

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 Производственное здание по переработке пластиковых отходов

Обучающийся

А.А. Новиков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд.техн.наук, Э.Д. Капелюшный

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

Консультанты

канд.техн.наук, доцент, М.М. Гайнуллин

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

канд.техн.наук, доцент, М.В. Безруков

(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)

докт.техн.наук, доцент, А.Б. Стешенко

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

## Аннотация

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.

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.

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

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

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

Реализация данного проекта позволит повысить уровень переработки отходов в Московской области, 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.....	8
1.4 Конструктивное решение здания .....	9
1.4.1 Фундаменты.....	10
1.4.2 Колонны .....	10
1.4.3 Стены и перегородки.....	10
1.4.4 Перекрытие и покрытие .....	11
1.4.5 Окна, двери, ворота.....	11
1.4.6 Полы .....	12
1.4.7 Кровля .....	12
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	12
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.....	13
1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания.....	13
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия.....	17
1.7 Инженерные системы .....	19
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	24
2.1 Описание .....	24
2.2 Сбор нагрузок.....	26
2.3 Описание расчетной схемы.....	26
2.4 Определение усилий .....	27
2.5 Результаты расчета по несущей способности.....	28
2.6 Результаты расчета по деформациям.....	30
3 Технология строительства .....	31
3.1 Область применения.....	31
3.2 Технология и организация выполнения работ.....	32

3.3	Требования к качеству и приемке работ.....	36
3.4	Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	37
3.5	Потребность в материально-технических ресурсах.....	40
3.6	Технико-экономические показатели.....	41
4	Организация и планирование строительства .....	42
4.1	Определение объемов строительно-монтажных работ.....	45
4.2	Определение потребности в строительных материалах .....	46
4.3	Подбор строительных машин для производства работ .....	46
4.4	Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	48
4.5	Разработка календарного плана производства работ .....	48
4.6	Определение потребности в складах и временных зданиях .....	49
4.6.1	Расчет и подбор временных зданий.....	49
4.6.2	Расчет площадей складов.....	49
4.6.3	Расчет и проектирование сетей водопотребления.....	50
4.6.4	Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	51
4.7	Мероприятия по охране труда и технике безопасности .....	53
4.8	Технико-экономические показатели ППР.....	58
5	Экономика строительства .....	60
6	Безопасность и экологичность технического объекта .....	65
6.1	Характеристика рассматриваемого технического объекта .....	65
6.2	Идентификация профессиональных рисков.....	65
6.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	67
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	68
6.5	Обеспечение экологической безопасности объекта.....	70
	Заключение .....	71
	Список используемой литературы и используемых источников.....	73
	Приложение А Сведения по архитектурным решениям.....	76
	Приложение Б Сведения по организационным решениям .....	77
	Приложение В Сведения по экономическим решениям .....	92

## Введение

Разработана выпускная работа на тему «Производственное здание по переработке пластиковых отходов», здание проектируется в городе Истра.

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.

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.

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.

«При выполнении работы будут разработаны следующие разделы проекта:

- архитектурно-планировочный раздел;
- расчетно-конструктивный раздел;
- раздел технологии строительства;
- раздел организации строительства объекта;
- экономический раздел проекта и раздел безопасности» [21].

# 1 Архитектурно-планировочный раздел

## 1.1 Исходные данные

Район строительства – г. Истра, промышленная зона, Московская область.

«Климатический район строительства – II, подрайон – IIВ.

Преобладающее направление ветра зимой – В» [15].

«Снеговой район строительства – III.

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

Ветровой район строительства – 1.

Нормативная ветровая нагрузка – 32 кгс/м<sup>2</sup>» [13].

«Сейсмичность района строительства – 6 баллов.

Функциональное назначение объекта – производственное.

Класс ответственности – нормальный» [2].

«Степень огнестойкости – I.

Класс конструктивной пожарной опасности – С1.

Класс по функциональной пожарной опасности – 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**

«Площадка строительства расположена в промышленной зоне г. Истра, Московской области, и расположена недалеко от улицы Панфилова.

Проектируемый участок ограничивается с юга красной линией существующего проезда.

Здание главным фасадом запроектировано на улицу Панфилова.

На территорию здания запроектирован 1 въезд и выезд, с южной стороны участка. Система пешеходной связи, принятая в проекте, обеспечивает создание безопасных и удобных пешеходных связей между рабочими от административно-бытового комплекса до промышленного проектируемого здания.

Покрытие проездов и тротуаров – асфальтобетонное. Сопряжение покрытий проездов и тротуаров с газонами осуществляется посредством бортовых камней сечением 20×8 см» [17].

Покрытие тротуаров брусчатое.

Технико-экономические показатели СПОЗУ приведены на листе 1 графической части проекта и в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели СПОЗУ

«Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание» [22]
«Площадь участка	га	3,77	-
Площадь застройки	га	0,58	-
Коэффициент застройки	-	0,16	-
Площадь озеленения	га	1,05	-
Площадь дорог	га	2,14	-
Коэффициент использования территории	-» [22]	0,72	-

Проектируемое здание имеет круговой объезд шириной 7,5 м, тротуары шириной 1,5 м.

### 1.3 Объемно планировочное решение здания

Общие габариты здания по осям в плане составляют 54,0×72,00 м.

Здание имеет 1 этаж, для выполнения операция по заданному технологическому процессу, запроектировано по кран-балке грузоподъемностью 5 т, в каждом пролете [19].

В выпускной квалификационной работе планируется разработать чертежи и пояснительную записку по объекту строительства «Производственное здание по переработке пластиковых отходов».

Единственный выход по снижения влияния пластика на экологию, это его переработка. Проектируемое здание предназначено для 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 и конструкций;
- изготовление пакетов, бэгов, наполнителей, упаковочных материалов, различных видов индивидуальных упаковок;
- изготовление дизельного топлива с низким углеродным следом;
- изготовление пэт гранул;
- изготовление посуды, различных аксессуаров.

#### **1.4 Конструктивное решение здания**

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 [16].

### **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 сборные железобетонные.

### **1.4.3 Стены и перегородки**

Стены представляют собой сэндвич-панели из следующих слоев:

- профилированный лист.
- утеплитель из базальта плотностью  $100 \text{ кг/м}^3$ , толщина 0,20 м;
- профилированный лист.

#### **1.4.4 Перекрытие и покрытие**

Плиты покрытия – ребристые толщиной 300 мм. Несущие элементы покрытия в виде сборных ферм.

#### **1.4.5 Окна, двери, ворота**

Блоки оконные – из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013.

Для завоза пластика на переработку и для вывоза гранул запроектировано трое автоматических секционных ворот с калиткой.

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 приняты наливные шлифованные из бетона, экспликацию смотри таблицу А.1, приложения А.

#### **1.4.7 Кровля**

Крыша малоуклонная по сборным ребристым плитам в виде сэндвич панелей.

### **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, ведомость отделки смотри таблицу А.2, приложения А.

## **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, исключая 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.

Исходные данные.

«Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью 0,92,  $t_{н} = -26^{\circ}\text{C}$ .

Расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $t_{в} = +20^{\circ}\text{C}$ .

Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха,  $Z_{от.пер.} = 204$  суток.

Температура периода со средней суточной температурой воздуха,  $t_{от.пер} = -2,2^{\circ}\text{C}$ » [18].

«Влажностный режим помещений нормальный.

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

Условия эксплуатации – Б» [15].

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

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

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].

$$R_0^{норм} = 1,91 \times 1 = 1,91 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

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

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

где  $t_b$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания;

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

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

$$ГСОП = (20 - (-2,2)) \times 204 = 4528,8 \text{ } ^\circ\text{C} \times \text{сут.}$$

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

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

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

$$R_o^{тр} = 0,0002 \times 4528,8 + 1,0 = 1,91 \text{ м}^2\text{C/Вт.}$$

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

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

$$R_0 \geq R_o^{mp}, \quad (4)$$

где  $R_o^{тр}$  – требуемое сопротивление теплопередаче, м<sup>2</sup>С/Вт» [20].

«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;

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

$R_k$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°C/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>·°C» [15].

«Предварительная толщина утеплителя из условия по формуле 7:

$$\delta_{ут} = \left[ R_0^{тр} - \left( \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n} \right) \right] \lambda_{ут}, \quad (7)$$

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

$\delta_n$  – толщина слоя конструкции, м;

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

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

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

$$\delta_{ут} = \left[ 1,91 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,163\text{м}$$

Состав наружного стенового ограждения представлен на рисунке 1.



## Рисунок 1 – Состав наружного ограждения

Состав наружного ограждения представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав наружного ограждения

«Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Толщина ограждения, м» [15]
Профлист	7850	58	0,005
Базальтовый утеплитель	100	0,06	?
Профлист	7850	58	0,005

«Принимаем толщину слоя утеплителя  $\delta_{ут} = 0,2$  м.

Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,2}{0,058} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 3,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$$

$R_0 = 3,14 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт} > 1,91 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$  - условие выполнено, принимаем толщину утеплителя 200 мм» [15].

### 1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Исходные данные для расчета, смотри выше.

Состав покрытия представлен на рисунке 2.

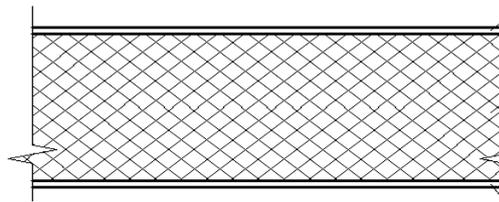


Рисунок 2 – Состав покрытия

Состав покрытия смотри таблицу 3.

Таблица 3 – Состав покрытия

«Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	Толщина ограждения, м» [15]
Профлист	7850	58	0,005
Базальтовый утеплитель	100	0,06	?
Профлист	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].

$$R_o^{tp} = 0,00025 \times 4528,8 + 1,5 = 2,64 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

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

$$\delta_{ут} = \left[ R_0^{tp} - \left( \frac{1}{\alpha_{в}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{н}} \right) \right] 1 \lambda_{ут}, \quad (9)$$

$$\delta_{ут} = \left[ 2,64 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,192 \text{ м}$$

Принимаем толщину слоя утеплителя  $\delta_{ym} = 0,2 \text{ м}$ » [15].

«Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,2}{0,058} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 3,14 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}.$$

$R_0 = 3,14 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт} > 2,64 \text{ м}^2\cdot\text{°С/Вт}$  – условие выполнено, принимаем толщину утеплителя 200 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.

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.

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.

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.

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 теплопотерь 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 стропильной фермы производственного здания по переработке пластиковых отходов.

Задачи расчета:

- определение нагрузок;
- разработка расчетной модели;
- определение усилий в плите;
- армирование;
- проверка на деформации.

Район строительства – г. Истра, промышленная зона, Московская область.

«В настоящее время развитие компьютерной техники и программного обеспечения дает инженерам широкие возможности для расчета и проектирования зданий и сооружений с самыми разными конструктивными схемами, в том числе с применением железобетонных и каменных конструкций. Современный пользователь имеет возможность моделировать все стадии жизненного цикла сооружения, различные виды внешних воздействий и разнообразные конструктивные особенности. При этом программные комплексы позволяют не только определять напряженно-деформированное состояние конструкций, но и выполнять всевозможные конструктивные расчеты, что существенно облегчает работу инженера.

Вместе с тем важное значение имеют выбор адекватной расчетной модели и правильная интерпретация полученных результатов» [9]

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 жесткость 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

Рассчитываем нагрузку от покрытия и сведем в таблицу 4.

Таблица 4 – Рассчитанная нагрузка

«Вид нагрузки	Нормативные нагрузки, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетные нагрузки, кН/м <sup>2</sup> » [13]
Постоянная: 1.Ограждающая конструкция покрытия в виде сэндвич панели, с утеплителем ( $\delta=0.2\text{м}$ , $\gamma =1,25\text{кН/м}^3$ ) $0,2 \times 1,25 = 0,25 \text{ кН/м}^2$	0,25	1,2	0,3
2.Плита перекрытия $\gamma = 25\text{кН/м}^3$ , $\delta=0.3\text{м}$ , приведенная нагрузка ниже $5,0 \text{ кН/м}^2$	5	1,1	5,5
Итого постоянная:	5,25		5,8
«Временная: -снеговая по СП20.13330.2016 3 район	1,5	1,4	2,1» [13]
Полная:	6,75		7,9

Нагрузки, рассчитанные в таблице, выше задаются в конечно-элементную модель для дальнейшего расчета.

## 2.3 Описание расчетной схемы

«Расчет производится в расчетной программе ЛИРА-САПР 2016.

В программном комплексе заданы следующие загрузки:

- собственный вес конструкций;
- собственный вес конструкций кровли;
- снеговая нагрузка;
- равномерно-распределенная нагрузка (кратковременная и длительная)» [23].

«Расчетная модель представлена на рисунке 3. Для расчета стропильной фермы пронумеруем стержни и обозначим все нагрузки, включая постоянные, временные, нагрузки от фонарной фермы и кран-балки в самом невыгодном сочетании» [20].

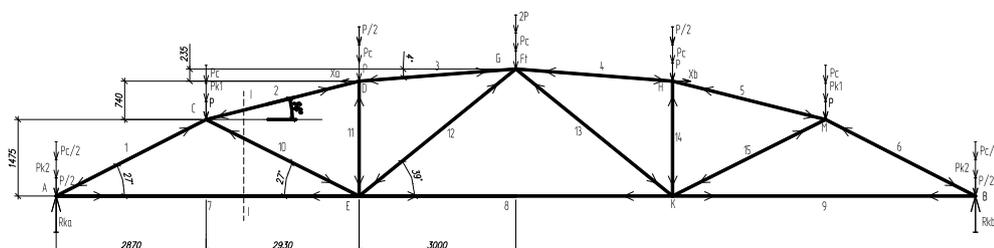


Рисунок 3 – Расчетная модель

Тип конечных элементов КЭ-44 для пластин, размер назначенных конечных элементов  $0,4 \times 0,4$  м, признак схемы – 5.

## 2.4 Определение усилий

Усилия в узлах фермы сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – Усилия в узлах фермы

«Элемент	Обозначение стержня	Усилие, кН	Принятое сечение (по серии 1.463.1-16)
Верхний пояс	1	779,58	300×250
	2	1006,58	300×250
	3	978,34	300×250
Раскосы	10	60,1	150×150
	12	31,98	150×150
Стойки	11	-47,4	150×150
Нжний пояс	7	-694,61	300×320
	8	-659,1	300×320» [20]

«Для построения диаграммы Максвелла-Кремона обозначим все усилия на ферме в числовом выражении, и обозначим области между усилиями буквами, тогда на диаграмме усилия будут обозначены отрезками с соответствующими буквенными обозначениями. При выборе при построении масштаба кН/м длина отрезка будет соответствовать величине усилия в стержне» [20]. Усилия в элементах фермы представлены на рисунке 4.

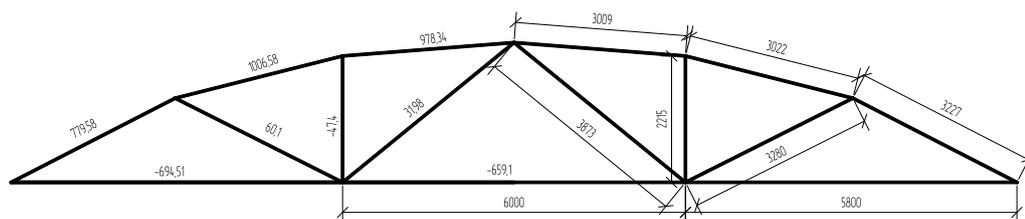


Рисунок 4 – Усилий в элементах фермы

На основании усилий, полученных из конечно-элементной модели, программа формирует необходимое армирование.

## 2.5 Результаты расчета по несущей способности

«Как видно из диаграммы, расхождения между нахождением усилий аналитическим и графическим методами невелики.

Поскольку нижний пояс растянут, принимаем, что прочность пояса обеспечивается стальной арматурой класса А400. Поскольку принимается непрерывное армирование, расчет производится по наиболее напряженному элементу нижнего пояса» [23]. Схема для диаграммы Максвелла-Кремона представлена на рисунке 5. Диаграмма Максвелла-Кремона представлена на рисунке 6.

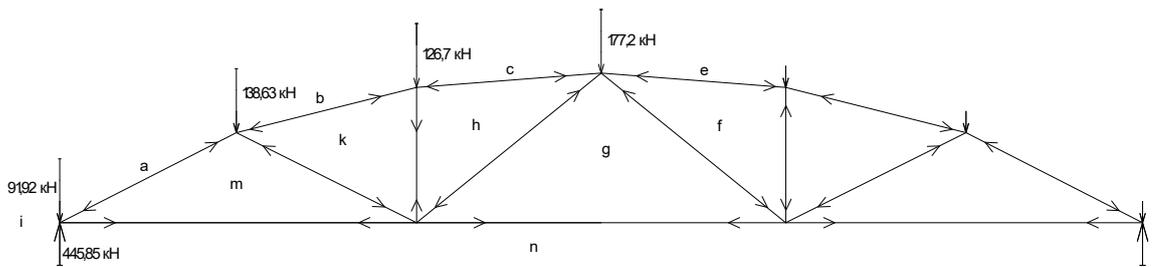


Рисунок 5 – Схема для диаграммы Максвелла-Кремоны

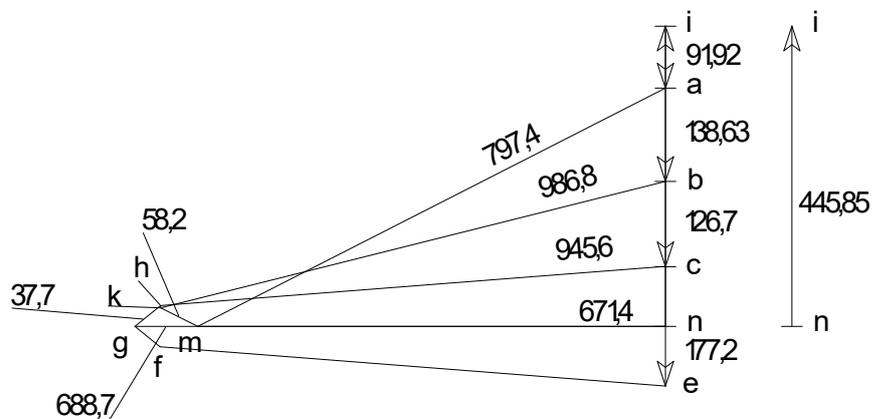


Рисунок 6 – Диаграмма Максвелла-Кремоны для стропильной фермы

«По результатам статического расчета конструкции выполняется конструктивный расчет продольного армирования конструкций. Расчетom определяются величины продольного армирования» [9].

## 2.6 Результаты расчета по деформациям

Допустимый прогиб по СП20.13330.2016, он составляет 80 мм, фактический прогиб составил 25 мм, следовательно жесткость проектируемой мной конструкции обеспечена.

Расчет площади продольного армирования представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Расчет площади продольного армирования

«Номер стержня	Усилие, кН	Принятое сечение	Площадь сечения арматуры, см <sup>2</sup>	Принятое армирование	Действительная площадь продольного армирования, см <sup>2</sup>
1	779,58	300×250	14,78	4A400Ø20+4 A400Ø16	20,6
2	1006,58	300×250	18,83	4A400Ø20+4 A400Ø16	20,6
3	978,34	300×250	18,3	4A400Ø20+4 A400Ø16	20,6
10	60,1	150×150	-	4A400Ø8	2
12	31,98	150×150	-	4A400Ø8	2
11	-47,4	150×150	1,42	4A400Ø8	2
7	-694,61	300×320	20,9	8 A400Ø20	25,12
8	-659,1	300×320	20,9	8 A400Ø20	25,12» [6]

«Целью выполнения раздела было – расчет стропильной фермы, в результате обеспечение устойчивости, предотвращение смещений и деформаций надземной части здания под нагрузками.

Расчет конструкции – ключевой этап проектирования надземной части, обеспечивающий безопасность и долговечность здания. Особое внимание уделено армированию в графической части здания.

При расчете конструкции в программном комплексе ЛИРА-САПР определены внутренние усилия в стержнях фермы» [23].

### **3 Технология строительства**

#### **3.1 Область применения**

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

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

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

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.

Кроме того, технологическая карта может использоваться при монтаже ферм как на временных опорах, так и с установкой непосредственно на 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 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;
- обеспечение работников необходимым инструментом» [12].

Технология производства работ.

«Кран монтирует фермы двигаясь от первой стоянки к последней, расположение стоянок и путь движения крана представлены в графической части.

В состав работ, рассматриваемых данной технологической картой

входят следующие процессы:

- монтаж ферм;
- сварка.

Монтаж стропильных ферм.

В ходе монтажа 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, 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 ферме до ее подъема осуществляется установка приспособлений, позволяющих удерживать ферму при подаче (оттяжки), а также инвентарных телескопических распорок (расчалок), используемых для временного закрепления.

Фермы, которые подготовлены к монтажу по сигналу монтажника М4 поднимают краном. Все сигналы при подъеме 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].

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

На этапе подготовки конструкций 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.

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, где требуется высокая точность обработки и минимальные отклонения от проектных размеров.

Фланцы в конструкции 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.

Подготовка ферм осуществляется на специально подготовленных стендах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве. 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. Сварные соединения подвергаются визуальному и, при необходимости, ультразвуковому контролю для проверки качества провара и отсутствия дефектов.

После завершения сборки конструкции 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.

### **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 грузоподъёмными механизмами.

Строповка ферм и других металлических элементов производится обученным персоналом с использованием исправных канатов, строп и траверс, соответствующих массе поднимаемых конструкций. Перед подъёмом фермы 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 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.

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 7, материалы таблицу 8.

Таблица 7 – 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 8 – 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 20213-2015	2ФС18-4АIV	Для монтажа	234,4 т» [11]

С помощью данных машин делаем дальнейшие расчеты.

### 3.6 Техничко-экономические показатели

Калькуляцию затрат труда смотри таблицу 9.

Таблица 9 – Калькуляция затрат труда

«Наименование работ»	Ед. изм	Обоснование, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена» [11]
			чел-час	маш-час	Объем работ	чел-дн.	маш-см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Установка в стропильных ферм	100 шт.	07-01-022-09	1190	238,13	0,39	58,01	11,61	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1

График производства работ представлен на рисунке 7.

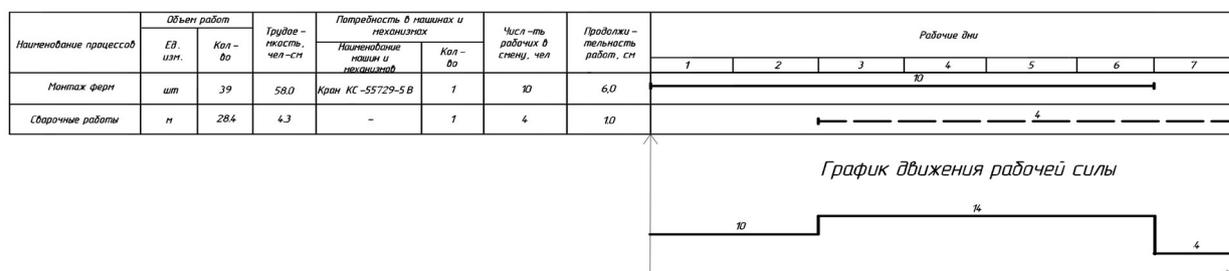


Рисунок 7 – График производства работ

Выводы по разделу.

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

## 4 Организация и планирование строительства

Разработан раздел по организации и планированию строительства производственного здания по переработке пластиковых отходов [14].

Общие габариты здания по осям в плане составляют 54,0×72,00 м.

Здание имеет 1 этаж, для выполнения операция по заданному технологическому процессу, запроектировано по кран-балке грузоподъемностью 5 т, в каждом пролете.

В выпускной квалификационной работе планируется разработать чертежи и пояснительную записку по объекту строительства «Производственное здание по переработке пластиковых отходов».

Единственный выход по снижения влияния пластика на экологию, это его переработка. Проектируемое здание предназначено для 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 и конструкций;
- изготовление пакетов, бэгов, наполнителей, упаковочных материалов, различных видов индивидуальных упаковок;
- изготовление дизельного топлива с низким углеродным следом;
- изготовление пэт гранул;
- изготовление посуды, различных аксессуаров.

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 [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.

Колонны сборные железобетонные.

Стены представляют собой сэндвич-панели из следующих слоев:

- профилированный лист.
- утеплитель из базальта плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>, толщина 0,20 м;
- профилированный лист.

Плиты покрытия – ребристые толщиной 300 мм. Несущие элементы покрытия в виде сборных ферм.

Блоки оконные – из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013.

Для завоза пластика на переработку и для вывоза гранул запроектировано трое автоматических секционных ворот с калиткой.

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.

Крыша малоуклонная по сборным ребристым плитам в виде сэндвич панелей.

#### **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» [8]. Ведомость объемов СМР приводится в таблице Б.1 приложения Б.

## 4.2 Определение потребности в строительных материалах

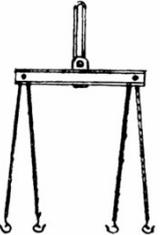
«Определение потребности в этих ресурсах производится на основании ведомости объемов работ, а также производственных норм расходов строительных материалов.

Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах» [9] приведена в таблице Б.2 приложения Б.

## 4.3 Подбор строительных машин для производства работ

Подбор грузозахватных приспособлений представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Подбор грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемых элементов	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз	Характеристика		Высота строповки, м» [10]
				Грузоподъемность	Масса, т	
Самый тяжелый и удаленный элемент по горизонтали – плита покрытия 4ПВ6-1АTV-4	1,95	2СК-3,2		3,2	0,018	2,0
Самый тяжелый и удаленный элемент по вертикали – стропильная ферма 2ФС18-4AIV длиной 18м	6,05	Траверса Т-1		8,0	0,62	2,5

«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].

$$Q_{кр} = 6,05 + 0,62 = 6,67 \text{ т}$$

«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].

$$H_k = 8,4 + 1,0 + 3,6 + 2,5 = 15,5 \text{ м.}$$

Грузовые характеристики автокрана представлены на рисунке 8.

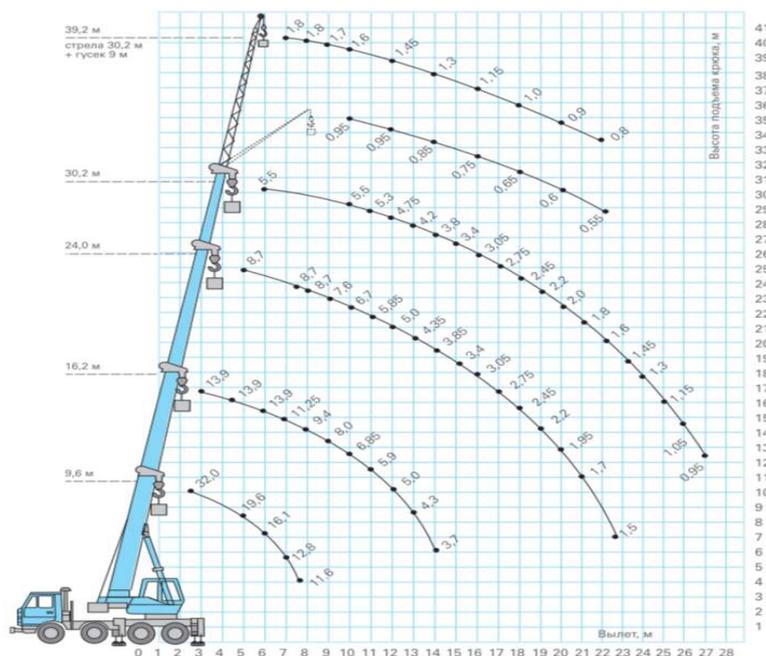


Рисунок 8 – Грузовые характеристик автокрана

Выбираем автомобильный кран 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).

$$N_{\text{итр}} = 18 \cdot 0,11 = 1,98 = 2 \text{ чел},$$

$$N_{\text{служ}} = 18 \cdot 0,036 = 0,648 = 1 \text{ чел},$$

$$N_{\text{моп}} = 18 \cdot 0,015 = 0,27 = 1 \text{ чел},$$

$$N_{\text{общ}} = 18 + 2 + 1 + 1 = 22 \text{ чел}.$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot N_{\text{общ}} = 1,05 \cdot 22 = 24 \text{ чел}.$$

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].

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \times 25 \times 129,6 \times 1,5}{3600 \times 8} = 0,2 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

«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].

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \times 18 \times 1,5}{3600 \times 8} + \frac{50 \times 15}{60 \times 45} = 0,29 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

Расход воды определим по формуле 18:

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

$$Q_{\text{общ}} = 0,2 + 0,28 + 0,29 + 10 = 10,49 \text{ л/сек.}$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,49 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 94,4 \text{ мм} \quad (19)$$

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].

$$P_p = 1,1(50 + 0,8 \cdot 2,12 + 1 \cdot 9,85) = 67,7 \text{ кВт}$$

«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].

$$N = \frac{0,2 \times 2 \times 23785}{1500} = 7 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 7 ламп прожектора ПЗС-35 мощностью 1500 Вт.

## 4.7 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

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

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

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 ферм выполняются с целью обеспечения точности геометрии и качественного сопряжения элементов конструкции при последующей сборке.

На этапе подготовки конструкций 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.

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, где требуется высокая точность обработки и минимальные отклонения от проектных размеров.

Фланцы в конструкции 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.

Подготовка ферм осуществляется на специально подготовленных стендах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве. 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. Сварные соединения подвергаются визуальному и, при необходимости, ультразвуковому контролю для проверки качества провара и отсутствия дефектов.

После завершения сборки, конструкции 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.

## 4.8 Технико-экономические показатели ППР

«Технико-экономические показатели строительства здания:

- площадь 47262,2 м<sup>3</sup>;
- общая трудоемкость работ 4003,1 чел/дн;
- общая площадь строительной площадки 23785 м<sup>2</sup>;
- площадь временных зданий 210,3 м<sup>2</sup>;
- площадь складов открытых 338,1 м<sup>2</sup>;
- площадь складов закрытых 56,2 м<sup>2</sup>;
- площадь навесов 36,7 м<sup>2</sup>;
- количество рабочих максимальное 18 чел.;
- продолжительность строительства по графику 340 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.

Общие габариты здания по осям в плане составляют 54,0×72,00 м.

Здание имеет 1 этаж, для выполнения операция по заданному технологическому процессу, запроектировано по кран балке грузоподъемностью 5 т, в каждом пролете.

В выпускной квалификационной работе планируется разработать чертежи и пояснительную записку по объекту строительства «Производственное здание по переработке пластиковых отходов».

Единственный выход по снижения влияния пластика на экологию, это его переработка. Проектируемое здание предназначено для 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 и конструкций;
- изготовление пакетов, бэгов, наполнителей, упаковочных материалов, различных видов индивидуальных упаковок;
- изготовление дизельного топлива с низким углеродным следом;
- изготовление пэт гранул;
- изготовление посуды, различных аксессуаров.

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 [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.

Колонны сборные железобетонные.

Стены представляют собой сэндвич-панели из следующих слоев:

- профилированный лист.
- утеплитель из базальта плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>, толщина 0,20 м;
- профилированный лист.

Плиты покрытия – ребристые толщиной 300 мм. Несущие элементы покрытия в виде сборных ферм.

Блоки оконные – из поливинилхлоридных профилей с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 30673-2013.

Для завоза пластика на переработку и для вывоза гранул запроектировано трое автоматических секционных ворот с калиткой.

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.

Крыша малоуклонная по сборным ребристым плитам в виде сэндвич панелей.

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

$$C = 104,33 \times 3888 \times 1,0 \times 1,0 = 405635,0 \text{ тыс. руб.}, \quad (22)$$

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

1.0 – ( $K_{\text{рег1}}$ ) 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 11.

Таблица 11 – Основные показатели стоимости строительства

«Наименование показателей	Единицы измерения	Обоснование	Результат» [11]
«Продолжительность строительства	мес.	по проекту	11,5
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	по проекту	3888
Объем здания	м <sup>3</sup>	по проекту	47262
Сметная стоимость общестроительных работ	тыс. руб.	сводный расчет	421915,5
Сметная стоимость строительства с НДС	тыс. руб.	-	506298,6
Стоимость 1 м <sup>2</sup>	тыс. руб./м <sup>2</sup>	506298,6/3888	130,2
Стоимость 1 м <sup>3</sup> » [11]	тыс. руб./м <sup>3</sup>	506298,6/47262	10,72» [11]

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 12.

Таблица 12 – Технологический паспорт объекта

«Технологический процесс»	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование устройство, приспособление	Материал, вещества
Устройство монолитных фундаментов	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 13 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 13 – 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 14 приведены методы снижения вредных факторов.

Таблица 14 – 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); противозумные 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); противозумные 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); противозумные 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 15 проводится идентификация источников потенциального возникновения пожара» [7].

Таблица 15 – 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 16.

Таблица 16 – 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 номеру м: 112, 01» [7]

«В соответствии с видами выполняемых строительными-монтажными работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 17 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара» [7].

Таблица 17 – 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 17 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 18.

Таблица 18 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

«Наименование объекта»	Проектируемое здание» [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 материалов. 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 – Экспликация полов

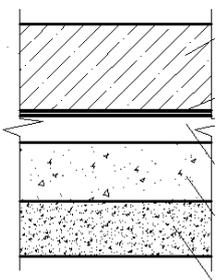
«Номер помещ.	Тип пола	Схема пола	Данные элемента пола	Площадь, м <sup>2</sup> [23]
1	2	3	4	5
Все помещения	1		<p>Бетонный наливной шлифованный пол 100 мм</p> <p>Монолитная стяжка из бетона класса В25, армированной сеткой 14А400-600</p> <p>Гидроизоляция - 2 слой гидроизола на битумной мастике</p> <p>Подбетонка - бетон кл. В7,5-100</p> <p>Гравийная подготовка 200 мм</p> <p>Грунт, уплотненный механическим способом</p>	3888,0

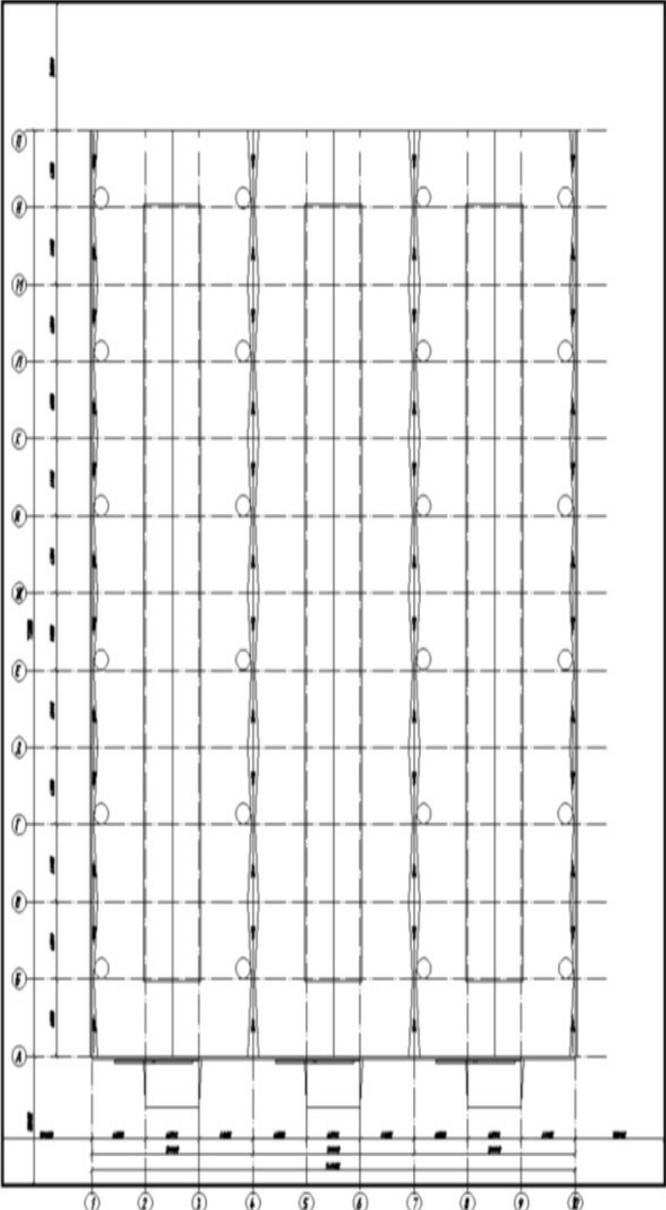
Таблица А.2 – Ведомость внутренней отделки помещений

Наименование или номер помещения	Потолок		Стены или перегородки	
	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки	Площадь, м <sup>2</sup>	Вид отделки
Сборные конструкции	-	-	720,7	Простое оштукатуривание с окрашиванием
Кирпичные стены	-	-	43,6	Простое оштукатуривание с окрашиванием

Приложение Б

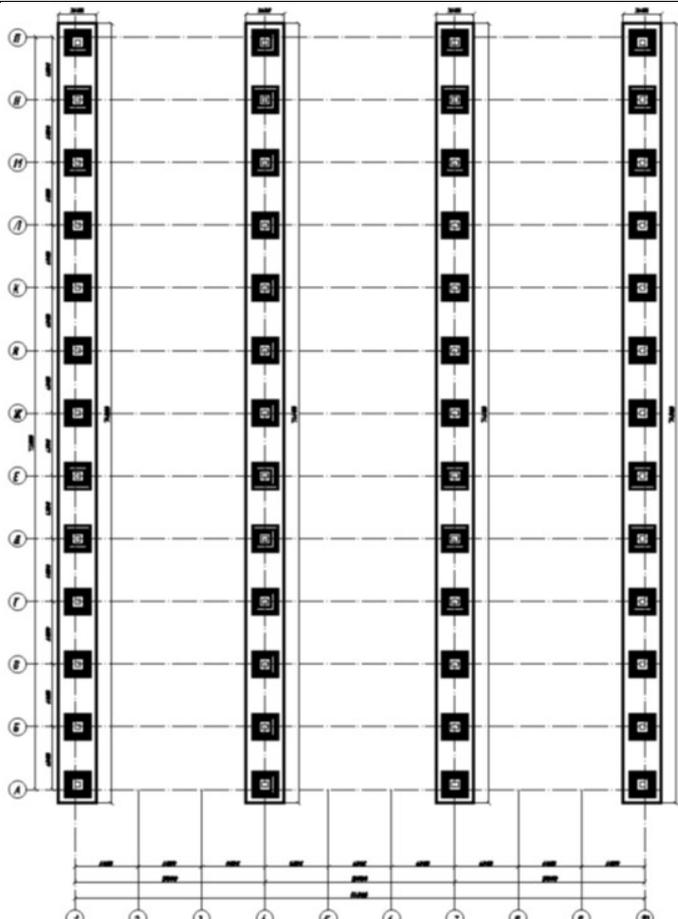
Сведения по организационным решениям

Таблица Б.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

«Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание» [1]
1	2	3	4
I. Земляные работы			
Планировка площадки бульдозером	1000 м <sup>2</sup>	6,81	 <p style="text-align: center;"> <math>F = (54 + 20) \cdot (72 + 20) = 6808 \text{ м}^2</math> </p>

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
<p>Разработка котлована экскаватором «обратная лопата»</p> <p>-навывмет</p> <p>-с погрузкой</p>	<p>1000 м<sup>3</sup></p>	<p>1,38</p> <p>0,25</p>	 <p> <math>H_k = 1,6 - 0,15 = 1,45 \text{ м}</math>                  Суглинок – <math>m=0</math>  <math>A_H = 72 + 2 \cdot 0,7 + 2 \cdot 0,6 = 74,6 \text{ м}</math>  <math>B_H = 2,4 + 2 \cdot 0,6 = 3,6 \text{ м}</math>  <math>F_H = A_H \cdot B_H = 74,6 \cdot 3,6 = 268,56 \text{ м}^2</math>  <math>V_{\text{тр}} = 268,56 \cdot 1,45 \cdot 4 = 1557,65 \text{ м}^3</math>  <math>V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = (V_{\text{тр}} - V_{\text{констр}}) \cdot k_p = (1557,65 - 239,2) \cdot 1,05 = 1384,37 \text{ м}^3</math>  <math>V_{\text{изб}} = V_{\text{тр}} \cdot k_p - V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 1557,65 \cdot 1,05 - 1384,37 = 251,16 \text{ м}^3</math>  <math>V_{\text{констр}} = V_{\text{бетон подг}} + V_{\text{ФМС}} = 35,15 + 204,05 = 239,2 \text{ м}^3</math> </p>
<p>«Ручная зачистка дна котлована»</p>	<p>100 м<sup>3</sup></p>	<p>0,78</p>	<p><math>V_{\text{р.з.}} = 0,05 \cdot V_{\text{тр}} = 0,05 \cdot 1557,65 = 77,88 \text{ м}^3</math></p>
<p>Уплотнение грунта вибротрамбовкой</p>	<p>1000 м<sup>3</sup></p>	<p>0,07</p>	<p> <math>F_{\text{упл.}} = F_H = 268,56 \text{ м}^2</math>  <math>V_{\text{упл.}} = 268,56 \cdot 0,25 = 67,14 \text{ м}^3</math> </p>
<p>Обратная засыпка бульдозером» [9]</p>	<p>1000 м<sup>3</sup></p>	<p>1,38</p>	<p><math>V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 1384,37 \text{ м}^3</math></p>

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
<b>II. Основания и фундаменты</b>			
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м <sup>3</sup>	0,35	$V_{\text{подг}}^{\text{бетон}} = 2,6 * 2,6 * 52 * 0,1 = 35,15 \text{ м}^3$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м <sup>3</sup>	2,04	$V_{\text{ФМС}} = (2,4*2,4*0,3+1,8*1,8*0,3+1,2*1,2*0,85)*52 = 204,05 \text{ м}^3$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя монолитных столбчатых фундаментов» [9]	100 м <sup>2</sup>	4,74	$F_{\text{гид}}^{\text{вер}} = F_{\text{опал.фунд.}} = (2,4*0,3*4+1,8*0,3*4+1,2*0,85*4)*52 = 474,24 \text{ м}^2$
<b>III. Надземная часть</b>			
«Установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий при глубине заделки колонн: до 0,7 м, масса колонн до 4 т	100 шт.	0,52	Колонны железобетонные по серии 1.423.1-7, в.1: 3К81-3AIV, L= 8700 мм, M = 3,5 т (52 шт.)
Установка в одноэтажных зданиях стропильных ферм при длине плит покрытий: до 6 м, пролетом до 18 м, массой до 10 т и высоте зданий до 25	100 шт.	0,39	Фермы стропильные железобетонные длиной 18м по серии 1.463.1-16, в.1: 2ФС18-4AIV, M = 6,05 т (39 шт.)
Монтаж оконных фонарных панелей: одноярусных	100 м <sup>2</sup>	10,8	$S = 6*60*3 = 1080 \text{ м}^2$
Укладка плит покрытий одноэтажных зданий длиной до 6 м, площадью: до 10 м <sup>2</sup> при массе стропильных конструкций до 10 т и высоте зданий до 25 м» [9]	100 шт.	4,32	Плита ребристая железобетонная по серии 1.465.1-20: 4ПВ6-1ATV-4, M = 1,95 т (432 шт.)

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Кладка наружных кирпичных стен в зоне ворот толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	16,53	$S_{\text{наруж.ст.}} = 6*6*3 = 108 \text{ м}^2$ $S_{\text{ворот}} = 4,8*4,48*3 = 64,5 \text{ м}^2$ $V_{\text{кладки}} = (108 - 64,5)*0,38 = 16,53 \text{ м}^3$
Монтаж наружных стеновых металлических сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности	100м <sup>2</sup>	22,68	$S_{\text{наруж.ст.}} = 54*12*2+72*12*2 = 3024 \text{ м}^2$ $S_{\text{ворот}} = 4,8*4,48*3 = 64,5 \text{ м}^2$ $S_{\text{кирп.кл.}} = 43,5 \text{ м}^2$ $S_{\text{ок}} = 1,2*6*6+1,2*72*4+1,2*54*4 = 648 \text{ м}^2$ $S_{\text{нар.ст.}} = S_{\text{наруж.ст.}} - S_{\text{ворот}} - S_{\text{кирп.кл.}} - S_{\text{ок}} =$ $= 3024 - 64,5 - 43,5 - 648 = 2268 \text{ м}^2$
Монтаж подвесных путей кран-балок на высоте до 25 м: прямолинейных по железобетонным опорам, номера балок 24 М	100м	4,32	$L = 72*6 = 432 \text{ м}$
Устройство железобетонных пандусов» [9]	100м <sup>3</sup>	0,14	$V_{\text{пандусов}} = 3,8 * 6 * 0,2 * 3 = 13,68 \text{ м}^3$
IV. Кровля			
«Монтаж кровельных сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности	100м <sup>2</sup>	38,88	$F_{\text{кровли}} = 72 * 54 = 3888 \text{ м}^2$
Устройство металлической водосточной системы: воронок	шт.	24	24 шт.
Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб	м	201,6	$L = 8,4*24 = 201,6 \text{ м}$
Изоляция по периметру стаканов зенитных фонарей: из стеклопакетов или листового стекла в зданиях с покрытием из железобетонных плит» [9]	100 м	4,68	$L = 72*6+6*6 = 468 \text{ м}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Устройство мелких покрытий (парапеты) из листовой оцинкованной стали» [9]	100м <sup>2</sup>	0,76	$S_{\text{пола}} = 252 * 0,3 = 75,6 \text{ м}^2$
V. Полы			
«Уплотнение щебнем грунта	100м <sup>2</sup>	38,88	$S_{\text{пола}} = 3888 \text{ м}^2$
Устройство подстилающего слоя из гравия толщиной 200мм	м <sup>3</sup>	777,6	$S_{\text{пола}} = 72 * 54 = 3888 \text{ м}^2$ $V_{\text{пола}} = 3888 * 0,2 = 777,6 \text{ м}^3$
Устройство гидроизоляции в два слоя	100м <sup>2</sup>	38,88	$S_{\text{пола}} = 3888 \text{ м}^2$
Устройство монолитной стяжки из бетона класса В25, армированной сеткой толщиной 200мм	100м <sup>2</sup>	38,88	$S_{\text{пола}} = 3888 \text{ м}^2$
Устройство бетонного наливного шлифованного пола толщиной 100 мм» [9]	100м <sup>2</sup>	38,88	$S_{\text{пола}} = 3888 \text{ м}^2$
VI. Окна и двери			
«Установка оконных блоков	100м <sup>2</sup>	6,48	Блоки пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 23166-2021: ОП В2 1200х6000 – 6 шт.; ОП В2 1200х72000 – 4 шт.; ОП В2 1200х54000 – 4 шт.; $S_{\text{ок}} = 1,2*6*6+1,2*72*4+1,2*54*4 = 648 \text{ м}^2$
Установка металлических ворот» [9]	100м <sup>2</sup>	0,65	Ворота металлические 4800х4480мм – 3 шт.; $S_{\text{ворот}} = 4,8*4,48*3 = 64,5 \text{ м}^2$
VII. Отделочные работы			
«Оштукатуривание внутренних кирпичных стен	100м <sup>2</sup>	0,44	$S = 43,6 \text{ м}^2$
Оштукатуривание сборных конструкций» [9]	100м <sup>2</sup>	7,21	$S = 720,7 \text{ м}^2$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Окрашивание внутренних кирпичных стен	100м <sup>2</sup>	0,44	$S = 43,6 \text{ м}^2$
Окрашивание сборных конструкций» [9]	100м <sup>2</sup>	7,21	$S = 720,7 \text{ м}^2$
VIII. Благоустройство территории			
«Устройство отмостки	100м <sup>2</sup>	2,52	$S = 252 \text{ м}^2$
Засев газонов	100м <sup>2</sup>	113	$S = 11300 \text{ м}^2$
Посадка деревьев	10 шт.	4,4	Клен – 23 шт.; Тополь – 21 шт. $N_{\text{общ}} = 44 \text{ шт.}$
Посадка кустарников	10 шт.	10	Сирень – 53 шт.; Шиповник – 47 шт. $N_{\text{общ}} = 100 \text{ шт.}$
Установка бортового камня	100 м	8,6	$L = 860 \text{ м}$
Устройство брусчатого покрытия	100м <sup>2</sup>	6,82	$S = 682 \text{ м}^2$
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов	1000 м <sup>2</sup>	14,82	$S = 14818 \text{ м}^2$
Устройство водоотводных лотков из композиционных полимерных материалов» [9]	100 м	7,4	$L = 740 \text{ м}$

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» [11]
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основания и фундаменты</b>						
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	м <sup>3</sup>	35,15	Бетон В7,5	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{35,15}{84,36}$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м <sup>2</sup>	474,24	Опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{474,24}{4,742}$
	т	7,55	Арматура	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{204,05}{7,55}$
	м <sup>3</sup>	204,05	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{204,05}{489,72}$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов» [9]	м <sup>2</sup>	474,24	Горячий битум в два слоя	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{948,48}{1,423}$
<b>Надземная часть</b>						
Установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий при глубине заделки колонн: до 0,7 м, масса колонн до 4 т	шт.	52	Колонны железобетонные по серии 1.423.1-7, в.1: 3К81-3АIV, L= 8700 мм	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{52}{182}$
Установка стропильных ферм при длине плит покрытий: до 6 м, пролетом до 18 м, массой до 10 т	шт.	39	Фермы стропильные железобетонные длиной 18м по серии 1.463.1-16, в.1: 2ФС18-4АIV	$\frac{шт.}{т}$	$\frac{1}{6,05}$	$\frac{39}{235,95}$
Монтаж оконных фонарных панелей: одноярусных» [9]	шт.	36	Фонари светоаэрационные одноярусные прямоугольные по серии 1.464.2-25.93: ФС 6х6	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,494}$	$\frac{36}{17,784}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Укладка плит покрытий одноэтажных зданий длиной до 6 м, площадью: до 10 м <sup>2</sup> при массе стропильных конструкций до 10 т и высоте зданий до 25 м	шт.	432	Плита ребристая железобетонная по серии 1.465.1-20: 4ПВ6-1АТV-4	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,95}$	$\frac{432}{842,4}$
Кладка наружных кирпичных стен в зоне ворот толщиной 380 мм	м <sup>3</sup>	16,53	Кирпич 250x120x65 мм	$\frac{\text{м}^3;\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1;380}{0,8}$	$\frac{16,53;6282}{13,224}$
	м <sup>3</sup>	4,96	Цем.-песчаный раствор М50	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{4,96}{5,952}$
Монтаж наружных стеновых металлических сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности	м <sup>2</sup>	2268	Сэндвич-панели толщиной 200 мм полной заводской готовности	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{2268}{56,7}$
Монтаж подвесных путей кран-балок на высоте до 25 м: прямолинейных по железобетонным опорам, номера балок 24 М	м	432	Подвесные пути кран-балок из балок 24М	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,038}$	$\frac{432}{16,416}$
Устройство железобетонных пандусов» [9]	м <sup>2</sup>	2,48	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{2,48}{0,025}$
	т	0,506	Арматура	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{13,68}{0,506}$
	м <sup>3</sup>	13,68	Бетон В25	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{13,68}{32,832}$
Кровли						
«Монтаж кровельных сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности	м <sup>2</sup>	3888	Сэндвич-панели толщиной 200 мм полной заводской готовности	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{3888}{97,2}$
Устройство металлической водосточной системы: воронок	шт.	24	Воронка металлическая НПП "Логика" Ø100 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0003}$	$\frac{24}{0,006}$
Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб» [9]	м	201,6	Труба водосточная D100 мм, длина 1 м	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0014}$	$\frac{201,6}{0,284}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Изоляция по периметру стаканов зенитных фонарей: из стеклопакетов или листового стекла в зданиях с покрытием из железобетонных плит	м <sup>2</sup>	468	Блоки пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 23166-2021	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{468}{11,7}$
Устройство мелких покрытий (парапеты) из листовой оцинкованной стали» [9]	м <sup>2</sup>	75,6	Оцинкованная сталь	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{75,6}{0,605}$
Полы						
«Уплотнение щебнем грунта	м <sup>2</sup>	3888	Щебень	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{194,4}{427,68}$
Устройство подстилающего слоя из гравия толщиной 200мм	м <sup>3</sup>	777,6	Гравий	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,4}$	$\frac{777,6}{1088,64}$
Устройство гидро-изоляции в 2 слоя	м <sup>2</sup>	3888	2 слоя гидроизола на битумной мастике	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,005}$	$\frac{7776}{38,88}$
Устройство монолитной стяжки армированной сеткой толщиной 200мм	м <sup>2</sup>	3888	Бетон класса В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{777,6}{1866,24}$
Устройство бетонного наливного шлифованного пола толщиной 100 мм» [9]	м <sup>2</sup>	3888	Бетон класса В7,5	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{388,8}{699,84}$
Окна и двери						
«Установка оконных блоков	м <sup>2</sup>	648	Блоки пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 23166-2021	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,08}$	$\frac{648}{51,84}$
Установка металлических ворот» [9]	м <sup>2</sup>	64,5	Ворота металлические 4800х4480мм	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,035}$	$\frac{64,5}{2,258}$
Отделочные работы						
«Оштукатуривание внутренних кирпичных стен	м <sup>2</sup>	43,6	Штукатурка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0009}$	$\frac{43,6}{0,039}$
Оштукатуривание сборных конструкций» [9]	м <sup>2</sup>	720,7	Штукатурка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0009}$	$\frac{720,7}{0,649}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Окрашивание внутренних кирпичных стен»	м <sup>2</sup>	43,6	Водоземulsionная краска	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{43,6}{0,011}$
Окрашивание сборных конструкций» [9]	м <sup>2</sup>	720,7	Водоземulsionная краска	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,00025}$	$\frac{720,7}{0,18}$
Благоустройство территории						
«Устройство отмостки»	м <sup>2</sup>	252	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{12,6}{27,72}$
Засев газонов	м <sup>2</sup>	11300	Газон обыкновенный	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{11300}{226}$
Посадка деревьев	шт.	23	Клен	шт.	23	23
	шт.	21	Тополь	шт.	21	21
Посадка кустарников	шт.	53	Сирень	шт.	53	53
	шт.	47	Шиповник	шт.	47	47
Установка бортового камня	м	860	БР 100.30.15	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,095}$	$\frac{860}{81,7}$
Устройство брусчатого покрытия	м <sup>2</sup>	682	Бетонная плитка типа «Брусчатка»	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,127}$	$\frac{682}{86,614}$
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов	м <sup>2</sup>	14818	Асфальтобетонная смесь	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{740,9}{1629,98}$
Устройство водоотводных лотков из композиционных полимерных материалов» [9]	м	740	Водоотводные лотки из композиционных полимерных материалов с решеткой	$\frac{м}{т}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{740}{7,4}$

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

«Наименование работ»	Ед. изм	Обоснование, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена» [11]
			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	6,81	0,14	0,14	«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	0,25	0,41	1,18	
		- навывмет						
01-01-003-14	11,5	25	1,38	1,98	4,31			
Ручная зачистка котлована	100 м <sup>3</sup>	01-02-056-02	233	-	0,78	22,72	-	Землекоп 3р.-1
Уплотнение грунта вибротрамбовкой	1000 м <sup>3</sup>	01-02-005-01	12,54	2,62	0,07	0,11	0,02	Машинист бр.-1
Обратная засыпка бульдозером» [9]	1000 м <sup>3</sup>	01-03-033-05	1,75	1,75	1,38	0,3	0,3	Машинист бр.-1» [11]
II. Основания и фундаменты								
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м <sup>3</sup>	06-01-001-01	135	18,12	0,35	5,91	0,79	«Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м <sup>3</sup>	06-01-001-05	634	32,12	2,04	161,67	8,19	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» [9]	100 м <sup>2</sup>	08-01-003-07	21,2	0,2	4,74	12,56	0,12	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1» [11]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Надземная часть								
«Установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий при глубине заделки колонн: до 0,7 м, масса колонн до 4 т	100 шт.	07-01-011-04	681	118,42	0,52	44,27	7,7	«Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Установка в одноэтажных зданиях стропильных ферм при длине плит покрытий: до 6 м, пролетом до 18 м, массой до 10 т и высоте зданий до 25	100 шт.	07-01-022-09	1190	238,13	0,39	58,01	11,61	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж оконных фонарных панелей: одноярусных	100 м <sup>2</sup>	09-03-022-01	135	23,22	10,8	182,25	31,35	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Укладка плит покрытий одноэтажных зданий длиной до 6 м, площадью: до 10 м <sup>2</sup> при массе стропильных конструкций до 10 т и высоте зданий до 25 м	100 шт.	07-01-027-01	206	38,28	4,32	111,24	20,67	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Кладка наружных кирпичных стен в зоне ворот толщиной 380 мм	100 м <sup>3</sup>	08-02-001-01	4,54	0,4	16,53	9,38	0,83	Каменщики 4 р.-1, 3р.-1
Монтаж наружных стеновых металлических сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности» [9]	100 м <sup>2</sup>	09-04-006-04	152	20,98	22,68	430,92	59,48	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1» [11]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж подвесных путей кран-балок на высоте до 25 м: прямолинейных по железобетонным опорам, номера балок 24 М	100 м	09-03-006-01	105	81,6	4,32	56,7	44,06	«Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство железобетонных пандусов» [9]	100 м <sup>3</sup>	06-01-004-05	3,04	0,09	0,14	0,05	0,01	Плотник 4 р.-1,3р.-1,2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1» [11]
IV. Кровля								
«Монтаж кровельных сэндвич-панелей толщиной 200 мм полной заводской готовности	100 м <sup>2</sup>	09-04-002-03	45,2	8,03	38,88	219,67	39,03	«Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство металлической водосточной системы: воронок	шт.	12-01-035-02	0,18	-	24	0,54	-	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Устройство металлической водосточной системы: прямых звеньев труб	м	12-01-035-03	0,12	-	201,6	3,02	-	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Изоляция по периметру стаканов зенитных фонарей: из стеклопакетов или листового стекла в зданиях с покрытием из железобетонных плит	100 м	12-01-018-02	58,7	1,74	4,68	34,34	1,02	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1
Устройство мелких покрытий (парапеты) из листовой оцинкованной стали» [9]	100м <sup>2</sup>	12-01-010-01	97,2	0,27	0,76	9,23	0,03	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1» [11]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
V. Полы								
«Уплотнение щебнем грунта	100 м <sup>2</sup>	11-01-001-02	6,81	0,88	38,88	33,1	4,28	«Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство подстилающего слоя из гравия толщиной 200мм	м <sup>3</sup>	11-01-002-03	3,16	0,55	777,6	307,15	53,46	Бетонщик 3 р.-1, 2 р. - 1
Устройство гидроизоляции в два слоя	100 м <sup>2</sup>	11-01-004-05, 11-01-004-06	32,5	0,67	38,88	157,95	3,26	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1
Устройство монолитной стяжки из бетона, армированной сеткой толщиной 200мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-011-03, 11-01-011-04, 11-01-060-01	58,46	8,95	38,88	284,12	43,5	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство бетонного наливного шлифованного пола толщиной 100 мм» [9]	100 м <sup>2</sup>	11-01-015-01, 11-01-015-02	54,56	4,59	38,88	265,16	22,31	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1» [11]
VI. Окна и двери								
«Установка оконных блоков	100 м <sup>2</sup>	10-01-034-02	134,73	3,94	6,48	109,13	3,19	«Монтажники 4р.-1, 2 р.-1
Установка металлических ворот» [9]	100 м <sup>2</sup>	09-04-011-01	41,4	8,87	0,65	3,36	0,72	Монтажники 4р.-1, 2 р.-1» [11]
VII. Отделочные работы								
«Оштукатуривание внутренних кирпичных стен	100 м <sup>2</sup>	15-02-016-01	65	5,32	0,44	3,58	0,29	«Штукатур 4р.-2,3р.-2, 2р.-1
Оштукатуривание сборных конструкций	100 м <sup>2</sup>	15-02-016-01	65	5,32	7,21	58,58	4,79	Штукатур 4р.-2,3р.-2, 2р.-1
Окраска внутренних кирпичных стен» [9]	100м <sup>2</sup>	15-04-005-01	13,8	0,09	0,44	0,76	0,01	Маляр 4р.-1,3р.-1» [11]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Окраска сборных конструкций» [9]	100 м2	15-04-005-01	13,8	0,09	7,21	12,44	0,08	«Маляр 4р.-1,3р.-1» [11]
VIII. Благоустройство территории								
«Устройство отсыпки	100 м2	31-01-025-01	34,88	3,24	2,52	10,99	1,02	«Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Засев газонов	100 м2	47-01-046-06	5,67	1,3	113	80,09	18,36	Раб. зел. стр.3р.-1,2р-1
Посадка деревьев	10 шт.	47-01-009-03	12,54	2,81	4,4	6,9	1,55	Раб. зел. стр.4р.-1,2р-1
Посадка кустарников	10 шт.	47-01-009-01	3,92	0,26	10	4,9	0,33	Раб. зел. стр.4р.-1,2р-1
Установка бортового камня	100 м	27-02-010-02	69,8	1,26	8,6	75,04	1,35	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство брусчатого покрытия	100 м2	27-07-014-01	115	9,9	6,82	98,04	8,44	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство асфальтобетонного покрытия проездов	1000 м2	27-06-031-01	16,63	7,86	14,82	30,81	14,56	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство водоотводных лотков из композиционных полимерных материалов» [9]	100 м	27-06-038-01	38,86	0,34	7,4	35,95	0,31	Дор. раб. 3р.-1,2р-1» [11]
ИТОГО ОСНОВНЫХ СМР:						2943,47	412,6 5	
IX. Другие работы								
Подготовительные работы	%	-	-	-	8	235,48	-	«Землекоп 3р.-1,2р.-1
Санитарно-технические работы	%	-	-	-	7	206,04	-	Монт-к сан. тех. систем 5р.-1,4р.-1
Электромонтажные работы	%	-	-	-	5	147,17	-	Электромонтажник 5р.-1, 4р.-1» [11]
Неучтенные работы	%	-	-	-	16	470,96	-	
ВСЕГО:						4003,12	-	

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
ОС-02-01	Глава 2. Основные объекты строительства.	405635
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	16280,5
-	Итого	421915,5
-	НДС 20%	84383,1
-	Всего по смете	506298,6» [24]

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 81-02-02-2025 Таблица 02-01-001	Производственное здание	м <sup>2</sup>	3888	104,33	104,33 × 3888 × 1,0 × 1,0 × 1,0 = 405635
-	Итого:	-	-	-	405635

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	35,6	268,6	268,6 × 35,6 × 1,0 × 1,0 × 1,01 = 9562,1
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-01	Озеленение территорий	100 м <sup>2</sup> покрытия	41,6	161,52	161,5 × 41,6 × 1,0 × 1,00 = 6718,4
-	Итого:	-	-	-	16280,5