в 1 захватку, нет целесообразности разбивки на захватки. Единицы измерения объемов работ принимаются в соответствии с государственными элементными сметными нормами ГЭСН» [1]. Ведомость объемов СМР приводится в таблице Б.1 приложения Б.

## 4.2 Определение потребности в строительных материалах

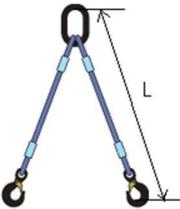
«Определение потребности в этих ресурсах производится на основании ведомости объемов работ, а также производственных норм расходов строительных материалов.

Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах» [8] приведена в таблице Б.2 приложения Б.

## 4.3 Подбор строительных машин для производства работ

Подбор грузозахватных приспособлений представлен в таблице 8.

Таблица 8 – Подбор грузозахватных приспособлений

«Наименование поднимаемого элемента»	Масса элемента, т	Наименование приспособления	Эскиз приспособления	Характеристика грузозахватного приспособления		Высота строповки, м» [10]
				грузоподъемность	масса, т	
Самый тяжелый и удаленный элемент по горизонтали – бадя БН-1,0 с бетоном	2,414	Строп двухветвевой 2СК-3,2/2000 ГОСТ Р 58753-2019		3,2	0,018	2,0
Самый тяжелый и удаленный элемент по вертикали – стальная стропильная ферма ФС1 длиной 18м	1,246					

«Грузоподъемность крана  $Q_k$  определяется по формуле 10:

$$Q_k = Q_э + Q_{пр} + Q_{гр}, \quad (10)$$

где  $Q_э$  – самый тяжелый элемент, который монтируют;

$Q_{пр}$  – масса приспособлений для монтажа;

$Q_{гр}$  – масса грузозахватного устройства» [8].

$$Q_{кр} = 2,414 + 0,018 = 2,43 \text{ т}$$

«Высота крюка определяется по формуле 11:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_э + h_{ст}, \quad (11)$$

где  $h_0$  – превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана, м (высота до верха смонтированного элемента);

$h_3$  – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа;

$h_э$  – высота поднимаемого элемента, м;

$h_{ст}$  – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана, м» [8].

$$H_k = 9,85 + 1,0 + 1,65 + 2 = 14,5 \text{ м.}$$

Грузовые характеристики автокрана представлены на рисунке 11.

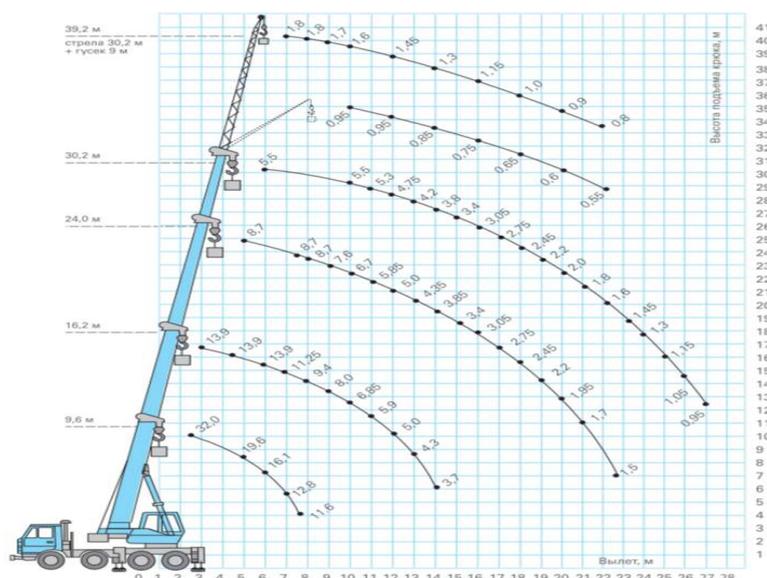


Рисунок 11 – Грузовые характеристик автокрана

Выбираем автомобильный кран из [4] КС-55729-5В «Галичанин» грузоподъемностью 32 т с длиной стрелы 24 м.

#### **4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ**

«Трудоемкость работ в человеко-днях и машино-сменах рассчитывается по формуле 12:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8}, \quad (12)$$

где  $V$  – объем работ;

$H_{вр}$  – норма времени (чел-час, маш-час);

8 – продолжительность смены, час» [14].

«Ведомость трудозатрат и затрат машинного времени» [14] представлена в таблице Б.3, приложения Б.

#### **4.5 Разработка календарного плана производства работ**

Календарный план позволяет определить последовательность и продолжительность выполнения отдельных видов работ, оптимизировать загрузку механизмов, избежать простоев и несогласованности между различными подразделениями. Его разработка обеспечивает ритмичность строительного процесса и контроль за выполнением графика, что особенно важно при возведении крупных объектов [8].

## 4.6 Определение потребности в складах и временных зданиях

### 4.6.1 Расчет и подбор временных зданий

Расчёты потребности во временных сооружениях, таких как бытовые помещения, раздевалки, душевые, склады и мастерские, проводятся исходя из численности работающего персонала, объёма строительных работ и нормативных требований. Правильное определение количества и площади складов обеспечивает бесперебойное снабжение строительного процесса материалами, а организация бытовых условий способствует сохранению здоровья и повышению производственной дисциплины рабочих [9].

«Общее количество работающих определяется по формуле 13:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}}, \quad (13)$$

где  $N_{\text{раб}}$  – определяется по графику движения рабочей силы человек;

$N_{\text{итр}}$  – численность ИТР – 11%;

$N_{\text{служ}}$  – численность служащих – 3,6%;

$N_{\text{моп}}$  – численность младшего обслуживающего персонала (МОП).

$$N_{\text{итр}} = 16 \cdot 0,11 = 1,75 = 2 \text{ чел.},$$

$$N_{\text{служ}} = 16 \cdot 0,032 = 0,57 = 1 \text{ чел.},$$

$$N_{\text{моп}} = 16 \cdot 0,013 = 0,24 = 1 \text{ чел.},$$

$$N_{\text{общ}} = 16 + 2 + 1 + 1 = 20 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} = 1,05 \cdot 20 = 21 \text{ чел.}$$

Ведомость санитарно-бытовых помещений представлена на СГП» [10].

### 4.6.2 Расчет площадей складов

«Ширину складов принимают из расчета, чтобы все элементы поднимались со склада без дополнительной перекатовки и перемещения, они должны входить в зону действия» [3].

«Затем рассчитаем полезную площадь, необходимую для каждого вида материалов по следующей формуле 14:

$$F_{\text{пол}} = Q_{\text{зап}}/q, \quad (14)$$

где  $q$  – норма складирования.

Определяют общую площадь склада по формуле 15:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \times K_{\text{исп}}, \quad (15)$$

где  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования площади склада» [3].

Расчеты сводим в таблицу графической части работы.

#### 4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления

«Для обеспечения строительных процессов, а также соблюдения противопожарных норм, необходимо соорудить временное водоснабжение.

Максимальный расход воды на производственные нужды рассчитывается для периода наибольшего водопотребления. В нашем случае это период бетонирования столбчатых фундаментов» [19].

«Расход воды на производственные нужды для определенного процесса определяют по наибольшему его потреблению по формуле 16:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \times q_{\text{н}} \times n_{\text{п}} \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}}, \frac{\text{л}}{\text{сек}} \quad (16)$$

где  $K_{\text{ну}}$  – неучтенный расход воды.  $K_{\text{ну}} = 1,3$ ;

$q_{\text{н}}$  – удельный расход воды на единицу объема работ, л;

$n_{\text{п}}$  – объем работ (в сутки) по наиболее нагруженному процессу, требующему воду;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;  $t_{\text{см}}$  – число часов в смену 8ч» [3].

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \times 25 \times 100,9 \times 1,5}{3600 \times 8} = 0,161 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

«В смену, когда работает максимальное количество людей, определим расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определим по формуле 17:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_y \times n_p \times K_{\text{ч}}}{3600 \times t_{\text{см}}} + \frac{q_{\text{д}} \times n_{\text{д}}}{60 \times t_{\text{д}}}, \frac{\text{л}}{\text{сек}}, \quad (17)$$

где  $q_y$  – удельный расход на хозяйственно-бытовые нужды 15 л;

$q_{\text{д}}$  – удельный расход воды в душе на 1 работающего 40 л;

$n_{\text{д}}$  – количество человек пользующихся душем 50 чел;

$n_p$  – максимальное число работающих в смену 50 чел.;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент потребления воды» [3].

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \times 16 \times 1,5}{3600 \times 8} + \frac{50 \times 1}{60 \times 45} = 0,25 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

Расход воды определим по формуле 18:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (18)$$

$$Q_{\text{общ}} = 0,161 + 0,25 + 10 = 10,411 \text{ л/сек.}$$

«По требуемому расходу воды рассчитывается диаметр труб временной водопроводной сети по формуле 19:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,41 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 94,4 \text{ мм} \quad (19)$$

где  $\pi = 3,14$ ,  $v$  – скорость движения воды по трубам.

Принимается 1,5-2,0 м/с. Полученное значение округляется до стандартного диаметра трубы по ГОСТу» [3].

#### 4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

«Проектирование электроснабжения строительной площадки определяют при помощи расчетной нагрузки, необходимой мощности трансформаторной подстанции.

«Определим мощность по формуле 20:

$$P_p = \alpha \left( \sum \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos\varphi} + \sum \frac{k_{2c} \times P_T}{\cos\varphi} + \sum k_{3c} \times P_{об} + \sum k_{4c} \times P_{он} \right), \text{ кВт} \quad (20)$$

где  $\alpha = 1,05$  – коэффициент, учитывающий потери в сети;

$k_1; k_2; k_3; k_4$  – коэффициенты спроса;

$P_c$  – мощность силовых потребителей, кВт;

$P_T$  – мощность для технологических нужд, кВт;

$P_{об}$  – мощность устройств освещения внутреннего, кВт;

$P_{он}$  – мощность устройств освещения наружного, кВт;

$\cos\varphi_1, \cos\varphi_2$  – средние коэффициенты мощности» [3].

$$P_p = 1,1(50 + 0,8 \cdot 1,65 + 1 \cdot 6,14) = 63,2 \text{ кВт}$$

«Принимаем 1 временный трансформатор марки КТПМ-100 мощностью 100 кВ·А.

Расчет количества прожекторов для освещения строительной площадки производится по формуле 21:

$$N = p_{уд} \times E \times S / P_{л}, \quad (21)$$

где  $p_{уд} = 0,4 \text{ Вт/м}^2$  удельная мощность лампы;

$S$  – площадь площадки, подлежащей освещению;

$E = 2 \text{ лк}$  освещенность;

$P_{л} = 1500 \text{ Вт}$  – мощность лампы прожектора» [3].

$$N = \frac{0,2 \times 2 \times 14748,6}{1500} = 4 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 4 лампы прожектора ПЗС-45 мощностью 1500 Вт.

## **4.7 Мероприятия по охране труда и технике безопасности**

Все работы должны выполняться в соответствии с действующими нормативными документами, правилами охраны труда в строительстве и внутренними инструкциями организации.

На стадии проектирования строительного генерального плана предусматриваются решения, обеспечивающие безопасное размещение всех производственных и вспомогательных зон.

В плане должны быть выделены участки для складирования материалов, стоянки строительной техники, размещения бытовых помещений и проходов для рабочих. Транспортные пути, пешеходные проходы и зоны работы кранов должны быть чётко обозначены и не пересекаться между собой.

Опасные зоны вокруг кранов, котлованов и мест погрузочно-разгрузочных работ ограждаются и снабжаются предупреждающими знаками. Освещение строительной площадки организуется таким образом, чтобы обеспечить достаточную видимость в тёмное время суток и предотвратить несчастные случаи.

В процессе строительства все рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: касками, перчатками, защитной обувью, очками и страховочными системами при работах на высоте.

Перед началом работ проводится вводный и целевой инструктаж по технике безопасности, где разъясняются правила поведения на строительной площадке, порядок пользования инструментами и механизмами, а также действия при возникновении аварийных ситуаций.

Рабочие, занятые на специализированных операциях (сварке, работе с электроинструментом, управлении грузоподъёмными машинами), допускаются к работе только после прохождения соответствующего обучения и проверки знаний по охране труда.

Все строительные машины и механизмы подлежат регулярному техническому осмотру, а неисправное оборудование немедленно выводится из

эксплуатации. Электроустановки и временные сети должны иметь надёжное заземление и защиту от коротких замыканий. Провода, шланги и коммуникации прокладываются в местах, исключающих их повреждение транспортом и инструментами.

При производстве бетонных, монтажных и отделочных работ контролируется правильное использование лесов, подмостей и стремянок, которые должны иметь исправное состояние и прочные опоры.

Мероприятия по охране труда включают также организацию санитарно-бытового обеспечения: на площадке предусматриваются раздевалки, душевые, места для приёма пищи, аптечка и пункт первой медицинской помощи. Все опасные вещества и материалы хранятся в специально оборудованных местах с надписями и средствами пожаротушения.

Пожарная безопасность обеспечивается установкой щитов с огнетушителями, ведрами с песком и водой, а также строгим контролем за проведением огневых работ. Курение и использование открытого огня допускается только в специально отведённых местах.

На строительной площадке обязательно наличие схемы эвакуации и плана действий при пожаре или аварии.

Таким образом, мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке обеспечивают системный подход к организации безопасных условий труда.

Их соблюдение предотвращает несчастные случаи, повышает производительность, способствует сохранению здоровья работников и гарантирует безопасное выполнение всех этапов строительства в соответствии с требованиями строительного генерального плана.

Перед началом работ проводится инструктаж рабочих по технике безопасности, разъясняются особенности производства монтажных операций, порядок пользования инструментами и средствами индивидуальной защиты. Все сотрудники, допущенные к монтажу, должны иметь соответствующую квалификацию и пройти обучение по охране труда.

На строительной площадке обеспечивается наличие касок, защитных очков, перчаток, страховочных поясов и сигнальных жилетов.

Работы на высоте выполняются только при наличии надёжных страховочных систем и ограждений, а перемещение допускается исключительно по специально предусмотренным настилам или лестничным устройствам.

Особое внимание уделяется безопасности при работе с грузоподъёмными механизмами. Строповка опалубки и других элементов производится обученным персоналом с использованием исправных канатов, строп и траверс, соответствующих массе поднимаемых конструкций.

Перед подъёмом проводится проверка правильности строповки, устойчивости крана и наличия зоны безопасности, свободной от посторонних лиц.

Подъём и установка выполняются плавно, без рывков и вращения груза. Во время монтажа обязательно присутствует сигнальщик, координирующий действия крановщика и монтажников.

Пожарная безопасность при монтаже обеспечивается строгим соблюдением правил при выполнении сварочных и газорезательных работ. Все места проведения огневых работ оборудуются противопожарными средствами – огнетушителями, ящиками с песком и ведрами с водой.

Перед началом сварки очищаются рабочие зоны от горючих материалов, опилок и мусора. После завершения сварочных операций производится тщательный осмотр места работы на предмет отсутствия искр, тлеющих материалов и перегрева металла.

Временные электросети, питающие сварочное оборудование, должны иметь заземление и исправные изоляционные элементы, а кабели – защиту от механических повреждений.

Экологическая безопасность заключается в минимизации воздействия строительных процессов на окружающую среду. Металлические конструкции и вспомогательные материалы хранятся на специально подготовленных

площадках, исключая загрязнение почвы и попадание нефтепродуктов или лакокрасочных веществ в грунт. Отходы металла, шлак и упаковочные материалы собираются в специальные контейнеры для последующей утилизации.

При работе с лакокрасочными покрытиями и антикоррозионными составами соблюдаются требования по вентиляции и защите органов дыхания работников.

Кроме того, монтаж ведётся с учётом требований по снижению шума и пылеобразования, особенно при механической обработке металла. Запрещается сбрасывать конструкции или строительные отходы с высоты. Все технические средства проходят регулярный осмотр, а неисправное оборудование немедленно выводится из эксплуатации.

Таким образом, обеспечение безопасности труда, пожарной и экологической безопасности при монтаже металлических ферм направлено на сохранение жизни и здоровья рабочих, предотвращение аварийных ситуаций, пожаров и негативного воздействия на окружающую среду.

Фрезеровка и резка торцов поясов металлических ферм выполняются с целью обеспечения точности геометрии и качественного сопряжения элементов конструкции при последующей сборке. На этапе подготовки металлоконструкций концы поясов, раскосов и стоек подготавливаются в соответствии с рабочими чертежами.

Резку производят механизированным способом – на ленточнопильных, газопламенных или плазменных установках, в зависимости от толщины и марки стали. После резки торцы подвергаются фрезеровке, которая обеспечивает идеально ровную и чистую поверхность с заданным углом, что необходимо для плотного прилегания элементов и равномерного распределения нагрузок в узлах.

Фрезеровка особенно важна при изготовлении стыков под сварку или соединение через фланцы, где требуется высокая точность обработки и минимальные отклонения от проектных размеров.

Фланцы в конструкции металлических ферм служат для создания разъёмных или сварных соединений между отдельными элементами – поясами, стойками и раскосами. Они выполняются из стальных листов, толщина которых подбирается в зависимости от расчётных усилий и типа узла. Фланцы привариваются к торцам поясов после их фрезеровки и выверки, при этом особое внимание уделяется точности совмещения отверстий под болты или шпильки, если соединение предусмотрено болтовым способом.

Для повышения надёжности и долговечности фланцевых соединений поверхности контактирующих деталей очищаются от ржавчины, окалины и загрязнений, после чего покрываются антикоррозионным грунтом или цинкосодержащим составом.

Сборка металлических ферм осуществляется на специально подготовленных стендах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве. Сначала на стапеле укладываются нижние пояса, затем устанавливаются раскосы и стойки, после чего монтируется верхний пояс. Все элементы временно закрепляются струбцинами или прихваточными сварными швами для предотвращения смещения в процессе выверки. После проверки геометрии, диагоналей и точности узлов выполняется окончательная сварка по утверждённой технологии.

При сварке важно соблюдать последовательность наложения швов, чтобы избежать коробления и деформаций металла. Сварные соединения подвергаются визуальному и, при необходимости, ультразвуковому контролю для проверки качества провара и отсутствия дефектов.

После завершения сборки фермы очищаются от шлака и окалины, а поверхности тщательно обезжириваются перед нанесением защитного покрытия. Для защиты металла от коррозии применяется многослойная система окраски, включающая грунтовочный слой и один или два слоя атмосферостойкой эмали.

## 4.8 Технико-экономические показатели ППР

«Технико-экономические показатели строительства здания:

- площадь 2016,9 м<sup>2</sup>;
- общая трудоемкость работ 2379,9 чел/дн;
- общая площадь строительной площадки 14748,6 м<sup>2</sup>;
- площадь временных зданий 171,3 м<sup>2</sup>;
- площадь складов открытых 196,3 м<sup>2</sup>;
- площадь складов закрытых 40,3 м<sup>2</sup>;
- площадь навесов 133 м<sup>2</sup>;
- количество рабочих максимальное 16 чел.;
- продолжительность строительства по графику 206 дней» [16].

Выводы по разделу.

Календарный план позволяет определить последовательность и продолжительность выполнения отдельных видов работ, оптимизировать загрузку механизмов, избежать простоев и несогласованности между различными подразделениями. Его разработка обеспечивает ритмичность строительного процесса и контроль за выполнением графика, что особенно важно при возведении крупных объектов.

Комплексное планирование и расчёт всех элементов строительного процесса – от календарного графика до размещения временной инфраструктуры – создают прочную основу для успешной реализации проекта и ввода объекта в эксплуатацию в установленные сроки.

Организация строительства позволяет достичь высокой эффективности, сократить сроки выполнения работ, снизить затраты и обеспечить надлежащее качество строительства. Это позволяет обеспечить безопасность труда, удобство перемещения рабочих и техники, а также эффективное использование территории. Особое внимание при разработке СГП уделяется размещению кранов, подъездных путей, зон складирования и установке

ограждений, что способствует снижению рисков аварий и повышению производительности труда.

На нём предусматриваются рациональные схемы размещения производственных и вспомогательных зон, транспортных путей, складов, временных зданий, инженерных коммуникаций и сетей.

Правильное определение количества и площади складов обеспечивает бесперебойное снабжение строительного процесса материалами, а организация бытовых условий способствует сохранению здоровья и повышению производственной дисциплины рабочих.

Расчёты потребности во временных сооружениях, таких как бытовые помещения, раздевалки, душевые, склады и мастерские, проводятся исходя из численности работающего персонала, объёма строительных работ и нормативных требований.

## 5 Экономика строительства

Цель раздела – рассчитать сметную стоимость объекта строительства.

Размеры в осях 55,20×37,00 м.

Здание состоит из двух перпендикулярных блоков, ширина главного корпуса составляет 18м, ширина перпендикулярно пристроенного блока – 12 м. Со стороны главного и заднего фасада по всей длине главного корпуса расположены участки временного хранения шириной 6 м.

Шаг основных колонн составляет 6 м.

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями. Крепление колонн с ростверком жесткое.

Для обеспечения жесткости здания в продольном направлении используются вертикальные крестовые связи по колоннам в центре температурного блока по всем рядам колонн. Горизонтальные связи из стальных уголков также расположены вдоль нижнего и верхнего поясов ферм.

Конструктивное решение направлено на обеспечение прочности, устойчивости и долговечности здания при одновременном снижении массы несущих конструкций. Рациональное сочетание железобетона и стали позволяет создать надёжное, технологичное и экономически эффективное сооружение, соответствующее современным требованиям по прочности, безопасности и эксплуатационной надёжности.

Бетон для монолитных конструкций принимается класса не ниже В25 по прочности на сжатие, что соответствует современным требованиям к зданиям складского назначения. Для элементов, подверженных воздействию влаги или перепадам температур, применяется бетон с повышенной водонепроницаемостью и морозостойкостью. Бетонная смесь уплотняется с помощью глубинных вибраторов, что позволяет достичь плотной структуры, высокой прочности и долговечности материала [20].

Фундаменты здания запроектированы в виде монолитных железобетонных столбчатых, которые обеспечивают надёжное восприятие нагрузок от несущих конструкций и равномерную передачу их на грунт [16]. Данный тип фундаментов выбран с учётом инженерно-геологических условий площадки строительства, характеристик грунтов и особенностей планировочной структуры здания. Столбчатые фундаменты рациональны при наличии плотных несущих слоёв на сравнительно небольшой глубине и позволяют существенно сократить объём земляных работ по сравнению с ленточными или плитными фундаментами.

Под каждую фундаментную подушку выполняется бетонная подготовка толщиной 100 мм из бетона марки В7,5. Она служит выравнивающим и защитным слоем, предотвращающим загрязнение и потерю цементного молока из основного бетона в грунт, а также способствует равномерному распределению давления на основание. Поверх подготовленного слоя устраивается гидроизоляция из рулонных полимерных материалов, укладываемых в два слоя с проклейкой швов. Гидроизоляционный слой предотвращает капиллярный подсос влаги в тело фундамента и обеспечивает защиту железобетонных конструкций от разрушения при воздействии грунтовых вод.

Колонны каркаса – стальные постоянного сечения из широкополочного двутавра по ГОСТ 57837-2017.

Привязка колонн к осям нулевая.

К крайним поперечным (торцовым) осям колонны имеют привязку 500 мм (оси 1 и 9 для основного блока шириной 18м, оси А и В – для перпендикулярно расположенного вспомогательного корпуса шириной 12 м), т.е. геометрические оси сечения колонн смещены внутрь завода от разбивочной оси на 500 мм.

Наружные стены здания выполнены двух типов.

1 тип – стеновые панели типа сэндвич с утеплителем из минераловатных плит на базальтовой основе (НТСМА) толщиной 150 мм.

Доборные элементы устанавливать:

- по технологии монтажной организации гнуть и резать по месту;
- внахлест друг на друга не менее чем на 100 мм;
- места соединения доборных элементов соединять на заклепки 4,8×10;
- при установке в углы доборные элементы гнуть в конверт.

По всем поверхностям каркаса, соприкасающимся с сэндвич-панелями, наклеить ленту герметик Абрис С-ЛБ 30×2

2 тип – кладка из керамоблоков POROTHERM 38 Thermo, не требующих утепления, толщиной 380мм.

Внутренние стены здания – из керамических блоков толщиной 380 мм.

Блоки кладутся определенным способом, максимально сохраняющим тепло. Горизонтальные швы заделываются специальным клеем, их толщина не превышает 3 мм. Вертикальные швы и вовсе отсутствуют, поскольку блоки стыкуются друг с другом по схеме «паз-гребень» и не требуют заделки раствором или клеевым составом.

Для укрепления стен через каждые 3-4 ряда необходимо прокладывать арматуру (диаметр 6-8 мм).

Перегородки выполняются из керамических блоков толщиной 120 мм.

Перекрытие над бытовыми помещениями – монолитное из бетона класса В20 толщиной 200 мм.

Под участок сортировки вторсырья выполняется по профилированному настилу С44-1000-0.7.

Фермы стропильные металлические из уголков пролетом 18м для основного блока здания и для вспомогательного, перпендикулярно расположенного к основному блоку цеха, шириной 12м, выполненные по серии 1.263.2-4.

По фермам устраиваются прогоны из швеллеров №16 - приняты по ГОСТ 8240-89.

Современные светопрозрачные конструкции, к которым относятся ПВХ окна, представляют собой сложные инженерные системы, предназначенные для обеспечения естественного освещения, термического сопротивления и акустического комфорта в зданиях различного назначения. ПВХ-окна изготавливаются из поливинилхлоридных профилей с многокамерной структурой. Армирование стальными вкладышами обеспечивает необходимую прочность и устойчивость к ветровым нагрузкам. Крупноформатные светопрозрачные конструкции из ПВХ-профилей, рассчитанные на значительные статические и динамические воздействия, с возможностью создания сложных геометрических форм.

Требования к работам по остеклению регламентируются комплексом нормативных документов. Ключевым аспектом является подготовка оконных проемов, которая включает проверку геометрических параметров (отклонения не более 3 мм на 1 м длины), устранение локальных неровностей и обработку поверхностей грунтовками глубокого проникновения. Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм, при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм. Особое внимание уделяется устройству монтажных швов, которые формируются трехслойными системами с наружным паропроницаемым слоем из полиуретановой ленты ПСУЛ, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент. При этом дополнительно учитываются требования к несущей способности, которые воспринимают ветровые нагрузки, а также компенсируют температурные деформации посредством специальных компенсаторов. Контроль качества остекления включает проверку плоскостности установки (допустимое отклонение 1,5 мм на 1 м длины), равномерность ширины монтажных зазоров и герметичность примыканий, проверяемую методом аэродинамических испытаний.

Кровля – скатная. Материал кровли для главного корпуса завода - из сэндвич панели типа Trimoterm толщиной 120 мм, для вспомогательного, перпендикулярно расположенного корпуса и над участками временного хранения вдоль основного блока здания – из профилированного настила марки С60-1000-0.7. Уклон кровли 8 и 12 градусов.

Водоотвод запроектирован наружный организованный.

Стекающая с кровли вода по желобам отводится к наружным водосточным трубам. Система водоотвода состоит из горизонтальных подвесных желобов, прикреплённых к карнизу, вертикальных водосточных труб и сливов, посредством которых вертикальные элементы водосточной системы соединяются с горизонтальными элементами.

Архитектурно-художественное решение здания с применением сэндвич-панелей представляет собой гармоничное сочетание функциональности, эстетики и современных строительных технологий. Фасад здания проектируется с учетом масштаба и окружающего ландшафта, где лаконичные формы и чистые линии подчеркивают промышленный характер объекта, но при этом визуально облегчают его объем.

Цветовая гамма выбирается исходя из практических и эстетических соображений, для стен применяются сэндвич-панели спокойных, натуральных оттенков, которые не только маскируют загрязнения, но и органично вписываются в природное окружение.

Декоративные элементы, такие как контрастные ребра жесткости, ленты окон с антивандальным остеклением или динамичные козырьки над воротами, добавляют фасаду ритм и выразительность, разбивая монотонность крупных плоскостей.

Фактура поверхности панелей может варьироваться от гладкой до имитации натуральных материалов, что придает зданию более дорогой и статусный вид без ущерба для долговечности. Важным аспектом является интеграция освещения – линейные светодиодные профили, встроенные в карнизы или вдоль углов здания, не только обеспечивают безопасность в

темное время суток, но и создают световые акценты, подчеркивающие геометрию постройки.

Кровля из сэндвич-панелей с уклоном организуется таким образом, чтобы обеспечить эффективный водосток, а ее цвет выбирается темнее стен для зрительного уменьшения высоты и устойчивости композиции.

Входная группа и зона погрузки оформляются с использованием козырьков и навесов из тех же материалов, обеспечивая единство стиля, а ландшафтное благоустройство с посадками неприхотливых кустарников и трав завершает общий архитектурный замысел, смягчая строгость промышленного объекта и делая его частью экосистемы.

«Расчет стоимости объекта строительства: показатель умножается на полученную площадь объекта строительства и на поправочные коэффициенты, учитывающие изменения стоимости строительства по формуле 22:

$$C = 20 \times 11885.4 \times 0,85 \times 1,0 = 202051.8 \text{ тыс. руб,} \quad (22)$$

где 1,0 – ( $K_{пер}$ ) коэффициент перехода от стоимостных показателей базового района (Московская область), (п. 31 технической части сборника 01 НЦС 81-02-05-2025, таблица 1);

1.0 – ( $K_{рег1}$ ) коэффициент, учитывающий изменение стоимости строительства на территории субъекта Российской Федерации» [11].

Сметные расчеты определения стоимости, благоустройства и озеленения территории проектируемого объекта представлены в таблицах В.1, В.2 и В.3, приложения В.

Основные показатели стоимости строительства представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные показатели стоимости строительства

«Наименование показателей	Единицы измерения	Обоснование	Результат» [11]
«Продолжительность строительства	мес.	по проекту	10
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	по проекту	2016,9
Объем здания	м <sup>3</sup>	по проекту	16823
Сметная стоимость общестроительных работ	тыс. руб.	сводный расчет	213139,2
Сметная стоимость строительства с НДС	тыс. руб.	-	255767
Стоимость 1 м <sup>2</sup>	тыс. руб./м <sup>2</sup>	255767/2016,9	126,8
Стоимость 1 м <sup>3</sup> » [11]	тыс. руб./м <sup>3</sup>	255767/16823	15,2

Выводы по разделу.

Составлены сводный сметный расчет, объектные сметные расчеты на основной объект строительства, благоустройство и озеленение. Определены технико-экономические показатели стоимости строительства [11].

## 6 Безопасность и экологичность технического объекта

### 6.1 Характеристика рассматриваемого технического объекта

Паспорт технологического процесса представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Технологический паспорт объекта

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование устройство, приспособление	Материал, вещества
Устройство монолитного фундамента	Монтаж опалубки; вязка арматурных стержней; заливка бетонного раствора в опалубку; набор прочности.	Бетонщик, арматурщик, плотник, машинист крана, помощник машиниста.	Стойка; щиты опалубки; строп двухветвевой и четырехветвевой; вибратор поверхностный; стреловой кран бетононасос	Смесь бетонная; щиты опалубки; арматурные стержни; вода» [7]

На основании паспорта разрабатываю остальные части раздела безопасности.

### 6.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 11 приводится наименование производственной технологической операции, осуществляемой на проектируемом объекте, наименование возникающих опасных и вредных производственно-технологических факторов и наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования» [7].

Таблица 11 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора	Опасности/опасные события» [7]
1	2	3	4
Возведение фундамента	Движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего	Автокран	Подвижные части машин и механизмов
	Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	Автокран	Снижение остроты слуха, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума
	Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты»	Работа у бровки котлована, крае столбчатого фундамента	Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности
	Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха и аэрозольным составом воздуха	Автокран	Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны

После идентификации рисков разработаем методы и средства снижения рисков.

### 6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 12 приведены методы снижения вредных факторов.

Таблица 12 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор»	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения	Средства индивидуальной защиты работника» [7]
1	2	3
<p>Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты</p>	<p>Использование поручня или иных опор; Исключение нахождения на полу посторонних предметов, их своевременная уборка; Устранение или предотвращение возникновения беспорядка на рабочем месте; Обеспечение достаточного уровня освещенности и контрастности на рабочих местах (в рабочих зонах): уровня освещения, контраста, отсутствия иллюзий восприятия; Выполнение инструкций по охране труда; Обеспечение специальной (рабочей) обувью</p>	<p>«Стропальщик: «одежда специальная для защиты от возможного захвата движущимися частями механизма; средства индивидуальной защиты головы: головные уборы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (истирания); противошумные наушники и их комплектующие; изолирующие лицевые части (маски, полумаски, четверть маски) для средств индивидуальной защиты (используемые совместно со сменными фильтрами) Плотник: «одежда специальная для защиты от возможного захвата движущимися частями механизма; средства индивидуальной защиты головы: головные уборы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (истирания); противошумные наушники и их комплектующие» [7]</p>
<p>Движущиеся твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего</p>	<p>Использование блокировочных устройств; Применение средств индивидуальной защиты - специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; Применение комплексной защиты.</p>	<p>«Стропальщик: «одежда специальная для защиты от возможного захвата движущимися частями механизма; средства индивидуальной защиты головы: головные уборы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (истирания); противошумные наушники и их комплектующие» [7]</p>

Методы и средства снижения производственных факторов, позволяют повысить безопасность производства работ.

#### 6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«В таблице 13 проводится идентификация источников потенциального возникновения пожара» [7].

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Площадка возведения здания	Автокран	Класс А, класс Е	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок» [7]

«Необходимо подобрать использование достаточно эффективных организационно-технических методов и технических средств, предпринятых для защиты от пожара» [7]. Средства обеспечения пожарной безопасности представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения»	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты	Пожарный инструмент	Пожарная сигнализация, связь
Переносные (тип 2А 15 шт. и 55В 15 шт.) огнетушители, пожарные щиты типа ЩП-А (2 шт.) и типа ЩП-Е (2 шт.)	Напорные и всасывающие рукава, пожарные гидранты	Средства защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы. Пути эвакуации	Лом, багор, крюк, комплект для резки электропроводов, покрывало, лопата, емкость для хранения воды 0,2 м <sup>3</sup> , ящик с песком	Связь со службами спасения по номера м: 112, 01» [7]

«В соответствии с видами выполняемых строительно-монтажных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 15 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара» [7].

Таблица 15 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса»	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу
Проектируемое здание	Акустическое воздействие, Загрязнение биосферы выхлопными газами, запыление атмосферы продуктами строительства.	Стойка; щиты опалубки; вибратор поверхностный, стреловой кран, бетононасос	Отходы, получаемые в ходе мойки колес автотранспорта	Эстакада для мойки колес на стройплощадке; бетонное покрытие для контейнеров для сбора мусора» [7]

«В таблице 15 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара» [7].

## 6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта

Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемым проектируемым зданием, приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

«Наименование объекта»	Завод» [7]
1	2
Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на атмосферу	-не допускается открытое хранение и перевозка сыпучих и пылящих материалов без специальных защитных материалов или увлажнения; -при выгрузке сыпучих грузов (песок, щебень, ПГС) необходимо проводить увлажнение выгружаемого строительного материала;
Мероприятия по снижению воздействия на гидросферу	«- слив воды от промывки и гидроиспытаний трубопроводов (инженерных коммуникации) предусмотреть в привозные емкости; -установление персональной ответственности за выполнение мероприятий» [7]

Выводы по разделу.

В результате выполнения раздела, разработаны следующие мероприятия:

- применение комплексной защиты. Дистанционное управление производственным оборудованием, применяемого в опасных для нахождения человека зонах работы машин;
- осуществление контроля и регулирование работы опасного производственного оборудования из удаленных мест;
- применение предупредительной сигнализации, контрольно-измерительных приборов и автоматики.

## Заключение

По заданию разработана выпускная работа с пояснительной запиской и чертежами.

Выполнено проектирование здания с пролетами, позволяющими организовать эффективное пространство, обеспечена естественная и механическая вентиляция для предотвращения гниения и повреждения отходов, устроены напольные покрытия устойчивые к нагрузкам от погрузочной техники, и внедрены системы мониторинга микроклимата.

Результаты расчета позволяют законструировать элементы фермы, которые обеспечивают надежную работу конструкции при минимальном расходе металла. На чертеже расчетного раздела представлена проектируемая конструкция фермы, которая законструирована согласно требованиям и методическим рекомендациям к расчетам. В пояснительной записке представлены расчеты согласно действующему своду правил.

Разработанная карта на монтажные работы применяется в условиях строительной площадки, при температуре воздуха, допустимой для проведения сварочных и монтажных работ, а также при использовании кранов соответствующей грузоподъемности. Детально прописана последовательность операций, необходимые механизмы, инструменты, приспособления для временного закрепления и выверки, а также состав бригады. Монтаж проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями, обеспечивает надежность и долговечность несущего каркаса здания.

Календарный план позволяет определить последовательность и продолжительность выполнения отдельных видов работ, оптимизировать загрузку механизмов, избежать простоев и несогласованности между различными подразделениями. Его разработка обеспечивает ритмичность строительного процесса и контроль за выполнением графика, что особенно важно при возведении крупных объектов.

Строительный генеральный план служит основой для правильной организации строительной площадки. На нём предусматриваются рациональные схемы размещения производственных и вспомогательных зон, транспортных путей, складов, временных зданий, инженерных коммуникаций и сетей. Это позволяет обеспечить безопасность труда, удобство перемещения рабочих и техники, а также эффективное использование территории. Особое внимание при разработке уделяется размещению кранов, подъездных путей, зон складирования и установке ограждений, что способствует снижению рисков аварий и повышению производительности труда.

Расчёты потребности во временных сооружениях, таких как бытовые помещения, раздевалки, душевые, склады и мастерские, проводятся исходя из численности работающего персонала, объёма строительных работ и нормативных требований. Правильное определение количества и площади складов обеспечивает бесперебойное снабжение строительного процесса материалами, а организация бытовых условий способствует сохранению здоровья и повышению производственной дисциплины рабочих.

Кроме того, в рамках организации строительства разрабатываются мероприятия по охране труда, пожарной и экологической безопасности, направленные на предотвращение травматизма, аварийных ситуаций и негативного воздействия на окружающую среду.

Составлен сводный сметный расчет, объектные сметные расчеты на основной объект строительства, благоустройство и озеленение.

По безопасности строительства предусматриваются мероприятия, направленные на локализацию и снижение временного антропогенного воздействия строительства на окружающую среду.

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. ГЭСН 81-02-2020. Сб. 1,5-12, 15, 26. Введ. 2008.17.11. М. : Изд-во Госстрой России, 2020.
2. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Введ. 01.07.2015. М. : Стандартиформ, 2019. 27 с.
3. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Взамен ГОСТ 26633-2012. Введ. 01.09.2016. Москва : Стандартиформ, 2017. 12 с.
4. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. Взамен ГОСТ 10884-94. Введ. 01.01.2019. Москва : Стандартиформ, 2017. 42с.
5. Крамаренко А.В. Схемы допускаемых отклонений при выполнении строительно-монтажных работ [Электронный ресурс] : электрон. учеб. наглядное пособие. ТГУ. 2019. 67 с. URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/11510> (дата обращения: 04.09.2025).
6. Курнавина С. О. Расчеты железобетонных конструкций с применением программных комплексов [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. МИСИ-МГСУ. 2021. 142 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/179193> (дата обращения: 04.09.2025).
7. Леонтьева С. В. Безопасность производственных процессов и труда [Электронный ресурс] : методические указания. Москва : РТУ МИРЭА. 2021. 36 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/226598> (дата обращения: 04.09.2025).
8. Михайлов А.Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Инфра-Инженерия. 2020. 300 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167781> (дата обращения: 04.09.2025).

9. Михайлов А.Ю. Организация строительства. Стройгенплан [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Москва : Инфра-Инженерия. 2020. 176 с. URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168492> (дата обращения: 04.09.2025).

10. Олейник П.П. Организация строительного производства : подготовка и производство строительного-монтажных работ [Электронный ресурс] : учебное пособие. МИСИ-МГСУ. 2020. 96 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/101806.html> (дата обращения: 04.09.2025).

11. Плотникова И. А., Сорокина И. В. Сметное дело в строительстве [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Саратов. Ай Пи Эр Медиа. 2021. 187 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/70280.html> (дата обращения: 04.09.2025).

12. Плешивцев А.А. Технология возведения зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ай Пи Ар Медиа. 2020. 443 с. : URL: <http://www.iprbookshop.ru/89247.html> (дата обращения: 04.09.2025).

13. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Введ. 04.06.2017. М. : Минрегион России. 2017. 136 с.

14. СП 48.13330.2019. Организация строительства (Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004) [Электронный ресурс]. Введ. 06.25.2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/564542209> (дата обращения: 04.09.2025).

15. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 01.07.2013. М. : Минрегион России. 2013. 96с.

16. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Введ. 28.08.2017. М. : Минрегион России. 2017. 58с.

17. СП 56.13330.2021. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. Введ. 06.04.2021. Москва: Минрегион России, 2021. 62 с.

18. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. Введ. 28.11.2018. М. : Минрегион России. 2018. 121с.

19. Соловьев А. К. Проектирование зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учебное пособие. Москва : МИСИ-МГСУ. 2020. 76 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/165191> (дата обращения: 04.09.2025).

20. Темников, В. Г. Металлические конструкции. Примеры расчета и конструирования элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие. Иркутск : ИРНИТУ. 2019. 238 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/216992> (дата обращения: 04.09.2025).

21. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 28.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). URL: <http://rulings.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ> (дата обращения: 04.09.2025).

22. Тошин Д. С. Промышленное и гражданское строительство. Выполнение бакалаврской работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. ТГУ. 2020. 50 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/167153> (дата обращения: 04.09.2025).

23. Туснин А.Р. Проектирование и расчет металлических конструкций [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Москва : МИСИ-МГСУ. 2020. 58 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/149251> (дата обращения: 04.09.2025).

24. Шишканова, В. Н. Определение сметной стоимости строительства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. ТГУ. 2022. 224 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/316862> (дата обращения: 04.09.2025).

Приложение А  
**Сведения по архитектурным решениям**

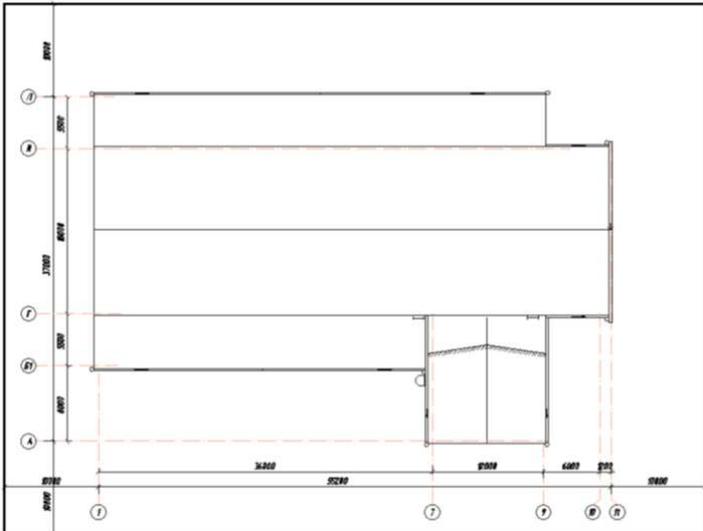
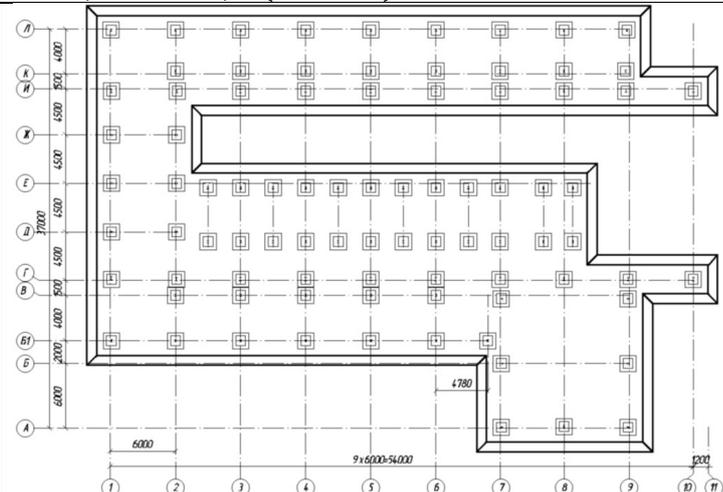
Таблица А.1 – Ведомость внутренней отделки помещений

Наименование или номер помещения	Потолок		Стены или перегородки	
	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки
Все помещения кроме санузлов и душевых	Побелка	1971,53	Штукатурка и покраска	28771,2
Санузлы и душевые	Побелка	45,40	Облицовка керамической плиткой на всю высоту	71,56

## Приложение Б

### Сведения по организационным решениям

Таблица Б.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

«Наименование работ»	Ед. изм.	Кол-во	«Примечание» [1]
1	2	3	4
<b>I. Земляные работы</b>			
«Планировка площадки бульдозером»	1000 м <sup>2</sup>	4,29	 $F = (55,2 + 20) \cdot (37 + 20) = 4286,4 \text{ м}^2$
Разработка котлована экскаватором «обратная лопата»  -навымет  -с погрузкой» [1]	1000 м <sup>3</sup>	2,75  0,2	 $H_k = 1,8 \text{ м}$ $\text{Суглинок} - m = 0,5$ $F_H = 1428,48 \text{ м}^2$ $F_B = 1691,17 \text{ м}^2$ $V_k = \frac{1}{3} \cdot 1,8 \cdot (1428,48 + 1691,17 + \sqrt{1428,48 \cdot 1691,17}) = 2804,36 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
			$V_{зас}^{обр} = (V_k - V_{констр}) \cdot k_p = (2804,36 - 187,4) \cdot 1,05 = 2747,8 \text{ м}^3$ $V_{изб} = V_k \cdot k_p - V_{зас}^{обр} = 2804,36 \cdot 1,05 - 2747,8 = 196,78 \text{ м}^3$ $V_{констр} = V_{подг}^{бетон} + V_{ФМС} = 24,85 + 162,54 = 187,4 \text{ м}^3$
«Ручная зачистка дна котлована	100 м <sup>3</sup>	1,4	$V_{р.з.} = 0,05 \cdot V_k = 0,05 \cdot 2804,36 = 140,22 \text{ м}^3$
Уплотнение грунта вибротрамбовкой	1000 м <sup>3</sup>	0,36	$F_{упл.} = F_n = 1428,48 \text{ м}^2$ $V_{упл.} = 1428,48 \cdot 0,25 = 357,12 \text{ м}^3$
Обратная засыпка бульдозером» [12]	1000 м <sup>3</sup>	2,75	$V_{зас}^{обр} = 2747,8 \text{ м}^3$
<b>II. Основания и фундаменты</b>			
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м <sup>3</sup>	0,25	$V_{подг}^{бетон} = 1,7 \cdot 1,7 \cdot 86 \cdot 0,1 = 24,85 \text{ м}^3$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м <sup>3</sup>	1,63	$V_{ФМС} = (1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,5) \cdot 86 = 162,54 \text{ м}^3$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя монолитных столбчатых фундаментов» [12]	100 м <sup>2</sup>	6,19	$F_{гид}^{вер} = F_{опал.фунд.} = (1,5 \cdot 0,3 \cdot 4 + 1,5 \cdot 0,9 \cdot 4) \cdot 86 = 619,2 \text{ м}^2$
<b>III. Надземная часть</b>			
«Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т	32,32	Металлические колонны двутаврового сечения по ГОСТ 57837-2017: 30К2, L= 7400 мм, M = 0,718 т (20 шт.); 20К2, L= 7100 мм, M = 0,354 т (1 шт.); 20К2, L= 7600 мм, M = 0,394 т (8 шт.); 20К2, L= 6800 мм, M = 0,339 т (9 шт.); 20К2, L= 3200 мм, M = 0,160 т (24 шт.); 20К2, L= 6050 мм, M = 0,302 т (6 шт.); 20К2, L= 5150 мм, M = 0,257 т (7 шт.); 18ДК3, L= 7400 мм, M = 0,658 т (6 шт.); $M = 0,718 \cdot 20 + 0,354 + 0,394 \cdot 8 + 0,339 \cdot 9 + 0,16 \cdot 24 + 0,302 \cdot 6 + 0,257 \cdot 7 + 0,658 \cdot 6 = 32,32 \text{ т}$
Монтаж металлических связей по колоннам» [12]	т	0,8	Металлические связи из уголков по ГОСТ 8509-93: ∟63х6, L= 9260 мм, M = 0,106 т (2 шт.); ∟63х6, L= 8400 мм, M = 0,096 т (2 шт.); ∟63х6, L= 8920 мм, M = 0,102 т (1 шт.); ∟63х6, L= 9530 мм, M = 0,109 т (1 шт.); ∟63х6, L= 7780 мм, M = 0,089 т (1 шт.); ∟63х6, L= 8380 мм, M = 0,096 т (1 шт.);

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
			$M = 0,106*2+0,096*2+0,102+0,109+0,089+0,096 = 0,8 \text{ т}$
«Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 18 м и 12 м	т	15,02	Фермы стропильные металлические из уголков пролетом 18м и 12м по серии 1.263.2-4: ФС1, L=18000 мм, M = 1,246 т (10 шт.); ФС2, L=12000 мм, M = 0,854 т (3 шт.); $M_{\text{общ}} = 1,246*10+0,854*3 = 15,02 \text{ т}$
Монтаж металлических связей по фермам	т	0,67	Металлические связи из уголков по ГОСТ 8509-93: $\angle 63 \times 6$ , L= 3770 мм, M = 0,043 т (10 шт.); $\angle 63 \times 6$ , L= 3500 мм, M = 0,040 т (6 шт.); $M = 0,043*10+0,04*6 = 0,67 \text{ т}$
Монтаж металлических балок	т	1,984	Металлические балки из двутавра №20 по ГОСТ 57837-2017: 20Б1, L= 5800 мм, M = 0,124 т (16 шт.); $M_{\text{общ}} = 0,124*16 = 1,984 \text{ т}$
Монтаж металлических прогонов	т	18,14	Металлические прогоны приняты по ГОСТ 8240-97 из швеллера №16: ПР1, L=1296 м.п., M = 0,014 т $M_{\text{общ}} = 1296*0,014 = 18,14 \text{ т}$
Устройство монолитной плиты перекрытия в осях 8-11/Г-Е на отм. +2,700 и +5,780	100 м <sup>3</sup>	0,44	$V_{\text{плит пер.}} = 8,74 * 12,51 * 0,2 * 2 = 43,73 \text{ м}^3$
Монтаж перекрытий из сэндвич-панелей толщиной 120 мм в осях 1-2/Д-Е на отм. +2,700 и +5,780	100 м <sup>2</sup>	0,66	$F_{\text{плит пер.}} = 6 * 5,5 * 2 = 66 \text{ м}^2$
Монтаж перекрытия из профилированного настила в осях 2-8/Д-Е на отм. +3,000	100 м <sup>2</sup>	1,87	$F_{\text{плит пер.}} = 36 * 5,2 = 187,2 \text{ м}^2$
Устройство лестничных клеток из сборных ж/б ступеней по металлическим двутаврам	100 м <sup>2</sup>	0,25	Косоуры из двутавра №16 по ГОСТ 57837-2017: Кс-1т, 24Ш1, L=48,4 м.п., M = 0,027 т $M_{\text{общ}} = 0,027*48,4 = 1,307 \text{ т}$ Ступень ЛС-11-2 по ГОСТ 8717-2016 – 36 шт. $M_{\text{общ}} = 0,115*36 = 4,14 \text{ т}$ $S = 4,2*1,5*4 = 25,2 \text{ м}^2$
Монтаж наружных стеновых панелей типа сэндвич толщиной 150 мм» [12]	100 м <sup>2</sup>	15,3	$S_{\text{наруж.ст.}} = (6,3+3,5+6,2+5,95+18+6+17,55+5,5+7,2*2+13,5+12*2+30+4,5+5,5+6*2)*9,85 = 172,9*9,85 = 1703,06 \text{ м}^2$ $S_{\text{ворот}} = 4,2*4,2+3*3,1+4,25*3,9+3,5*3,6 = 56,12 \text{ м}^2$ $S_{\text{дв}} = 2,1*1,0*2+2,1*0,9 = 6,09 \text{ м}^2$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
			$S_{ок} = 5,25*0,9*18+1,2*1,2+4,5*0,9*6 = 110,8 \text{ м}^2$ $S_{нар.ст.} = S_{наруж.ст.} - S_{ворот} - S_{дв} - S_{ок} =$ $= 1703,06 - 56,12 - 6,09 - 110,8 = 1530,05 \text{ м}^2$
«Кладка наружных стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	61,44	$S_{наруж.ст.} = 18,5*8,74 = 161,69 \text{ м}^2$ $V_{кладки} = 161,69*0,38 = 61,44 \text{ м}^3$
Кладка внутренних стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	62,32	На отм. +0,000: $S_{вн.ст.} = (11,24*2+5,72+3,04+5,97)*2,7 = 100,47 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 2,1*1,0*3 = 6,3 \text{ м}^2$ $V_{кладки} = (100,47 - 6,3)*0,38 = 35,78 \text{ м}^3$ На отм. +3,000: $S_{вн.ст.} = (11,24*2+5,72)*2,7 = 76,14 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 2,1*1,0*3 = 6,3 \text{ м}^2$ $V_{кладки} = (76,14 - 6,3)*0,38 = 26,54 \text{ м}^3$ $V_{кладки общ.} = 35,78+26,54 = 62,32 \text{ м}^3$
Кладка внутренних перегородок из керамоблоков толщиной 120 мм	100м <sup>2</sup>	1,62	На отм. +0,000: $S_{вн.пер.} = (5,72+4,94+5,93+3,02*4+1,4*2)*2,7 = 84,97 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 2,1*1,0*8 = 16,8 \text{ м}^2$ $S_{вн.пер.} = S_{вн.пер.} - S_{дв} = 84,97 - 16,8 = 68,17 \text{ м}^2$ На отм. +3,000: $S_{вн.пер.} =$ $(2,73*3+8,74+1,57+4,45+3,4*2+5,8)*2,7=96 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 2,1*1,0 = 2,1 \text{ м}^2$
Устройство железобетонных пандусов» [12]	100м <sup>3</sup>	0,11	$V_{пандусов} = (11,4 * 2 + 6 * 2 * 2 + 4,5 * 2) * 0,2 = 11,16 \text{ м}^3$
IV. Кровля			
«Монтаж кровельных панелей типа сэндвич толщиной 120 мм в осях 2-11/Г-И	100м <sup>2</sup>	8,86	$F_{кровли} = 49,2*18 = 885,6 \text{ м}^2$
Монтаж профилированного настила в осях 1-9/А-Г и 1-9/И-Л	100м <sup>2</sup>	5,97	$F_{кровли} = 12*13,5+30*5,5+29*6+42*5,5 = 597 \text{ м}^2$
Устройство металлической водосточной системы: воронок» [12]	шт.	8	8 шт.

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб» [12]	м	137,4	$L = 55,2*2+13,5*2 = 137,4$ м
V. Полы			
«Уплотненный песок толщиной 300мм	100м <sup>2</sup>	16,59	Все помещения первого этажа $S_{\text{пола}} = 1614 + 45,4 = 1659,4$ м <sup>2</sup>
Устройство подстилающего слоя из бетона толщиной 100мм	м <sup>3</sup>	165,9 4	Все помещения первого этажа $S_{\text{пола}} = 1614 + 45,4 = 1659,4$ м <sup>2</sup> $V_{\text{пола}} = 1659,4 * 0,1 = 165,94$ м <sup>3</sup>
Устройство теплоизоляции из пенополистирола толщиной 100мм	100м <sup>2</sup>	16,59	Все помещения первого этажа $S_{\text{пола}} = 1614 + 45,4 = 1659,4$ м <sup>2</sup>
Устройство теплоизоляции из минераловатных плит толщиной 240мм	100м <sup>2</sup>	2,33	Участок сортировки вторсырья $S_{\text{пола}} = 233,3$ м <sup>2</sup>
Устройство разделительного слоя из иглопробивного геотекстиля	100м <sup>2</sup>	16,59	Все помещения первого этажа $S_{\text{пола}} = 1614 + 45,4 = 1659,4$ м <sup>2</sup>
Устройство гидроизоляции из ПВХ-мембраны	100м <sup>2</sup>	16,59	Все помещения первого этажа $S_{\text{пола}} = 1614 + 45,4 = 1659,4$ м <sup>2</sup>
Устройство монолитной плиты из бетона класса В20, армированной сеткой толщиной 100мм	100м <sup>2</sup>	16,14	Все помещения первого этажа, кроме санузлов и душевых $S_{\text{пола}} = 1614$ м <sup>2</sup>
Устройство покрытия пола из керамической плитки	100м <sup>2</sup>	1,1	Санузлы и душевые 1 этажа, все помещения 2 этажа, кроме участка сортировки вторсырья $S_{\text{пола}} = 45,4 + 64,23 = 109,63$ м <sup>2</sup>
Устройство покрытия пола из рифленой стали» [12]	100м <sup>2</sup>	2,33	Участок сортировки вторсырья $S_{\text{пола}} = 233,3$ м <sup>2</sup>

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
<b>VI. Окна и двери</b>			
«Установка оконных блоков	100м <sup>2</sup>	1,11	Блоки пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013: ОП В2 5250-900 – 18 шт.; ОП В2 1200-1200 – 1 шт.; ОП В2 4500-900 – 6 шт.; $S_{ок} = 5,25*0,9*18+1,2*1,2+4,5*0,9*6 = 110,8 \text{ м}^2$
Установка дверных блоков	100м <sup>2</sup>	0,38	В наружных стеновых панелях типа сэндвич толщиной 150 мм: ДСН,А,Оп,Л,Прг,Н,П2лс,М3,О - 2100х1000 – 2шт. ДСН,А,Оп,Л,Прг,Н,П2лс,М3,О - 2100х900 – 1шт. $S_{дв} = 2,1*1,0*2+2,1*0,9 = 6,09 \text{ м}^2$ В внутренних стенах из керамоблоков толщиной 380 мм: ДПМ-01/30 (2100х1000) – 6 шт. $S_{дв} = 2,1*1,0*6 = 12,6 \text{ м}^2$ В внутренних перегородках из керамоблоков толщиной 120 мм: ДПМ-01/30 (2100х1000) – 9 шт. $S_{дв} = 2,1*1,0*9 = 18,9 \text{ м}^2$ $S_{общ} = 6,09+12,6+18,9 = 37,6 \text{ м}^2$
Установка металлических ворот» [12]	100м <sup>2</sup>	0,56	В-4,2х4,2 – 1 шт.; В-3,0х3,1 – 1 шт.; В-4,25х3,9 – 1 шт.; В-3,5х3,6 – 1 шт.; $S_{ворот} = 4,2*4,2+3*3,1+4,25*3,9+3,5*3,6 = 56,12 \text{ м}^2$
<b>VII. Отделочные работы</b>			
«Оштукатуривание внутренних стен	100м <sup>2</sup>	28,71	Все помещения кроме санузлов и душевых $S = 2871,2 \text{ м}^2$
Побелка потолков	100м <sup>2</sup>	20,17	Все помещения $S = 1971,53+45,4 = 2016,93 \text{ м}^2$
Окраска внутренних стен	100м <sup>2</sup>	28,71	Все помещения кроме санузлов и душевых $S = 2871,2 \text{ м}^2$
Облицовка внутренних стен керамической плиткой» [12]	100м <sup>2</sup>	0,72	Санузлы и душевые $S = 71,56 \text{ м}^2$
<b>VIII. Благоустройство территории</b>			
«Устройство отмостки	100м <sup>2</sup>	1,73	$S = 172,9 \text{ м}^2$
Засев газонов» [12]	100м <sup>2</sup>	141	$S = 14100 \text{ м}^2$

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Посадка деревьев лиственных	10шт.	8,9	$N = 89$ шт.
Установка бортового камня	100 м	7,8	$L = 780$ м
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов» [12]	1000 м <sup>2</sup>	8,7	$S = 8700$ м <sup>2</sup>

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.2 – Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

«Работы»			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ» [9]
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основания и фундаменты</b>						
«Устройство бетон-ной подготовки толщиной 100 мм	м <sup>3</sup>	24,85	Бетон В7,5	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{24,85}{59,64}$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м <sup>2</sup>	619,2	Опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{619,2}{6,192}$
	т	6,014	Арматура	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{162,54}{6,014}$
	м <sup>3</sup>	162,54	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{162,54}{390,1}$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов» [12]	м <sup>2</sup>	619,2	Битумная мастика AquaMast в два слоя	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{1238,4}{1,858}$
<b>Надземная часть</b>						
«Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т» [12]	шт.	20	Металлические колонны двутаврового сечения по ГОСТ 57837-2017: 30К2, L= 7400 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,718}$	$\frac{20}{14,36}$
	шт.	1	20К2, L= 7100 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,354}$	$\frac{1}{0,354}$
	шт.	8	20К2, L= 7600 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,394}$	$\frac{8}{3,152}$
	шт.	9	20К2, L= 6800 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,339}$	$\frac{9}{3,051}$
	шт.	24	20К2, L= 3200 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,16}$	$\frac{24}{3,84}$
	шт.	6	20К2, L= 6050 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,302}$	$\frac{6}{1,812}$
	шт.	7	20К2, L= 5150 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,257}$	$\frac{7}{1,799}$
	шт.	6	18ДК3, L= 7400 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,658}$	$\frac{6}{3,948}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж металлических связей по колоннам	шт.	2	Металлические связи из уголков по ГОСТ 8509-93: $\perp 63 \times 6$ , L= 9260 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,106}$	$\frac{2}{0,212}$
	шт.	2	$\perp 63 \times 6$ , L= 8400 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,096}$	$\frac{2}{0,192}$
	шт.	2	$\perp 63 \times 6$ , L= 8920 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,102}$	$\frac{2}{0,204}$
	шт.	1	$\perp 63 \times 6$ , L= 9530 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,109}$	$\frac{1}{0,109}$
	шт.	1	$\perp 63 \times 6$ , L= 7780 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,089}$	$\frac{1}{0,089}$
	шт.	1	$\perp 63 \times 6$ , L= 8380 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,096}$	$\frac{1}{0,096}$
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 18 м и 12 м	шт.	10	Фермы стропильные металлические из уголков пролетом 18м и 12м по серии 1.263.2-4: ФС1, L=18000 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,246}$	$\frac{10}{12,46}$
	шт.	3	ФС2, L=12000 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,854}$	$\frac{3}{2,562}$
Монтаж металлических связей по фермам	шт.	10	Металлические связи из уголков по ГОСТ 8509-93: $\perp 63 \times 6$ , L= 3770 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,043}$	$\frac{10}{0,43}$
	шт.	6	$\perp 63 \times 6$ , L= 3500 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,04}$	$\frac{6}{0,24}$
Монтаж металлических балок	шт.	16	Металлические балки из двутавра №20 по ГОСТ 57837-2017: 20Б1, L= 5800 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,124}$	$\frac{16}{1,984}$
Монтаж металлических прогонов	м.п.	1296	Металлические прогоны приняты по ГОСТ 8240-97 из швеллера №16: ПР1, L=1296 м.п	$\frac{\text{м.п.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,014}$	$\frac{1296}{18,14}$
Устройство монолитной плиты перекрытия в осях 8-11/Г-Е на отм. +2,700 и +5,780» [12]	м <sup>2</sup>	218,65	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{218,65}{2,187}$
	т	1,618	Арматура	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{43,73}{1,618}$
	м <sup>3</sup>	43,73	Бетон В25	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{43,73}{104,95}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж перекрытий из сэндвич-панелей толщиной 120 мм в осях 1-2/Д-Е на отм. +2,700 и +5,780	м <sup>2</sup>	66	Сэндвич-панели толщиной 120 мм полной заводской готовности	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,019}$	$\frac{66}{1,254}$
Монтаж перекрытия из профилированного настила в осях 2-8/Д-Е на отм. +3,000	м <sup>2</sup>	187,2	Профилированный настил марки С60-1000-0.7	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{187,2}{1,872}$
Устройство лестничных клеток из сборных ж/б ступеней по металлическим двутаврам	т	1,307	Косоуры из двутавра 24Ш по ГОСТ 57837-2017: Кс-1т, 24Ш, L=30,1	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,027}$	$\frac{30,1}{1,307}$
	шт.	36	Ступень ЛС-11-2 по ГОСТ 8717-2016	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,115}$	$\frac{36}{4,14}$
Монтаж наружных стеновых панелей типа сэндвич толщиной 150 мм полной заводской готовности	м <sup>2</sup>	1530,05	Сэндвич-панели толщиной 150 мм полной заводской готовности	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{1530,05}{30,601}$
Кладка наружных стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	61,44	Керамические блоки 250x380x219 мм	$\frac{м^3;шт}{т}$	$\frac{1;50}{0,8}$	$\frac{61,44;3072}{49,152}$
	м <sup>3</sup>	18,43	Цем.-песчаный раствор М50	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{18,43}{22,118}$
Кладка внутренних стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	62,32	Керамические блоки 250x380x219 мм	$\frac{м^3;шт}{т}$	$\frac{1;50}{0,8}$	$\frac{62,32;3116}{49,856}$
	м <sup>3</sup>	18,7	Цем.-песчаный раствор М50	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{18,7}{22,435}$
Кладка внутренних перегородок из керамоблоков толщиной 120 мм	м <sup>2</sup>	162,07	Керамические блоки 250x120x219 мм	$\frac{м^3;шт}{т}$	$\frac{1;152}{0,8}$	$\frac{19,45;2957}{15,56}$
	м <sup>3</sup>	5,84	Цем.-песчаный раствор М50	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{5,84}{7}$
Устройство железобетонных пандусов» [12]	м <sup>2</sup>	55,8	Опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{55,8}{0,558}$
	т	0,413	Арматура	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{11,16}{0,413}$
	м <sup>3</sup>	11,16	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{11,16}{26,784}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
<b>Кровли</b>						
«Монтаж кровельных панелей типа сэндвич толщиной 120 мм в осях 2-11/Г-И» [12]	м <sup>2</sup>	885,6	Сэндвич-панели толщиной 120 мм полной заводской готовности	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,019}$	$\frac{885,6}{16,826}$
Монтаж профилированного настила в осях 1-9/А-Г и 1-9/И-Л	м <sup>2</sup>	597	Профилированный настил марки С60-1000-0.7	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{597}{5,97}$
Устройство металлической водосточной системы: воронок	шт.	8	Воронка металлическая НПП "Логика" Ø100 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{0,0003}$	$\frac{8}{0,002}$
Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб» [12]	м	137,4	Труба водосточная D100 мм, длина 1 м	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,0014}$	$\frac{137,4}{0,192}$
<b>Полы</b>						
«Уплотненный песок толщиной 300мм	м <sup>2</sup>	1659,4	Песок	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,44}$	$\frac{1659,4}{2389,54}$
Устройство подстилающего слоя из бетона толщиной 100мм	м <sup>3</sup>	165,94	Бетон	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{165,94}{398,25}$
Устройство теплоизоляции из пенополистирола толщиной 100мм	м <sup>2</sup>	1659,4	Экструдированный пенополистирола Europlex – 100мм	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,035}$	$\frac{165,94}{5,807}$
Устройство теплоизоляции из минераловатных плит толщиной 240мм	м <sup>2</sup>	233,3	Минераловатные плиты ГОСТ 9573-76 толщиной 240мм	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,08}$	$\frac{56}{4,48}$
Устройство разделительного слой из иглопробивного геотекстиля	м <sup>2</sup>	1659,4	Разделительный слой из иглопробивного геотекстиля GeoTiptex BS 16	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{1659,4}{13,275}$
Устройство гидроизоляции из ПВХ-мембраны» [12]	м <sup>2</sup>	1659,4	Гидроизоляция из ПВХ-мембраны Vinitex – 1 слой	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,005}$	$\frac{1659,4}{8,297}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
Окна и двери						
«Устройство монолитной плиты из бетона	м <sup>2</sup>	1614	Бетон класса В20	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{161,4}{387,36}$
Устройство покрытия пола из керамической плитки	м <sup>2</sup>	109,63	Керамическая плитка	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,018}$	$\frac{109,63}{1,973}$
Устройство покрытия пола из рифленой стали	м <sup>2</sup>	233,3	Рифленая сталь – 5 мм	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,04}$	$\frac{233,3}{9,332}$
Установка оконных блоков	м <sup>2</sup>	110,8	Блоки пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,075}$	$\frac{110,8}{8,31}$
Установка дверных блоков	м <sup>2</sup>	37,6	Блоки пластиковые по ГОСТ 53307-2009	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,055}$	$\frac{37,6}{2,068}$
Установка металлических ворот» [12]	м <sup>2</sup>	56,12	Ворота металлические	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,09}$	$\frac{56,12}{5,05}$
Отделочные работы						
«Оштукатуривание внутренних стен	м <sup>2</sup>	2871,2	Штукатурка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0009}$	$\frac{2871,2}{2,584}$
Побелка потолков	м <sup>2</sup>	2016,93	Известь	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0002}$	$\frac{2016,93}{0,403}$
Окраска внутренних стен	м <sup>2</sup>	2871,2	Водоэмульсионная краска	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{2871,2}{0,718}$
Облицовка внутренних стен керамической плиткой» [12]	м <sup>2</sup>	71,56	Керамическая плитка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,018}$	$\frac{71,56}{1,288}$
Благоустройство территории						
«Устройство отмостки	м <sup>2</sup>	172,9	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{12,1}{26,63}$
Засев газонов	м <sup>2</sup>	14100	Газон обыкновенный	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{14100}{282}$
Посадка деревьев лиственных	шт.	89	Лиственные породы	шт.	89	89
Установка бортового камня	м	780	БР 100.30.15	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,095}$	$\frac{780}{74,1}$
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов» [12]	м <sup>2</sup>	8700	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{609}{1339,8}$

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

«Наименование работ»	Ед. изм.	Обоснование, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена» [9]
			чел-час	маш-час	Объем работ	чел-дн.	маш-см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Земляные работы								
«Планировка площадки бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	01-01-036-03	0,17	0,17	4,29	0,09	0,09	«Машинист бр.-1
Разработка котлована экскаватором «обратная лопата»	1000 м <sup>3</sup>	- с погрузкой						Машинист бр.-1
		01-01-013-14	13	37,6	0,2	0,33	0,94	
		- навывмет						
01-01-003-14	11,5	25	2,75	3,95	8,59			
Ручная зачистка котлована	100 м <sup>3</sup>	01-02-056-02	233	-	1,4	40,78	-	Землекоп 3р.-1
Уплотнение грунта вибротрамбовкой	1000 м <sup>3</sup>	01-02-005-01	12,54	2,62	0,36	0,56	0,12	Машинист бр.-1
Обратная засыпка бульдозером» [12]	1000 м <sup>3</sup>	01-03-033-05	1,75	1,75	2,75	0,6	0,6	Машинист бр.-1» [9]
II. Основания и фундаменты								
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м <sup>3</sup>	06-01-001-01	135	18,12	0,25	4,22	0,57	«Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м <sup>3</sup>	06-01-001-05	634	32,12	1,63	129,18	6,54	Плотник 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов» [12]	100 м <sup>2</sup>	08-01-003-07	21,2	0,2	6,19	16,4	0,15	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1» [9]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Надземная часть								
«Монтаж колонн одноэтажных зданий высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т	09-03-002-01	9,35	2,35	32,32	37,77	9,49	«Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических связей по колоннам	т	09-03-014-01	39,55	4,13	0,8	3,96	0,41	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 18 м и 12 м	т	09-03-012-01	23	5,25	15,02	43,18	9,86	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических связей по фермам	т	09-03-014-01	39,55	4,13	0,67	3,31	0,35	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Монтаж металлических балок	т	09-03-003-01	16,02	3,76	1,984	3,97	0,93	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических прогонов	т	09-03-015-01	14,1	1,88	18,14	31,97	4,26	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство монолитной плиты перекрытия в осях 8-11/Г-Е на отм. +2,700 и +5,780	100 м <sup>3</sup>	06-08-001-01	806	30,95	0,44	44,33	1,7	Плотник 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1
Монтаж перекрытий из сэндвич-панелей толщиной 120 мм в осях 1-2/Д-Е на отм. +2,700 и +5,780» [12]	100 м <sup>2</sup>	09-04-002-03	45,2	7,34	0,66	3,73	0,61	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1» [9]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж перекрытия из профилированного настила в осях 2-8/Д-Е на отм. +3,000	100 м <sup>2</sup>	06-26-001-01	15,93	1,24	1,87	3,72	0,29	«Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Устройство лестничных клеток из сборных ж/б ступеней по металлическим двутаврам	100 м <sup>2</sup>	29-01-217-01	389	-	0,25	12,16	-	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Монтаж наружных стеновых панелей типа сэндвич толщиной 150 мм полной заводской готовности	100 м <sup>2</sup>	09-04-006-04	152	20,98	15,3	290,7	40,12	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Кладка наружных стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	08-02-008-01	3,85	0,35	61,44	29,57	2,69	Каменщики 5 р.-1, 3р.-1
Кладка внутренних стен из керамоблоков толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	08-02-008-01	3,85	0,35	62,32	29,99	2,73	Каменщики 5 р.-1, 3р.-1
Кладка внутренних перегородок из керамоблоков толщиной 120 мм	100 м <sup>2</sup>	08-02-009-01	125	3,28	1,62	25,31	0,66	Каменщики 5 р.-1, 3р.-1
Устройство железобетонных пандусов» [12]	100 м <sup>3</sup>	06-01-004-05	3,04	0,09	0,11	0,04	0,01	Плотник 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р.-1» [9]
IV. Кровля								
«Монтаж кровельных панелей типа сэндвич толщиной 120 мм в осях 2-11/Г-И» [12]	100 м <sup>2</sup>	09-04-002-03	45,2	8,03	8,86	50,06	8,89	«Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1» [9]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж профилированного настила в осях 1-9/А-Г и 1-9/И-Л	100 м <sup>2</sup>	12-01-033-01	32,4	0,44	5,97	24,18	0,33	«Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана 6р.-1
Устройство металлической водосточной системы: воронок	шт.	12-01-035-02	0,18	-	8	0,18	-	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб» [12]	м	12-01-035-03	0,12	-	137,4	2,061	-	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1» [9]
V. Полы								
«Уплотненный песок толщиной 300мм	м <sup>3</sup>	11-01-002-01	2,99	0,3	16,59	6,2	0,62	«Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство подстилающего слоя из бетона толщиной 100мм	м <sup>3</sup>	11-01-002-09	3,66	-	165,94	75,92	-	Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство теплоизоляции из пенополистирола толщиной 100мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-009-08	18,23	0,27	16,59	37,8	0,56	Термоизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Устройство теплоизоляции из минераловатных плит толщиной 240мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-009-01	25,8	1,08	2,33	7,51	0,31	Термоизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Устройство разделительного слоя из иглопробивного геотекстиля	100 м <sup>2</sup>	12-01-028-02	5,33	0,05	16,59	11,05	0,1	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Устройство гидроизоляции из ПВХ-мембраны	100 м <sup>2</sup>	11-01-004-12	31,86	0,07	16,59	66,07	0,15	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Устройство монолитной плиты из бетона класса В20, армированной сеткой толщиной 100мм» [12]	100 м <sup>2</sup>	11-01-011-03, 11-01-011-04, 11-01-060-01	58,46	8,95	16,14	117,94	18,06	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1» [9]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Устройство покрытия пола из керамической плитки	100 м <sup>2</sup>	11-01-027-03	106	2,94	1,1	14,58	0,4	«Облицовщик-плиточник 4р.-1, 2 р.-1
Устройство покрытия пола из рифленой стали» [12]	100 м <sup>2</sup>	11-01-030-01	95,6	1,12	2,33	27,84	0,33	Облицовщик 4р.-1, 2 р.-1» [9]
VI. Окна и двери								
«Установка оконных блоков	100 м <sup>2</sup>	10-01-034-02	134,73	3,94	1,11	18,69	0,55	«Плотники 4р.-1, 2 р.-1
Установка дверных блоков	100 м <sup>2</sup>	10-04-013-01	67,1	3,32	0,38	3,19	0,16	Плотники 4р.-1, 2 р.-1
Установка металлических ворот» [12]	100 м <sup>2</sup>	09-04-011-01	41,4	8,87	0,56	2,9	0,62	Монтажники 4р.-1, 2 р.-1» [9]
VII. Отделочные работы								
«Оштукатуривание внутренних стен	100 м <sup>2</sup>	15-02-016-01	65	5,32	28,71	233,27	19,09	«Штукатур 4р.-2,3р.-2, 2р.-1
Побелка потолков	100 м <sup>2</sup>	15-04-002-01	9,2	0,03	20,17	23,2	0,08	Маляр 4р.-1,3р.-1
Окраска внутренних стен	100м <sup>2</sup>	15-04-005-01	13,8	0,09	28,71	49,52	0,32	Маляр 4р.-1,3р.-1
Облицовка внутренних стен керамической плиткой» [12]	100м <sup>2</sup>	15-01-019-05	115,26	1,65	0,72	10,37	0,15	Облицовщик-плиточник 4р.-1, 2 р.-1» [9]
VIII. Благоустройство территории								
«Устройство отмостки	100 м <sup>2</sup>	31-01-025-01	34,88	3,24	1,73	7,54	0,7	«Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Засев газонов	100 м <sup>2</sup>	47-01-046-06	5,67	1,3	141	99,93	22,91	Раб. зел. стр.3р.-1,2р-1
Посадка деревьев лиственных	10 шт.	47-01-009-03	12,54	2,81	8,9	13,95	3,12	Раб. зел. стр.4р.-1,2р-1
Установка бортового камня	100 м	27-02-010-02	69,8	1,26	7,8	68,06	1,23	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов» [12]	1000 м <sup>2</sup>	27-06-031-01	16,63	7,86	8,7	18,09	8,55	Дор. раб. 3р.-1,2р-1» [9]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ИТОГО ОСНОВНЫХ СМР:						1749,92	178,94	-
IX. Другие работы								
Подготовительные работы	%	-	-	-	8	140,00	-	Землекоп 3р.-1,2р.-1
Санитарно-технические работы	%	-	-	-	7	122,49	-	Монт-к сан. тех. систем 5р.-1,4р.-1
Электромонтажные работы	%	-	-	-	5	87,50	-	Электромонтажник 5р.-1,4р.-1
Неучтенные работы	%	-	-	-	16	279,99	-	-
ВСЕГО:						2379,9	-	-

Приложение В  
Сведения по экономическим решениям

Таблица В.1 – Сводный сметный расчёт стоимости строительства

«Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб» [24]
ОС-02-01	Глава 2. Основные объекты строительства.	202051,8
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	11087,4
-	Итого	213139,2
-	НДС 20%	42627,8
-	Всего по смете	255767

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – Объектный сметный расчет

«Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб» [24]
НЦС 81-02-19-2025 Таблица 19-07-001	Здание завода	1 тыс.тонн	20	11885,4	$20 \times 11885,4 \times 0,85 \times 1,0 \times 1,0 = 202051,8$
-	Итого:	-	-	-	202051,8

Таблица В.3 – Объектный сметный расчет. Благоустройство и озеленение

«Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб» [24]
НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары	100 м <sup>2</sup> покрытия	23	268,6	$268,6 \times 23 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,01 = 6177,8$
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-01	Озеленение территорий	100 м <sup>2</sup> покрытия	30,4	161,52	$161,5 \times 30,4 \times 1,0 \times 1,00 = 4909,6$
-	Итого:	-	-	-	11087,4

