

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 Реконструкция задания плавательного бассейна

Обучающийся

М.В. Сергеева

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд.экон.наук, А.М. Чупайда

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

Консультанты

канд.пед.наук, доцент, Е.М. Третьякова

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

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

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

канд.техн.наук, Э.Д. Капелюшный

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

В.Н. Чайкин

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

докт.техн.наук, доцент, А.Б. Стешенко

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

## Аннотация

В данном проекте выполняется реконструкция задания плавательного бассейна RiverSide. Основанием для реконструкции стало появление критичных по раскрытию вертикальных трещин в верхних опорных частях несущих колонн начиная с отметки +9,600 и ниже по оси 8, трещины образовались под опорными пластинаами столиков ферм, в результате смещения опорных столиков вертикальные перемещения фермы близки к критическим. Разрез с конструкцией кровли до реконструкции смотри рисунок А.1, Приложения А. Что бы минимизировать траты из бюджета, а также трудозатраты на реконструкцию здания, колонны по оси 8 были тщательно исследованы. Установлено, что трещины распространяются на высоту колонны начиная с отметки + 7,25 м, до высоты + 9,6 м. 3,35 м, ниже по телу колонны никакие дефекты выявлены не были.

Комиссией решено следующее:

- срезать монолитные колонны с запасом на 1 м, с высоты + 9,6 м, до высоты + 6,25 м;
- демонтировать часть кирпичной стены по оси 8;
- демонтировать кровлю над бассейном;
- демонтировать старые фермы;
- установить новые опорные пластины под столики ферм;
- ввиду изменения высоты опорных колонн по оси 8 и разности высот относительно оси 6, запроектировать стальную ферму подходящую под новые условия реконструкции;
- смонтировать новые фермы и конструкцию покрытия.

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, предусматриваются подъездные пути, площадки, озеленение и система водоотведения.

## 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 .....	11
1.4.3 Стены и перегородки .....	11
1.4.4 Перекрытие и покрытие .....	12
1.4.5 Окна, двери, ворота.....	12
1.4.6 Полы .....	13
1.4.7 Кровля .....	13
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	13
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	14
1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания.....	14
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия.....	19
1.7 Инженерные системы .....	20
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	26
2.1 Описание .....	26
2.2 Сбор нагрузок.....	28
2.3 Описание расчетной схемы.....	28
2.4 Определение усилий.....	29
2.5 Результаты расчета по несущей способности.....	30
2.6 Результаты расчета по деформациям.....	32
3 Технология строительства .....	33
3.1 Область применения .....	33
3.2 Технология и организация выполнения работ.....	35

3.3 Требования к качеству и приемке работ.....	41
3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	42
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах.....	44
3.6 Технико-экономические показатели.....	45
4 Организация и планирование строительства .....	46
4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ.....	50
4.2 Определение потребности в строительных материалах .....	51
4.3 Подбор строительных машин для производства работ .....	51
4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	52
4.5 Разработка календарного плана производства работ .....	53
4.6 Определение потребности в складах и временных зданиях .....	53
4.6.1 Расчет и подбор временных зданий .....	53
4.6.2 Расчет площадей складов.....	54
4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления.....	54
4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	56
4.7 Мероприятия по охране труда и технике безопасности .....	57
4.8 Технико-экономические показатели ППР .....	62
5 Экономика строительства .....	63
6 Безопасность и экологичность технического объекта .....	69
6.1 Характеристика рассматриваемого технического объекта .....	69
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	69
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	71
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	72
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	74
Заключение .....	75
Список используемой литературы и используемых источников.....	77
Приложение А Сведения по архитектурным решениям.....	80
Приложение Б Сведения по организационным решениям .....	81
Приложение В Сведения по экономическим решениям .....	93

## Введение

В выпускной квалификационной работе разработаны чертежи и пояснительная записка по реконструкции плавательного бассейна в городе Протвино, Московской области.

Актуальность темы отражает применение новых технологий, материалов, наиболее эффективных при реконструкции кровли бассейна, это позволит минимизировать сроки производства строительных работ, а подбор оптимального состава машин и механизмов, приведет к сокращению финансовых издержек.

«При выполнении работы будут разработаны следующие разделы проекта:

- архитектурно-планировочный раздел проекта с разработкой планов, разрезов, фасадов, выбором и обоснованием объемно-планировочных решений, расчетом энергоэффективных материалов, теплотехническим расчетом ограждающих конструкций;
- расчетно-конструктивный раздел проекта с расчетом характерной конструкции в программном комплексе по методу конечных элементов с разработкой расчетной схемы, конечно-элементной модели фермы, расчетом узлов фермы;
- раздел технологии строительства объекта с выполнением технологической карты на заданный процесс монтажа покрытия с разработкой детальной технологии производства работ;
- раздел организации строительства объекта;
- экономический раздел проекта с разработкой сводного сметного расчета, объектных сметных расчетов на основной объект строительства, благоустройство и озеленение;
- по безопасности и экологичности предусматриваются мероприятия, направленные на снижение воздействия строительства на окружающую среду» [22].

# 1 Архитектурно-планировочный раздел

## 1.1 Исходные данные

Район строительства – Центральный микрорайон, г. Протвино, Московская область.

«Климатический район строительства – II, подрайон – IIВ.

Преобладающее направление ветра зимой – 3» [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.

Класс ответственности – нормальный.

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

«Степень огнестойкости – II.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0.

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Класс по функциональной пожарной опасности:

Производственные здания – Ф 3,6» [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 центральном микрорайоне, г. Протвино, Московской области, и расположена на перекрестке Гагарина и Центрального проезда.

Проектируемый участок ограничивается с востока красной линией существующего проезда.

Здание главным фасадом запроектировано на улицу Гагарина.

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.

Главный вход для посетителей расположен с южной стороны здания.

Проектируемое здание имеет круговой объезд шириной 6 м, тротуары шириной 2 м» [17].

«Покрытие проездов и тротуаров – асфальтобетонное. Сопряжение покрытий проездов и тротуаров с газонами осуществляется посредством бортовых камней сечение 20×8 см. Покрытие площадки непосредственно перед зданием – брусчатое» [17].

### 1.3 Объемно планировочное решение здания

В данном проекте выполняется реконструкция здания плавательного бассейна RiverSide. Основанием для реконструкции стало появление критичных по раскрытию вертикальных трещин в верхних опорных частях несущих колонн начиная с отметки +9,600 и ниже по оси 8, трещины образовались под опорными пластинами столиков ферм, в результате смещения опорных столиков вертикальные перемещения фермы близки к критическим. Разрез с конструкцией кровли до реконструкции смотри рисунок А.1, Приложения А. Что бы минимизировать траты из бюджета, а также трудозатраты на реконструкцию здания, колонны по оси 8 были тщательно исследованы. Установлено, что трещины распространяются на высоту колонны начиная с отметки + 7,25 м, до высоты + 9,6 м. 3,35 м, ниже по телу колонны никакие дефекты выявлены не были.

Комиссией решено следующее:

- срезать монолитные колонны с запасом на 1 м, с высоты + 9,6 м, до высоты + 6,25 м;
- демонтировать часть кирпичной стены по оси 8;
- демонтировать кровлю над бассейном;
- демонтировать старые фермы;
- установить новые опорные пластины под столики ферм, на отметке +6,25 м;
- ввиду изменения высоты опорных колонн по оси 8 и разности высот относительно оси 6, запроектировать стальную ферму подходящую под новые условия реконструкции;
- смонтировать новые фермы и конструкцию покрытия.

Основным функциональным назначением проектируемого здания является предоставление услуг бассейна для жителей города Протвино.

Общие габариты здания по осям в плане составляют  $36,4 \times 37,10$  м и высотой до верха 9,9 м от уровня первого этажа.

Здание имеет два этажа и подземную часть, высота подвала 2,9 м, высота второго этажа 3,3 м.

Технико-экономические показатели объемно-планировочного решения здания смотри таблицу 1.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели

«Наименование	Единица измерения	Показатели
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	1403,1
Общая площадь	м <sup>2</sup>	2729,4
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	14527,2
Планировочный коэффициент К1	-	0,63
Объёмный коэффициент К2	-	5,3» [17]

«Для защиты от осадков над входными группами предусматриваются козырьки. У главного входа имеется пандус с уклоном 6 градусов для маломобильных групп населения» [19].

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

«Конструктивная система здания в осях Б-Ж/6-8 – каркасная, в остальных частях здания – бескаркасная.

Конструктивная схема здания в осях Б-Ж/6-8 – каркасная монолитная, в остальных частях здания перекрестно-стеновая с кирпичными несущими стенами» [3,4].

Подземная часть здания проектируется в монолитном исполнении.

Общая устойчивость конструкций здания в продольном и поперечном направлениях обеспечивается кирпичными стенами и жесткими дисками перекрытий, а также совместной упругой работой несущих элементов между

собой. В осях Б-Ж/6-8 пространственная жесткость и устойчивость обеспечена жестким соединением колонн с фундаментом, колонн с фермами покрытия.

«Конструктивно здание каркасное.

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

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

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями.

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

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

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

#### **1.4.1 Фундаменты**

Фундаменты здания запроектированы в виде монолитных железобетонных столбчатых, которые обеспечивают надёжное восприятие нагрузок от несущих конструкций и равномерную передачу их на грунт [16].

Данный тип фундаментов выбран с учётом инженерно-геологических условий площадки строительства, характеристик грунтов и особенностей планировочной структуры здания. Столбчатые фундаменты рациональны при наличии плотных несущих слоёв на сравнительно небольшой глубине и позволяют существенно сократить объём земляных работ по сравнению с ленточными или плитными фундаментами [3,4].

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

#### **1.4.2 Колонны**

Колонны монолитные из бетона класса В25, сечение 400×400 мм.

#### **1.4.3 Стены и перегородки**

«Стены представляют собой конструкцию из следующих слоев:

- облицовка плиткой вентилируемого фасада на установленную металлическую подсистему, толщина 0,01 м.
- утеплитель из базальта плотностью 100 кг/м<sup>3</sup>, толщина 0,150 м.  
Утеплитель крепится к стене с помощью тарельчатых дюбелей, в шахматном порядке шагом 200 мм;
- несущий слой стены из кирпича на растворе М50 с армированием через 5 рядов кладки В500. Шаг продольной арматуры 60 мм поперечной 500 мм. Толщина слоя 0,380 м.

Общая толщина стены составляет 640 мм.

Внутренние стены – из керамического кирпича толщиной 380 мм.

Перегородки выполнены из газобетонного блока «HEBEL» 800 кг/м<sup>3</sup> толщиной 100 мм, а также из кирпича керамического полнотелого толщиной 120 мм» [19].

#### **1.4.4 Перекрытие и покрытие**

«Плиты перекрытия и покрытия – монолитные толщиной 200 мм» [22].

Фермы выполнены из спаренных уголков, сечения принимаются по расчету.

#### **1.4.5 Окна, двери, ворота**

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

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

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

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

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

Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм,

при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм.

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

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

#### **1.4.6 Полы**

Полы в здании приняты из керамической плитки, керамогранита и паркета.

#### **1.4.7 Кровля**

Крыша над зальными помещениями малоуклонная по металлическим прогонам, с покрытием профлистом. Крыша над остальными помещениями плоская двухслойная по монолитному перекрытию, состав представлен на разрезах.

### **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 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 синего цвета, 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.

## **1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций**

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

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

Монтаж осуществляется по бесшовной технологии с замковыми соединениями, исключающими образование мостиков холода, а

подтвержденный класс огнестойкости REI 120 позволяет применять панели при строительстве складов. Система сертифицирована согласно ГОСТ для панелей с минераловатным утеплителем и соответствует требованиям СП 50.13330.2020 по тепловой защите зданий, а также Федеральному закону по пожарной безопасности.

Исходные данные.

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

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

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

Температура периода со средней суточной температурой воздуха,  $t_{\text{от.пер.}} = -2,2^{\circ}\text{C}$ » [15].

«Влажностный режим помещений нормальный.

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

Условия эксплуатации – Б» [18].

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

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

где  $R_0^{\text{тр}}$  – 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].

$$R_0^{\text{норм}} = 2,56 \times 1 = 2,56 \text{ м}^2 \text{ } {}^{\circ}\text{C} / \text{Вт}$$

«Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП,  ${}^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  по формуле 2:

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

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

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

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

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

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

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

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

$$R_o^{tp} = 0,0003 \times 4528,8 + 1,2 = 2,56 \text{ м}^2\text{C/Bт.}$$

«Для стен общественных зданий, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов  $a=0,0003$ ;  $b=1,2$ , для покрытия  $a=0,0004$ ;  $b=1,6$ » [15].

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

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

где  $R_o^{tp}$  – требуемое сопротивления теплопередаче,  $\text{м}^2\text{C/Bт}$ » [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,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ .

$R_K$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемые по формуле 6:

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

где  $\delta$  – толщина слоя, м;

$\lambda$  – коэффициент теплопроводности материала слоя,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  [15].

«Предварительная толщина утеплителя из условия по формуле 7:

$$\delta_{yt} = \left[ R_0^{tp} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_5}{\lambda_5} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \lambda_{yt}, \quad (7)$$

где  $R_0^{tp}$  – требуемое сопротивления теплопередаче,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ ;

$\delta_n$  – толщина слоя конструкции, м;

$\lambda_n$  – коэффициент теплопроводности конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$  [15].

Состав наружного стенового ограждения представлен на рисунке 1.

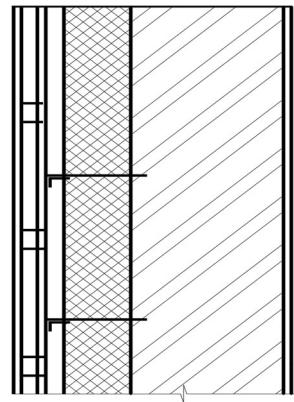


Рисунок 1 – Состав наружного ограждения

Состав наружного стенового ограждения представлен в таблице 2, учитываем слои расположенные до воздушного зазора.

Таблица 2 – Состав наружного ограждения

«Материал	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C)	Толщина ограждения, м» [15]
Утеплитель	100	0,058	x
Кирпичная стена	1400	0,81	0,38
Штукатурка	1800	0,93	0,01

$$\delta_{yt} = \left[ 2,56 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,113 \text{ м}$$

«Принимаем толщину слоя утеплителя  $\delta_{yt} = 0,15$  м.

Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,15}{0,058} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,01}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt.}$$

$R_0 = 3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt} > 2,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bt}$  - условие выполнено, принимаем толщину утеплителя 150 мм» [15].

## 1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Исходные данные для расчета, смотри выше.

Состав покрытия представлен на рисунке 2.

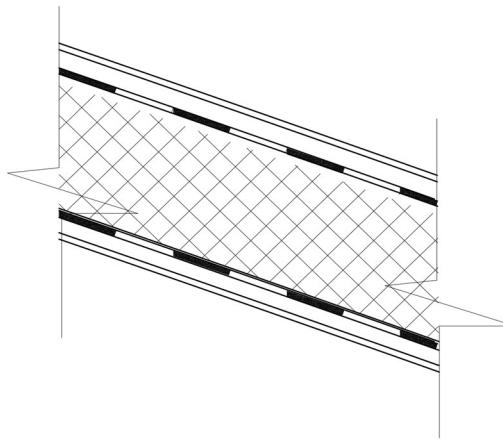


Рисунок 2 – Состав покрытия

Состав чердачного перекрытия смотри таблицу 3.

Таблица 3 – Состав чердачного перекрытия

«Материал	Плотность, $\text{кг} / \text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности, $\lambda, \text{Вт} / \text{м}^2 \text{°C}$	Толщина ограждения, $\delta, \text{м}$
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005
Мембрана	600	0,17	0,002
Утеплитель	100	0,058	x
Пароизоляция	600	0,17	0,002
Профилированный стальной лист	7850	58	0,005» [15]

«Определяем сопротивление теплопередачи по формуле 8:

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

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

$$R_o^{tp} = 0,0004 \times 4528,8 + 1,6 = 3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{C/Bт.}$$

«Определяем общее сопротивление наружной ограждающей конструкции исходя из условий  $R_0 \geq R_{tp}$ » [20], см. формулу 9:

$$\delta_{yt} = \left[ R_0^{tp} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} \right) \right] \lambda_{yt}, \quad (9)$$

$$\delta_{yt} = \left[ 3,41 - \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,194 \text{ м}$$

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

«Выполним проверку:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,17} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,04}{0,76} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,115}{0,17} + \frac{0,2}{0,058} + \frac{0,002}{0,17} + \frac{0,20}{1,92} + \frac{1}{23} = 4,02 \text{ м}^2 \cdot \text{C/Bт.}$$

$R_0 = 4,02 \text{ м}^2 \cdot \text{C/Bт} > 3,41 \text{ м}^2 \cdot \text{C/Bт}$  – 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.

#### Водоснабжение.

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

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

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

Для компенсации температурных расширений и снижения шума устанавливаются демпферные петли и шумопоглощающие крепления. Особое

внимание уделяется противопожарному водоснабжению, которое включает в себя пожарные краны, подключенные к отдельному стояку с повышенным давлением.

Для обеспечения бесперебойной работы системы предусматриваются ремонтные обводные линии и запорная арматура, позволяющая отключать отдельные участки без прекращения подачи воды во всем здании. Современные системы водоснабжения также могут включать устройства для очистки и умягчения воды, а также системы автоматического контроля и утечек, повышающие надежность и экономичность эксплуатации.

### Канализация.

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

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

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

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

В здании устанавливаются ревизии и прочистки для обслуживания системы, канализационные насосные станции для принудительного перекачивания стоков в случаях, когда их самотечное отведение невозможно. Особое внимание уделяется гидроизоляции мест прохода труб через строительные конструкции и устройству противопожарных перегородок в соответствии с требованиями безопасности. Система проектируется с учетом перспективных нагрузок и обеспечивает безаварийную работу при одновременном использовании всех сантехнических приборов.

### Вентиляция.

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

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

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

Современные тенденции предполагают внедрение комбинированных систем с рекуперацией тепла, когда вытяжной воздух перед выбросом наружу проходит через теплообменники, передавая часть тепла приточным потокам, что значительно повышает энергоэффективность здания. Все вентиляционные каналы выполняются из несгораемых материалов с гладкой внутренней поверхностью для минимизации сопротивления воздушным потокам и

предотвращения накопления пыли, а в местах прохода через строительные конструкции предусматриваются противопожарные клапаны.

Проектирование системы учитывает нормативные требования по воздухообмену для каждого типа помещений и обеспечивает согласованную работу всех элементов без возникновения обратной тяги или перетекания запахов между помещениями. Регулярная проверка и очистка вентканалов являются обязательными мероприятиями для поддержания работоспособности системы в течение всего срока эксплуатации здания.

### Теплоснабжение.

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

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

Для отопления применяется двухтрубная схема разводки с нижним расположением подающего трубопровода, где теплоноситель циркулирует по замкнутому контуру через отопительные приборы (радиаторы, конвекторы или системы теплых полов), установленные в каждом помещении. Регулирование теплоотдачи осуществляется с помощью терmostатических 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 людей в бассейне, и внедрение систем мониторинга микроклимата.

## 2 Расчетно-конструктивный раздел

### 2.1 Описание

Цель раздела – расчет фермы покрытия.

Проектируется бассейн.

Район строительства – Центральный микрорайон, г. Протвино, Московская область.

Рассчитывается ферма в осях В1/6-8.

Общие габариты здания по осям в плане составляют  $36,4 \times 37,10$  м и высотой до верха 9,9 м от уровня первого этажа.

Цель расчета фермы покрытия заключается в обеспечении надежной и безопасной эксплуатации конструкции при действии всех рассчитанных в пункте 2.2 нагрузок. Основная задача – подобрать оптимальные сечения элементов поясов фермы, которые будут удовлетворять требованиям прочности, жесткости и устойчивости согласно СП 16.13330.2017. Расчет должен подтвердить, что ферма выдержит постоянные нагрузки (собственный вес, вес кровли), временные нагрузки, не превышая предельных прогибов и не теряя устойчивости. Важно также минимизировать материалоемкость конструкции для экономии средств без ущерба надежности. Расчет включает проверку по первому предельному состоянию (несущая способность) и второму предельному состоянию (деформации), а также оценку местной устойчивости.

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 материоемкость конструкции для экономии средств без ущерба надежности.

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

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

Несущая система здания представляет собой каркас, включающий фундаменты колонны и покрытие. Горизонтальные элементы каркаса обеспечивают пространственную жёсткость и устойчивость всей конструкции. Каркас рассчитан на значительные динамические и статические нагрузки.

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

Внутренние металлические конструкции, не подверженные прямому воздействию влаги, окрашиваются декоративными защитными эмалями, а элементы, расположенные снаружи, дополнительно защищаются слоями атмосферостойких покрытий [23].

## 2.2 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Сбор нагрузок

«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 ( $\delta=0.2\text{м}$ , $\gamma=1,25\text{кН/м}^3$ ) $0,2 \times 1,25 = 0,25 \text{ кН/м}^2$ Прогоны покрытия №16 $0,14/1,75 = 0,08 \text{ кН/м}^2$	0,25  0,08	1,2  1,05	0,3  0,084
Итого постоянная:	0,33		0,384
«Временная: -сугревая по СП20.13330.2016 3 район	1,5	1,4	2,1» [13]
Полная:	1.83		2,5

Нагрузку ввожу в расчетную схему.

## 2.3 Описание расчетной схемы

Металлическая ферма рассчитана в ПК ЛИРА-САПР.

В ЛИРА-САПР ферма проектируется стержневыми элементами – КЭ тип 10.

«Сечения элементов определены исходя из максимальных усилий и прогибов, полученных расчетом и программным подбором в комплексе Лира» [20,23].

Разработанная модель в программе представлена на рисунке 3.

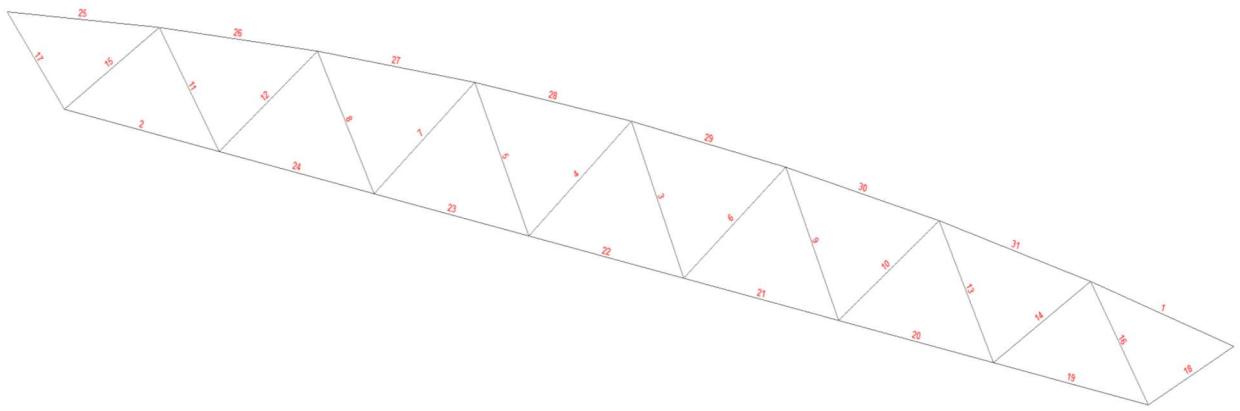


Рисунок 3 – Расчетная схема с нумерацией элементов

На основании нагрузок программно рассчитываются усилия, для определения сечений элементов фермы.

## 2.4 Определение усилий

Сначала разработана расчетная схема проектируемой фермы, далее назначены жесткости и заданы нагрузки, рассчитанные в таблице 4. После этого произведен статический расчет фермы, с выведением необходимых результатов и дальнейшим конструированием фермы.

Расчетные усилия в элементах фермы представлены на рисунке 4.

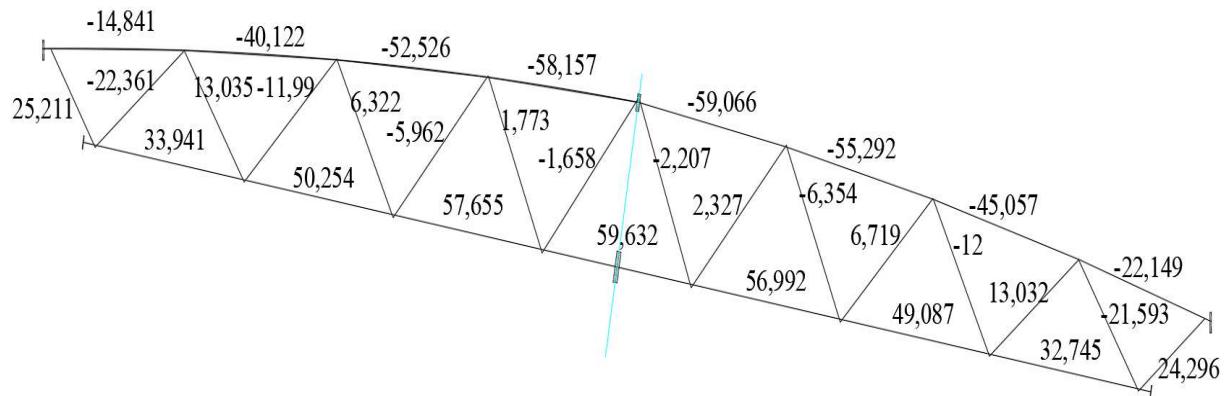


Рисунок 4 – Расчетные усилия в элементах фермы

На основании полученных усилий подбираются сечения элементов фермы.

## 2.5 Результаты расчета по несущей способности

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

Рассчитанные жесткости представлены на рисунке 5.

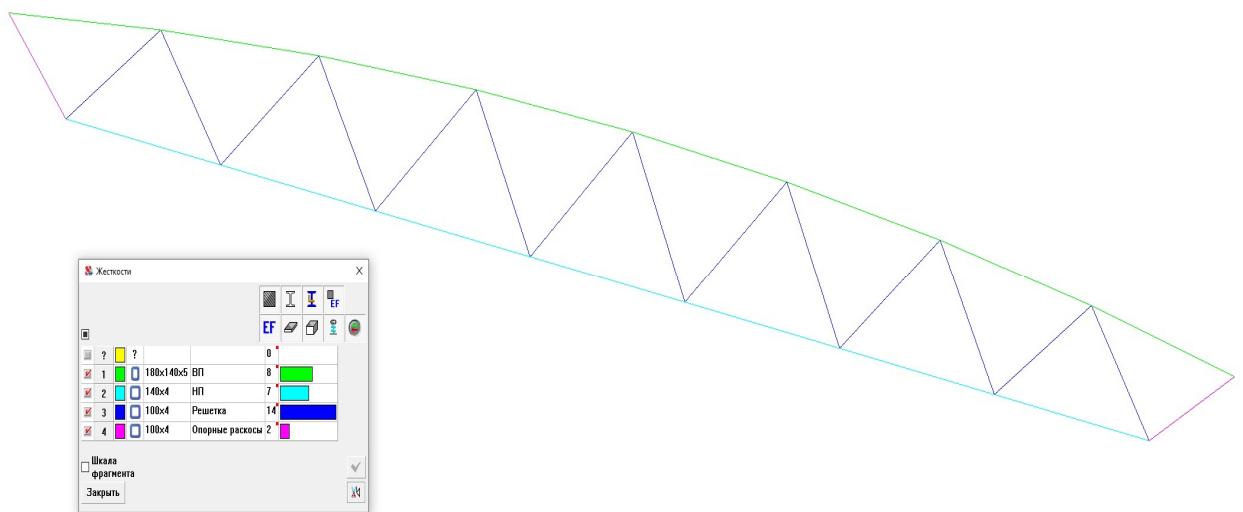


Рисунок 5 – Жесткости фермы

Сечение верхнего пояса смотри рисунок 6.

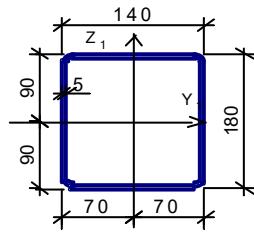


Рисунок 6 – Сечение верхнего пояса

Сечение нижнего пояса смотри рисунок 7.

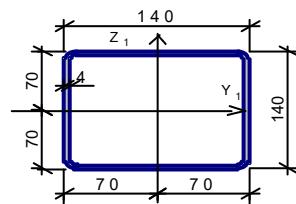


Рисунок 7 – Сечение нижнего пояса

Для опорных раскосов и решеток сечение представлено на рисунке 8.

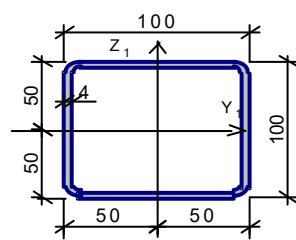


Рисунок 8 – Сечение раскосов

Основой для расчета служит СП 16.13330.2017, который устанавливает требования к проверке прочности, устойчивости и жесткости элементов.

## 2.6 Результаты расчета по деформациям

Расчет металлической фермы по деформациям выполняется для обеспечения нормальной эксплуатации конструкции при действии нагрузок, при котором прогибы не превышают предельно допустимых значений, установленных нормативными документами. Основным регулирующим документом является СП 20.13330.2016, который определяет предельные прогибы для различных типов конструкций. Для ферм покрытий пролетом 19,5 м, предельный прогиб принимается равным 78 мм, фактический прогиб составил 29 мм, что меньше более чем в два раза допускаемого, следовательно жесткость конструкции обеспечена.

Прогиб представлен на рисунке 9.

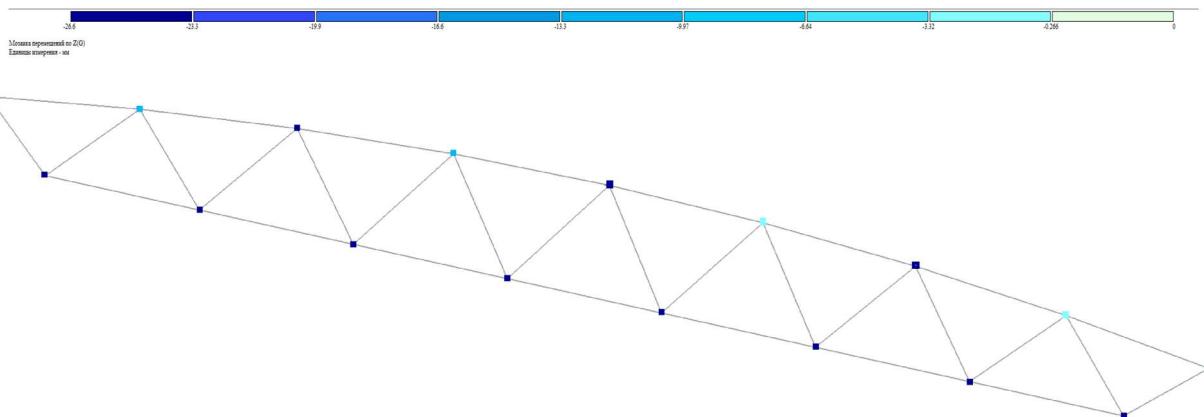


Рисунок 9 – Рассчитанный прогиб конструкции

Выводы по разделу 2.

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

### 3 Технология строительства

#### 3.1 Область применения

Область применения разработана в соответствии с МДС 12-29.2006.

Технологическая карта разрабатывается на монтаж покрытия бассейна.

Тип здания – общественное.

Для обеспечения доступа монтажникам к опорным и соединительным узлам ферм покрытия используются коленчатые подъемники представленные на рисунке 10.

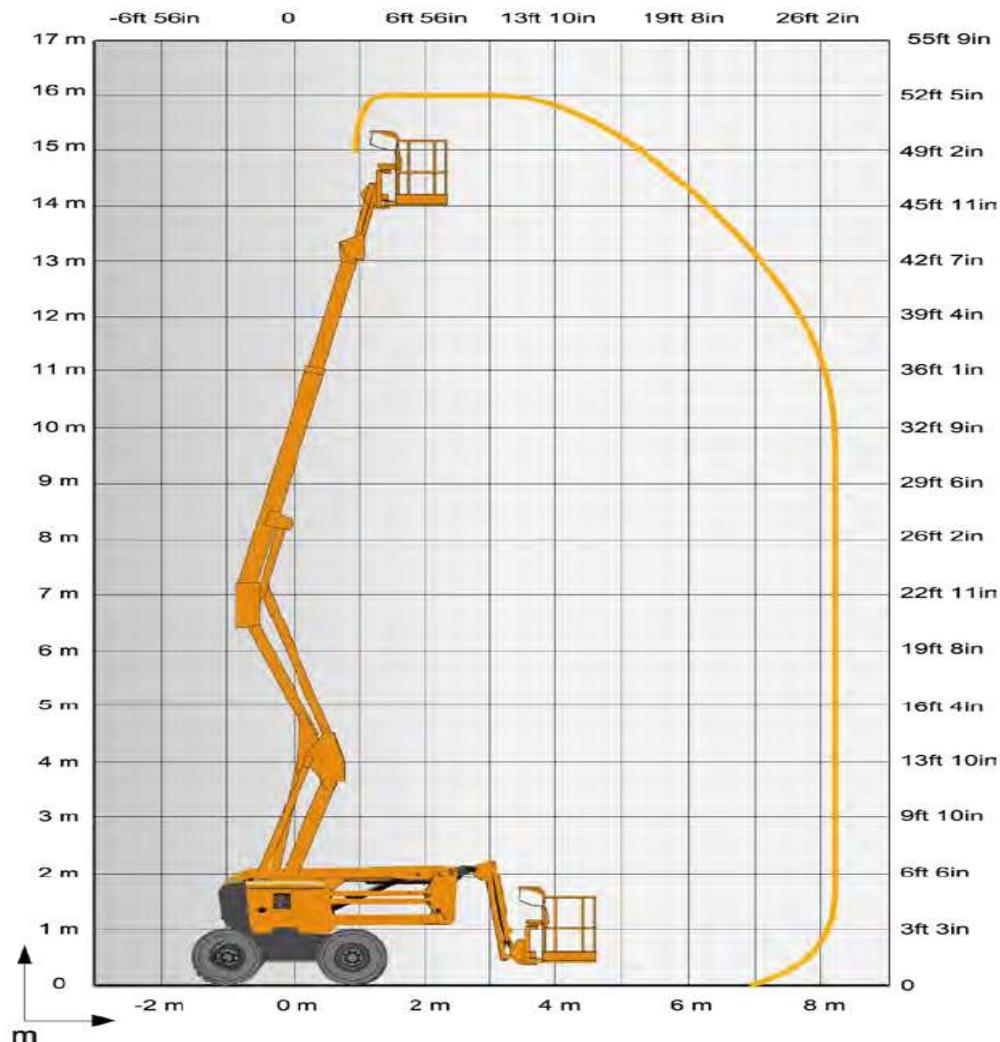


Рисунок 10 – Коленчатый подъемник

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

- монтаж ферм и связей;
- монтаж прогонов;
- анткорозийное покрытие конструкции;
- монтаж листов профнастила с креплением» [8].

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

Для строповки используется линейная балочная траверса представленная на рисунке 11.



Рисунок 11 – Траверса 1CЭС-T1-1.6/10.0

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

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

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

Карта гарантирует, что монтаж будет проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями, обеспечит надежность и долговечность несущего каркаса здания. В карте детально прописываются последовательность операций, необходимые механизмы (например, краны соответствующей грузоподъемности), инструменты, приспособления для временного закрепления и выверки, а также состав бригады.

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

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

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

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

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

«Подготовительные работы.

Перед монтажом ферм выполняют следующие строительные процессы до начала работ:

- осуществление комплекса земляных работ;
- выемка грунта, далее этот грунт используется на нужны благоустройства;
- установка вертикальных несущих элементов;
- подготовка площадки строительства и мест для проезда крана и транспорта;
- в соответствии с рассчитанными показателями склада, на объект завозятся необходимые материалы в нужном количестве;
- устройство мест сборки конструкций, места сборки указаны на схеме производства работ;
- в соответствии с таблицами 6,7, обеспечение работников необходимым инструментом» [8].

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Технология производства работ.

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

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

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

Основные работы.

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

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

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

В свободные отверстия вставляются болты с шайбами, которые закрепляются накручиванием на них гаек до отказа при помощи электрогайковерта. Далее вставленные оправки выбиваются кувалдой и в освободившиеся отверстия ставятся болты с шайбами и закручиваются

гайками. Обработка поверхности фланцев не производится при установке высокопрочных болтов.

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

Монтаж стропильных ферм.

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

«Работы, последовательно выполняемые при монтаже ферм:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Подъем производится в 2 этапа.

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

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

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

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

### 3.3 Требования к качеству и приемке работ

«Входной контроль.

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

«Операционный контроль.

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

Контроль качества сварных соединений металлоконструкций осуществляется с использованием следующих методов:

- визуальный и измерительный контроль;
- неразрушающий 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 грузоподъёмных 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 антакоррозионными составами соблюдаются требования по вентиляции и защите органов дыхания работников.

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

Таким образом, обеспечение безопасности труда, пожарной и экологической безопасности при монтаже металлических ферм направлено на сохранение жизни и здоровья рабочих, предотвращение аварийных ситуаций,

пожаров и негативного воздействия на окружающую среду. Соблюдение установленных норм и правил является обязательным условием качественного и безопасного выполнения монтажных работ.

### **3.5 Потребность в материально-технических ресурсах**

Материалы и изделия смотри таблицу 5.

Таблица 5 – Материалы и изделия

«Наименование	Тип, марка, ГОСТ, № чертежа, завод-изготовитель	Техническая характеристика	Назначение	Количество на здание
Ферма	ГОСТ 27579-88	Сталь С345;С245	Устройство кровельной части	3,8т
Прогоны	ГОСТ 26992-2016	Сталь С345;С245	-“-	1,1т
Связи	ГОСТ 23118-2012	Сталь С245	-“-	1,65т
Профнастил	ГОСТ 24045-2016	H114-750-0,8-1	-“-	601м2» [14]

На основании рассчитанных материалов делаем график календарный на чертеже.

### 3.6 Технико-экономические показатели

График производства работ представлен на рисунке 12.

№	Наименование работ	Ед. измер.	Кол-во	Трудоемкость, чел.-дн		Машинно-емкость, маш-смен	Состав	Этапы	Продолжительность, дн	Рабочие дни					
				нормат.	принят.					1	2	3	4	5	6
1	Монтаж ферм и сайдинг	т.	5.45	43.72	44	7.57	Монтажник 6р 4р 3р	1	2	1	2	1	2	1	2
2	Монтаж прогонов	т.	11	0.31	0.5	0.01	Монтажник 4р 3р	1	2	1	2	1	2	1	2
3	Антисорбционное покрытие	100 м <sup>2</sup>	17.21	8.24	8.5	0.02	Монтажник 4р 3р	2	2	2	2	2	2	2	2
4	Монтаж профнастила	100 м <sup>2</sup>	0.83	3.71	4	—	Монтажник 4р 3р	2	2	2	2	2	2	2	2
										5	4				

Рисунок 12 – График производства работ

Технико-экономические показатели смотри таблицу 6.

Таблица 6 – Технико-экономические показатели

Поз.	Наименование	Ед. изм	Кол.
1	Трудоемкость человека	чел.-дн	57.0
2	Трудоемкость машин	маш-см	6.0
3	Продолжительность процесса	дн.	6
4	Количество смен	шт.	2

Выводы по разделу.

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

Техкарта необходима при выполнении работ ответственных конструкций, является обязательным для выполнения подрядчиком, так как гарантирует, что монтаж будет проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями.

## 4      Организация и планирование строительства

Разработан раздел по организации и планированию строительства здания бассейна.

В данном проекте выполняется реконструкция здания плавательного бассейна RiverSide. Основанием для реконструкции стало появление критичных по раскрытию вертикальных трещин в верхних опорных частях несущих колонн начиная с отметки +9,600 и ниже по оси 8, трещины образовались под опорными пластинами столиков ферм, в результате смещения опорных столиков вертикальные перемещения фермы близки к критическим. Разрез с конструкцией кровли до реконструкции смотри рисунок А.1, Приложения А. Что бы минимизировать траты из бюджета, а также трудозатраты на реконструкцию здания, колонны по оси 8 были тщательно исследованы. Установлено, что трещины распространяются на высоту колонны начиная с отметки + 7,25 м, до высоты + 9,6 м. 3,35 м, ниже по телу колонны никакие дефекты выявлены не были.

Комиссией решено следующее:

- срезать монолитные колонны с запасом на 1 м, с высоты + 9,6 м, до высоты + 6,25 м;
- демонтировать часть кирпичной стены по оси 8;
- демонтировать кровлю над бассейном;
- демонтировать старые фермы;
- установить новые опорные пластины под столики ферм, на отметке +6,25 м;
- ввиду изменения высоты опорных колонн по оси 8 и разности высот относительно оси 6, запроектировать стальную ферму подходящую под новые условия реконструкции;
- смонтировать новые фермы и конструкцию покрытия.

Основным функциональным назначением проектируемого здания является предоставление услуг бассейна для жителей города Протвино.

«Конструктивно здание каркасное.

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

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

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями.

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

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

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

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 монолитные из бетона класса В25, сечение 400×400 мм.

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.

Полы в здании приняты из керамической плитки, керамогранита и паркета.

Крыша над зальными помещениями малоуклонная по металлическим прогонам, с покрытием профлистом. Крыша над остальными помещениями плоская двухслойная по монолитному перекрытию, состав представлен на разрезах.

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 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 синего цвета, 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.

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

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

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

## 4.2 Определение потребности в строительных материалах

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

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

## 4.3 Подбор строительных машин для производства работ

«Грузоподъемность крана  $Q_k$  определяется по формуле 10:

$$Q_k = Q_e + Q_{np} + Q_{gp}, \quad (10)$$

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

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

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

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

«Высота крюка определяется по формуле 11:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_e + h_{ct}, \quad (11)$$

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;

$h_e$  – высота поднимаемого элемента, м;

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

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

Грузовые характеристики автокрана представлены на рисунке 13.

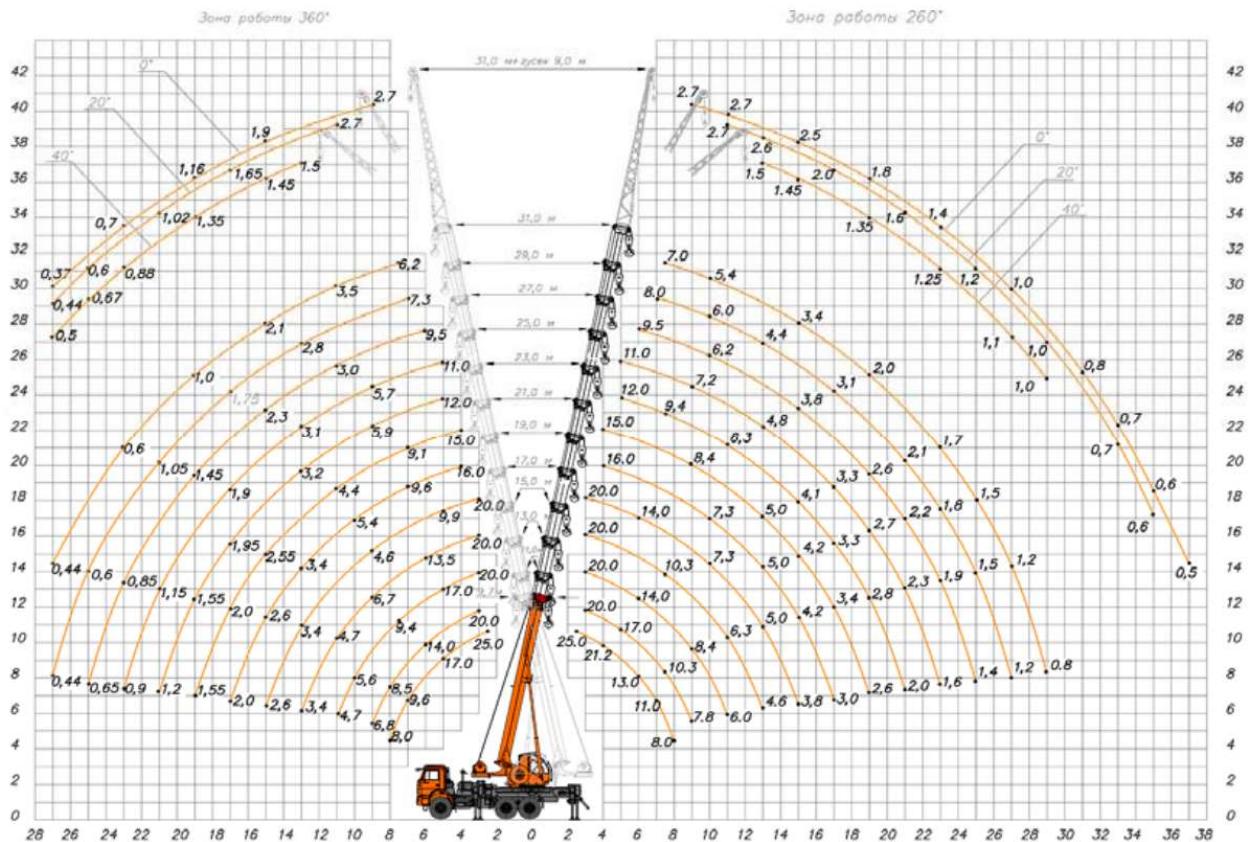


Рисунок 13 – Грузовые характеристики автокрана

Выбираем автомобильный кран КС-55713-5к-4 грузоподъемностью 25 т и длиной стрелы 27 м.

#### 4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

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

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

где  $V$  – объем работ;

$H_{vp}$  – 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:

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

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

$N_{итр}$  – численность ИТР – 11%;

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

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

$$\begin{aligned}N_{\text{итр}} &= 30 \cdot 0,11 = 3,3 = 4 \text{ чел}, \\N_{\text{служ}} &= 30 \cdot 0,032 = 0,96 = 1 \text{ чел}, \\N_{\text{МОП}} &= 30 \cdot 0,013 = 0,39 = 1 \text{ чел}, \\N_{\text{общ}} &= 30 + 4 + 1 + 1 = 36 \text{ чел}. \\N_{\text{расч}} &= 1,05 \cdot N_{\text{общ}} = 1,05 \cdot 36 = 38 \text{ чел}.\end{aligned}$$

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 перекантовки 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:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{hy}} \times q_{\text{h}} \times n_{\text{p}} \times K_{\text{q}}}{3600 \times t_{\text{см}}}, \frac{\text{л}}{\text{сек}} \quad (16)$$

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

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

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

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

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \times 25 \times 186,5 \times 1,1}{3600 \times 8} = 0,21 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

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

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{y}} \times n_{\text{p}} \times K_{\text{q}}}{3600 \times t_{\text{см}}} + \frac{q_{\text{d}} \times n_{\text{d}}}{60 \times t_{\text{д}}}, \frac{\text{л}}{\text{сек}}, \quad (17)$$

где  $q_{\text{y}}$  – удельный расход на хозяйствственно-бытовые нужды 15л;

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

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

$n_{\text{p}}$  – максимальное число работающих в смену 50 чел.;

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

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{31 \times 36 \times 1,5}{3600 \times 8} + \frac{50 \times 18}{60 \times 45} = 0,39 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

Расход воды определим по формуле 18:

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

$$Q_{\text{общ}} = 0,21 + 0,39 + 10 = 10,6 \text{ л/сек.}$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{общ} \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 94,4 \text{ мм} \quad (19)$$

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:

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

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;

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

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

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

$$P_p = 1,1(41,4 + 0,8 \cdot 1,71 + 1 \cdot 2,75) = 50,07 \text{ кВт}$$

«Принимаем 1 временный трансформатор марки ТМ-50/10 мощностью 50 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;

$E = 3 \text{ лк}$  освещенность;

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

$$N = \frac{0,3 \times 2 \times 6577,44}{1000} = 4 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 4 лампы прожектора ПЗС-35 мощностью 1000 Вт.

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

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

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

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

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

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

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

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

Все строительные машины и механизмы подлежат регулярному техническому осмотру, а неисправное оборудование немедленно выводится из эксплуатации. Электроустановки и временные сети должны иметь надёжное заземление и защиту от коротких замыканий. Провода, шланги и коммуникации прокладываются в местах, исключающих их повреждение транспортом и инструментами.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Экологическая безопасность заключается в минимизации воздействия строительных процессов на окружающую среду. Металлические конструкции и вспомогательные материалы хранятся на специально подготовленных площадках, 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 антакоррозионными составами соблюдаются требования по вентиляции и защите органов дыхания работников.

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

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

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

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

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

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

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

Сборка металлических ферм осуществляется на специально подготовленных стенах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве. Сначала на стапеле укладываются нижние пояса, затем устанавливаются раскосы и стойки, после чего монтируется верхний

пояс. Все элементы временно закрепляются струбцинами или прихваточными сварными швами для предотвращения смещения в процессе выверки. После проверки геометрии, диагоналей и точности узлов выполняется окончательная сварка по утверждённой технологии.

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

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

#### **4.8 Технико-экономические показатели ППР**

«Технико-экономические показатели строительства здания:

- площадь 2729,4 м<sup>2</sup>;
- общая трудоемкость работ 3530,5 чел/дн;
- количество рабочих максимальное 30 чел.;
- продолжительность строительства по графику 213 дней» [16].

Выводы по разделу.

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.

Расчёты потребности во временных сооружениях, таких как бытовые помещения, раздевалки, душевые, склады и мастерские.

## 5 Экономика строительства

Цель раздела – рассчитать сметную стоимость объекта строительства.

В данном проекте выполняется реконструкция задания плавательного бассейна RiverSide. Основанием для реконструкции стало появление критичных по раскрытию вертикальных трещин в верхних опорных частях несущих колонн начиная с отметки +9,600 и ниже по оси 8, трещины образовались под опорными пластинами столиков ферм, в результате смещения опорных столиков вертикальные перемещения фермы близки к критическим. Разрез с конструкцией кровли до реконструкции смотри рисунок А.1, Приложения А. Что бы минимизировать затраты из бюджета, а также трудозатраты на реконструкцию здания, колонны по оси 8 были тщательно исследованы. Установлено, что трещины распространяются на высоту колонны начиная с отметки + 7,25 м, до высоты + 9,6 м. 3,35 м, ниже по телу колонны никакие дефекты выявлены не были.

Комиссией решено следующее:

- срезать монолитные колонны с запасом на 1 м, с высоты + 9,6 м, до высоты + 6,25 м;
- демонтировать часть кирпичной стены по оси 8;
- демонтировать кровлю над бассейном;
- демонтировать старые фермы;
- установить новые опорные пластины под столики ферм, на отметке +6,25 м;
- ввиду изменения высоты опорных колонн по оси 8 и разности высот относительно оси 6, запроектировать стальную ферму подходящую под новые условия реконструкции;
- смонтировать новые фермы и конструкцию покрытия.

Основным функциональным назначением проектируемого здания является предоставление услуг бассейна для жителей города Протвино.

«Конструктивно здание каркасное.

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

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

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлениях обеспечивается вертикальными связями.

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

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

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

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 монолитные из бетона класса В25, сечение 400×400 мм.

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 плоскости установки (допустимое отклонение 1,5 мм на 1 м длины), равномерность ширины монтажных зазоров и герметичность примыканий, проверяемую методом аэродинамических испытаний.

Полы в здании приняты из керамической плитки, керамогранита и паркета.

Крыша над зальными помещениями малоуклонная по металлическим прогонам, с покрытием профлистом. Крыша над остальными помещениями плоская двухслойная по монолитному перекрытию, состав представлен на разрезах.

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 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 синего цвета, 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.

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

$$C = 160 \times 2734,9 \times 1,0 \times 1,0 = 437590 \text{ тыс. руб}, \quad (22)$$

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 – ( $K_{\text{пер1}}$ ) 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 7.

Таблица 7 – Основные показатели стоимости строительства

«Наименование показателей	Единицы измерения	Обоснование	Результат» [11]
«Продолжительность строительства	мес.	по проекту	10,3
Общая площадь здания	м <sup>2</sup>	по проекту	2729,4
Объем здания	м <sup>3</sup>	по проекту	14527,2
Сметная стоимость общестроительных работ	тыс. руб.	сводный расчет	444524,3
Сметная стоимость строительства с НДС	тыс. руб.	-	533429,1
Стоимость 1 м <sup>2</sup>	тыс. руб/м <sup>2</sup>	255767/2016,9	195,4
Стоимость 1 м <sup>3</sup> » [11]	тыс. руб./м <sup>3</sup>	255767/16823	36,71

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 8.

Таблица 8 – Технологический паспорт объекта

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

На основании паспорта разрабатываю остальные части раздела безопасности.

### 6.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблице 9 приводится наименование производственной технологической операции, осуществляющейся на проектируемом объекте, наименование возникающих опасных и вредных производственно-технологических факторов и наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования» [7].

Таблица 9 – 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, жидкые 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 мембранный 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 10 приведены методы снижения вредных факторов.

Таблица 10 – 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
Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего с высоты	<p>Использование поручня или иных опор;</p> <p>Исключение нахождения на полу посторонних предметов, их своевременная уборка;</p> <p>Устранение или предотвращение возникновения беспорядка на рабочем месте;</p> <p>Обеспечение достаточного уровня освещенности и контрастности на рабочих местах (в рабочих зонах): уровня освещения, контраста, отсутствия иллюзий восприятия;</p> <p>Выполнение инструкций по охране труда;</p> <p>Обеспечение специальной (рабочей) обувью</p>	<p>«Стропальщик: «одежда специальная для защиты от возможного захвата движущимися частями механизма; средства индивидуальной защиты головы: головные уборы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (истирания); противошумные наушники и их комплектующие; изолирующие лицевые части (маски, полумаски, четверть маски) для средств индивидуальной защиты (используемые совместно со сменными фильтрами)</p> <p>Плотник: «одежда специальная для защиты от возможного захвата движущимися частями механизма; средства индивидуальной защиты головы: головные уборы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий (истирания); противошумные наушники и их комплектующие» [7]</p>
Движущиеся твердые, жидкые или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего	<p>Использование блокировочных устройств;</p> <p>Применение средств индивидуальной защиты - специальных рабочих костюмов, халатов или роб, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстров движущиеся элементы производственного оборудования;</p> <p>Применение комплексной защиты.</p>	

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

#### **6.4   Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

«В таблице 11 проводится идентификация источников потенциального возникновения пожара» [7].

Таблица 11 – 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 12.

Таблица 12 – 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 номерам: 112, 01» [7]

«В соответствии с видами выполняемых строительно-монтажных работ в здании и с учетом типа и особенностей реализуемых технологических процессов, в таблице 13 указаны эффективные организационно-технические мероприятия по предотвращению пожара» [7].

Таблица 13 – 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 13 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 14.

Таблица 14 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

«Наименование объекта	Бассейн» [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 коммуникаций) 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.

В выпускной квалификационной работе разработаны чертежи и пояснительная записка по реконструкции плавательного бассейна в городе Протвино, Московской области.

Актуальность темы отражает применение новых технологий, материалов, наиболее эффективных при реконструкции кровли бассейна, это позволит минимизировать сроки производства строительных работ, а подбор оптимального состава машин и механизмов, приведет к сокращению финансовых издержек.

В данном проекте выполняется реконструкция задания плавательного бассейна RiverSide. Основанием для реконструкции стало появление критичных по раскрытию вертикальных трещин в верхних опорных частях несущих колонн начиная с отметки +9,600 и ниже по оси 8, трещины образовались под опорными пластинами столиков ферм, в результате смещения опорных столиков вертикальные перемещения фермы близки к критическим. Разрез с конструкцией кровли до реконструкции смотри рисунок А.1, Приложения А. Что бы минимизировать траты из бюджета, а также трудозатраты на реконструкцию здания, колонны по оси 8 были тщательно исследованы. Установлено, что трещины распространяются на высоту колонны начиная с отметки + 7,25 м, до высоты + 9,6 м. 3,35 м, ниже по телу колонны никакие дефекты выявлены не были.

Комиссией решено следующее:

- срезать монолитные колонны с запасом на 1 м, с высоты + 9,6 м, до высоты + 6,25 м;
- демонтировать часть кирпичной стены по оси 8;
- демонтировать кровлю над бассейном;
- демонтировать старые фермы;

- установить новые опорные пластины под столики ферм;
- ввиду изменения высоты опорных колонн по оси 8 и разности высот относительно оси 6, запроектировать стальную ферму подходящую под новые условия реконструкции;
- смонтировать новые фермы и конструкцию покрытия.

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, предусматриваются подъездные пути, площадки, озеленение и система водоотведения.

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

Разработанная карта на монтажные работы применяется в условиях строительной площадки, при температуре воздуха, допустимой для проведения сварочных и монтажных работ, а также при использовании кранов соответствующей грузоподъёмности. 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.

## **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. : Стандартинформ, 2019. 27 с.
3. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. Взамен ГОСТ 26633-2012. Введ. 01.09.2016. Москва : Стандартинформ, 2017. 12 с.
4. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия. Взамен ГОСТ 10884-94. Введ. 01.01.2019. Москва : Стандартинформ, 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 строительно-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. Плещивцев 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 118.13330.2021. Общественные 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://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ> (дата обращения: 04.09.2025).
22. Тошин Д. С. Промышленное и гражданское строительство. Выполнение бакалаврской работы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. ТГУ. 2020. 50 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/167153> (дата обращения: 04.09.2025).
23. Туснин А.Р. Проектирование и расчет металлических конструкций [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. Москва : МИСИ-МГСУ. 2020. 58 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/149251> (дата обращения: 04.09.2025).
24. Шишканова, В. Н. Определение сметной стоимости строительства [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. ТГУ. 2022. 224 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/316862> (дата обращения: 04.09.2025).

**Приложение А**  
**Сведения по архитектурным решениям**

Таблица А.1 – Ведомость перемычек

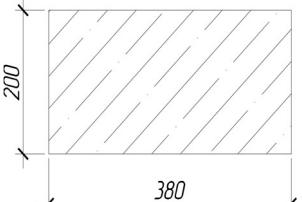
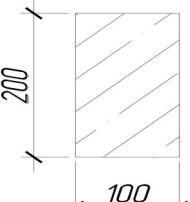
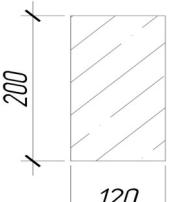
Марка	Схема сечения
ПР1	
ПР2	
ПР3	

Таблица А.2 – Спецификация несущих конструкций

Марка	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, кг	Прим.
Колонны					
К1	ГОСТ 26633-2015	К1 L=12500 мм	5	-	монолит
К2	ГОСТ 26633-2015	К2 L=9200 мм	5	-	монолит
Элементы покрытия					
Ф1	ГОСТ 27579-88	Ф1 L=12500 мм	5	1480	-
П1	ГОСТ Р 54157-2010	Швеллер №15 п.м	275	13,6	-

**Приложение Б**  
**Сведения по организационным решениям**

Таблица Б.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

«Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание» [1]
1	2	3	4
<b>I. Демонтажные работы</b>			
Разборка покрытия кровли: из стального профилированного настила в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	7,32	$S_{настила} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Разборка покрытия кровли: из рулонных материалов в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	7,32	$S_{настила} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Разборка покрытия кровли: из стального профилированного настила в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	7,32	$S_{настила} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Демонтаж металлоконструкций покрытия в осях А-Ж/5-8	т	16,45	Стальные прогоны из швеллера №20, $L=7500\text{мм} - 56 \text{ шт. (1шт. - 0,138 т);}$ Стальная ферма $L=20\text{м} - 5 \text{ шт. (1шт. - 1,744 т; M = 0,138} \times 56 + 1,744 \times 5 = 16,45 \text{ т)}$
Разборка кирпичной стены толщиной 380 мм по оси 8 с отм. +9,900 до отм. +6,000	м <sup>3</sup>	53,94	$L_{нар.ст.} = 36,4 \text{ м}$ $V_{нар.ст.} = L_{нар.ст.} \cdot H_{ст.} \cdot \delta = 36,4 \times 3,9 \times 0,38 = 53,94 \text{ м}^3$
Резка монолитных колонн сечением 400x400мм по оси 8 с отм. + 9,600 м до отм. + 6,25 м	м реза	3,2	$L_{реза} = 0,4 \times 0,4 \times 4 \times 5 = 3,2 \text{ м}$
<b>II. Монтаж новых конструкций покрытия</b>			
Монтаж стропильных ферм в осях А-Ж/5-8 на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	т	7,98	Стальная ферма пролетом 20м – 5 шт. (1шт. – 1,596 т $M = 1,596 \times 5 = 7,98 \text{ т}$

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
Монтаж прогонов в осях А-Ж/5-8 при шаге ферм до 12 м при высоте здания	т	7,73	Стальные прогоны из швеллера №20, L=7500мм – 56 шт. (1шт. – 0,138 т) M = 0,138*56 = 7,73 т
Кладка наружной стены из кирпича толщиной 380 мм по оси 8 с отм. +6,000 до отм. +8,370	м <sup>3</sup>	32,78	$L_{\text{нар.ст.}} = 36,4 \text{ м}$ $V_{\text{нар.ст.}} = L_{\text{нар.ст.}} \cdot H_{\text{ст.}} \cdot \delta = 36,4 \times 2,37 \times 0,38 = 32,78 \text{ м}^3$
Монтаж кровли из профилированного листа	100м <sup>2</sup>	7,32	$S_{\text{настила}} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Устройство пароизоляции кровли	100м <sup>2</sup>	7,32	$S_{\text{настила}} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Устройство теплоизоляции кровли из минераловатных плит толщиной 200мм	100м <sup>2</sup>	7,32	$S_{\text{настила}} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Укладка гидро-ветрозащитной мембрани кровли	100м <sup>2</sup>	7,32	$S_{\text{настила}} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
Монтаж кровли из профилированного листа	100м <sup>2</sup>	7,32	$S_{\text{настила}} = 20,1 \times 36,4 = 731,64 \text{ м}^2$
III. Полы			
Устройство наливного шлифованного пола толщиной 50 мм	100м <sup>2</sup>	8,65	Помещения подвала – все $S_{\text{пола}} = 864,8 \text{ м}^2$
Устройство железобетонной чаши бассейна из монолитного бетона	100м <sup>3</sup>	0,94	Помещения – бассейн $V_{\text{чаши}} = 470,5 \times 0,2 = 94,1 \text{ м}^3$
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	100м <sup>2</sup>	4,71	Помещения – бассейн $S_{\text{пола}} = 470,5 \text{ м}^2$
Устройство легкобетонной стяжки толщиной 80 мм	100м <sup>2</sup>	2,11	Помещения 1 этажа – санузлы, мокрые помещения $S_{\text{пола}} = 188,2 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – санузлы $S_{\text{пола}} = 23 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 188,2 + 23 = 211,2 \text{ м}^2$

## Продолжение приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
Устройство стяжки с эффектом самонивелирования толщиной 80 мм	100м <sup>2</sup>	11,83	Помещения 1 этажа – коридоры, вестибюль, остальные помещения $S_{\text{поля}} = 124,8+369,1 = 493,9 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – коридоры, технические помещения, остальные помещения $S_{\text{поля}} = 151,6+537,4 = 689 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 493,9+689 = 1182,9 \text{ м}^2$
Устройство обмазочной гидроизоляции	100м <sup>2</sup>	6,82	Помещения 1 этажа – бассейн, санузлы, мокрые помещения $S_{\text{поля}} = 470,5+188,2 = 658,7 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – санузлы $S_{\text{поля}} = 23 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 658,7+23 = 681,7 \text{ м}^2$
Устройство покрытий из керамической плитки	100м <sup>2</sup>	6,82	см. пункт 20
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	100м <sup>2</sup>	2,76	Помещения 1 этажа – коридоры, вестибюль $S_{\text{поля}} = 124,8 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – коридоры, технические помещения $S_{\text{поля}} = 151,6 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 124,8+151,6 = 276,4 \text{ м}^2$
Устройство паркетных полов	100м <sup>2</sup>	9,07	Помещения 1 и 2 этажей – остальные помещения $S_{\text{поля}} = 369,1+537,4 = 906,5 \text{ м}^2$
<b>IV. Окна и двери</b>			
Установка оконных блоков	100м <sup>2</sup>	1,77	Пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 23166-2021: ОП В2 1500-2500 – 31 шт., ОП В2 1800-1200 – 1 шт., ОП В2 1200-1200 – 3 шт., ОП В2 1200-2400 – 10 шт., ОП В2 600-500 – 4 шт., ОП В2 2500-2400 – 4 шт., $S_{\text{ок}} = 1,5 \times 2,5 \times 31 + 1,8 \times 1,2 + 1,2 \times 1,2 \times 3 + 1,2 \times 2,4 \times 10 + 0,6 \times 0,5 \times 4 + 2,5 \times 2,4 \times 4 = 176,73 \text{ м}^2$
Установка дверных блоков	100м <sup>2</sup>	1,58	ГОСТ 31173-2016: ДСНР Дп Прг Н 2300-1200 – 3 шт., $S_{\text{дв}} = 2,3 \times 1,2 \times 3 = 8,28 \text{ м}^2$ ГОСТ 475-2016: ДСНР Дп Прг Н Прг 2300-1550 – 3 шт., ДПВ Г П Прг 2300-900 – 43 шт., ДПВ Р Б Прг 2300-1250 – 10 шт.,

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
			$S_{\text{дв}} = 2,3*1,55*3+2,3*0,9*44+2,3*1,25*10 = 130,53 \text{ м}^2$ ГОСТ Р 23166-2021: ДПВ Г II Прг 2300-700 – 9 шт., ОП В2 2300-1900 – 1 шт., $S_{\text{дв}} = 2,3*0,7*9+2,3*1,9 = 18,86 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 8,28+130,53+18,86 = 157,67 \text{ м}^2$
Установка оконных витражей	100м <sup>2</sup>	2,06	ГОСТ 34379-2018: 7500-2500 – 8 шт., 5300-2500 – 2 шт., 5500-2500 – 1 шт., 6100-2500 – 1 шт., $S_{\text{витраж}} = 7,5*2,5*8+5,3*2,5*2+5,5*2,5+6,1*2,5 = 205,5 \text{ м}^2$
<b>V. Отделочные работы</b>			
Устройство вентилируемых фасадов с облицовкой панелями из композитных материалов	100м <sup>2</sup>	5,18	$S_{\text{нар.ст.}} = 176,45*3,3+98,92*3,3 = 908,72 \text{ м}^2$ $S_{\text{нар.ст.}} = S_{\text{нар.ст.}} - S_{\text{ок.}} - S_{\text{дв.}} - S_{\text{витраж}} = 908,72 - 176,73 - 8,28 - 205,5 = 518,21 \text{ м}^2$
Оштукатуривание потолка	100м <sup>2</sup>	10,76	Помещения подвала – все $S_{\text{потолка}} = 864,8 \text{ м}^2$ Помещения 1 этажа – санузлы, мокрые помещения $S_{\text{потолка}} = 188,2 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – санузлы $S_{\text{потолка}} = 23 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 864,8+188,2+23 = 1076 \text{ м}^2$
Оштукатуривание внутренних стен	100м <sup>2</sup>	97,26	Помещения подвала – все $F_{\text{вн.ст.}} = 2196,6 \text{ м}^2$ Помещения 1 этажа – все $F_{\text{вн.ст.}} = 3458,1+365,6+543,9+1081,4 = 5449 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – все $F_{\text{вн.ст.}} = 434+66,5+1579,9 = 2080,4 \text{ м}^2$ $F_{\text{общ}} = 2196,6+5449+2080,4 = 9726 \text{ м}^2$
Окрашивание потолков	100м <sup>2</sup>	10,76	Помещения подвала – все $S_{\text{потолка}} = 864,8 \text{ м}^2$ Помещения 1 этажа – санузлы, мокрые помещения $S_{\text{потолка}} = 188,2 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – санузлы $S_{\text{потолка}} = 23 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 864,8+188,2+23 = 1076 \text{ м}^2$

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
Окрашивание внутренних стен	100м <sup>2</sup>	21,97	Помещения подвала – все $F_{вн.ст.} = 2196,6 \text{ м}^2$
Установка плинтусов ПВХ	100м	6,54	$L = 654 \text{ м}$
Облицовка стен керамической плиткой	100м <sup>2</sup>	6,1	Помещения 1 этажа – санузлы, мокрые помещения $F_{вн.ст.} = 543,9 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – санузлы $F_{вн.ст.} = 66,5 \text{ м}^2$ $F_{общ} = 543,9 + 66,5 = 610,4 \text{ м}^2$
Устройство потолков плитно-ячеистых по каркасу из оцинкованного профиля	100м <sup>2</sup>	2,76	Помещения 1 этажа – коридоры, вестибюль $S_{потолка} = 124,8 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – коридоры, технические помещения $S_{потолка} = 151,6 \text{ м}^2$ $S_{общ} = 124,8 + 151,6 = 276,4 \text{ м}^2$
Устройство потолков реечных	100м <sup>2</sup>	9,07	Помещения 1 этажа – остальные помещения $S_{потолка} = 369,1 \text{ м}^2$ Помещения 2 этажа – остальные помещения $S_{потолка} = 537,4 \text{ м}^2$ $S_{общ} = 369,1 + 537,4 = 906,5 \text{ м}^2$
VI. Благоустройство территории			
Устройство отмостки	100м <sup>2</sup>	1,76	$S = 176,45 \text{ м}^2$
Устройство газонов	100м <sup>2</sup>	13	$S = 1300 \text{ м}^2$
Посадка деревьев	10 шт.	3,6	$N = 36 \text{ шт}$
Укладка бетонных бортовых камней	100м	5,48	$L = 548 \text{ м}$
Устройство асфальтобетонных покрытий	1000м <sup>2</sup>	1,8	$S = 1800 \text{ м}^2$

## 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» [7]
Монтаж новых конструкций покрытия						
Монтаж стропильных ферм в осях А-Ж/5-8 на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т	шт.	5	Стальная ферма пролетом 20м по ГОСТ 23118-2019	шт.	$\frac{1}{1,596}$	$\frac{5}{7,98}$
Монтаж прогонов в осях А-Ж/5-8 при шаге ферм до 12 м при высоте здания	шт.	56	Стальные прогоны из швеллера №20, L=7500мм по ГОСТ 8240-97	шт.	$\frac{1}{0,138}$	$\frac{56}{7,728}$
Кладка наружной стены из кирпича толщиной 380 мм по оси 8 с отм. +6,000 до отм. +8,370	$m^3$	32,78	Кирпич	$\frac{m^3}{шт.}$	$\frac{1}{380}$	$\frac{32,78}{12457}$
	$m^3$	9,83	Цементно-песчаный раствор М50	$\frac{m^3}{т}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{9,83}{11,8}$
Монтаж кровли из профилированного листа	$m^2$	731,64	Профилированный лист В45-900-0,7	$\frac{m^2}{т}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{731,64}{5,853}$
Устройство пароизоляции кровли	$m^2$	731,64	Полиэтиленовая пленка – 2 мм	$\frac{m^2}{т}$	$\frac{1}{0,0005}$	$\frac{731,64}{0,365}$
Устройство теплоизоляции кровли из минераловатных плит толщиной 200мм	$m^2$	731,64	Минераловатные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА- 200 мм	$\frac{m^3}{т}$	$\frac{1}{0,09}$	$\frac{146,33}{13,17}$
Укладка гидро-ветрозащитной мембранны кровли	$m^2$	731,64	Гидро-ветрозащитноая мембрана	$\frac{m^2}{т}$	$\frac{1}{0,0001}$	$\frac{731,64}{0,073}$
Монтаж кровли из профилированного листа	$m^2$	731,64	Профилированный лист В45-900-0,7	$\frac{m^2}{т}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{731,64}{5,853}$

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
Полы						
Устройство наливного шлифованного пола толщиной 50 мм	м <sup>2</sup>	864,8	Бетон В15	м <sup>3</sup> т	1 2,4	43,24 103,776
Устройство железобетонной чаши бассейна из монолитного бетона	м <sup>3</sup>	94,1	Бетон В25	м <sup>3</sup> т	1 2,4	94,1 225,84
Устройство цементно-песчаной стяжки полов толщиной 50 мм	м <sup>2</sup>	470,5	Цементно-песчаный раствор М150	м <sup>3</sup> т	1 1,2	23,53 28,236
Устройство легкобетонной стяжки толщиной 80мм	м <sup>2</sup>	211,2	Цементный ровнитель КНАУФ-Убо	м <sup>3</sup> т	1 0,6	16,9 10,14
Устройство стяжки с эффектом самонивелирования толщиной 80 мм	м <sup>2</sup>	1182,9	Сухая смесь ЕК level 1.1.	м <sup>3</sup> т	1 1,15	94,63 108,83
Устройство обмазочной гидроизоляции	м <sup>2</sup>	681,7	Мастика обмазочная	м <sup>2</sup> т	1 0,003	681,7 2,045
Устройство покрытий из керамической плитки	м <sup>2</sup>	681,7	Плитка керамическая	м <sup>2</sup> т	1 0,01	681,7 6,817
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	м <sup>2</sup>	276,4	Плитка керамогранитная	м <sup>2</sup> т	1 0,03	276,4 8,292
Устройство паркетных полов	м <sup>2</sup>	906,5	Паркет на клею	м <sup>2</sup> т	1 0,004	906,5 3,626
Окна и двери						
Установка оконных блоков	м <sup>2</sup>	176,73	Пластиковые с двухкамерным стеклопакетом по ГОСТ 23166-2021	м <sup>2</sup> т	1 0,015	176,73 2,65
Установка дверных блоков	м <sup>2</sup>	157,67	Дверные блоки по ГОСТ 31173-2016, ГОСТ 475-2016, ГОСТ Р 23166-2021	м <sup>2</sup> т	1 0,018	157,67 2,838
Установка оконных витражей	м <sup>2</sup>	205,5	Витражи по ГОСТ 34379-2018	м <sup>2</sup> т	1 0,021	205,5 4,315
Отделочные работы						
Устройство вентилируемых фасадов с облицовкой панелями из композитных материалов: с устройством теплоизоляционного слоя толщиной 150 мм	м <sup>2</sup>	518,21	Утеплитель минераловатный на базальтовой основе толщиной 150 мм	м <sup>3</sup> т	1 0,09	77,73 6,995
			Фасадная панель – 10мм	м <sup>2</sup> т	1 0,0132	518,21 6,84

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
Оштукатуривание потолка	м <sup>2</sup>	1076	Штукатурка	м <sup>2</sup> т	1 0,015	1076 16,14
Оштукатуривание внутренних стен	м <sup>2</sup>	9726	Штукатурка	м <sup>2</sup> т	1 0,015	9726 145,89
Окрашивание потолков	м <sup>2</sup>	1076	Водоэмульсион-ная краска	м <sup>2</sup> т	1 0,00025	1076 0,269
Окрашивание внутренних стен	м <sup>2</sup>	2196,6	Водоэмульсион-ная краска	м <sup>2</sup> т	1 0,00025	2196,6 0,549
Установка плинтусов ПВХ	м	654	Плинтус ПВХ	м т	1 0,0015	654 0,981
Облицовка стен керамической плиткой	м <sup>2</sup>	610,4	Керамическая плитка	м <sup>2</sup> т	1 0,03	610,4 18,312
Устройство потолков плитно-ячеистых по каркасу из оцинкованного профиля	м <sup>2</sup>	276,4	Подвесной потолок «Армстронг»	м <sup>2</sup> т	1 0,0025	276,4 0,691
Устройство потолков реечных	м <sup>2</sup>	906,5	Потолок реечный алюминиевый	м <sup>2</sup> т	1 0,0025	906,5 2,266
Благоустройство территории						
Устройство отмостки	м <sup>2</sup>	176,45	Асфальтобетон-ная смесь	м <sup>3</sup> т	1 2,2	8,82 19,404
Устройство газона	м <sup>2</sup>	1300	Газон обыкновенный	м <sup>2</sup> т	1 0,02	1300 26
Посадка деревьев	шт.	36	Декоративные деревья	шт.	36	36
Укладка бетонных бортовых камней	м	548	Бетонные бортовые камни БР 100.30.15	шт. т	1 0,094	548 51,512
Устройство асфальтобетонных покрытий	м <sup>2</sup>	1800	Асфальтобетон-ная смесь	м <sup>3</sup> т	1 2,2	126 277,2

## Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

«Наименование работ	Ед. изм	Обоснование (№, §ГЭСН)	Норма времени		Трудоемкость			Профессиональный, квалификационный состав звена» [7]
			чел.-ч	маш.-ч	Объем работ	чел.-дн.	маш.-см.	
I. Демонтажные работы								
«Разборка покрытия кровли: из стального профилированного настила в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	46-04-008-02	8,58	-	7,32	7,85	-	«Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1
Разборка покрытия кровли: из рулонных материалов в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	46-04-008-01	14,38	-	7,32	13,16	-	Кровельщик 4р.-1, 3р.-1
Разборка покрытия кровли: из стального профилированного настила в осях А-Ж/5-8	100 м <sup>2</sup>	46-04-008-02	8,58	-	7,32	7,85	-	Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1
Демонтаж металлоконструкций покрытия в осях А-Ж/5-8	т	46-02-004-01	10,84	0,6	16,45	22,29	1,23	Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1, Машинист крана 6р.-1
Разборка кирпичной стены толщиной 380 мм по оси 8 с отм. +9,900 до отм. +6,000	м <sup>3</sup>	46-04-001-04	7,1	1,15	53,94	47,87	7,75	Каменщик 5р. –1, 3р. – 1
Резка монолитных колонн сечением 400x400мм по оси 8 с отм. + 9,600 м до отм. + 6,25 м» [10]	м реза	46-04-016-01	3,92	-	3,2	1,57	-	Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1» [7]
II. Монтаж новых конструкций покрытия								
«Монтаж стропильных ферм в осях А-Ж/5-8 на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 3,0 т» [10]	т	09-03-012-01	23	5,25	7,98	22,94	5,24	«Монтажник 4р.-1, 3р.-2, 2р.-1, Машинист крана 6р.-1

## Продолжение приложения Б

### Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж прогонов в осях А-Ж/5-8 при шаге ферм до 12 м при высоте здания	т	09-03-015-01	14,1	1,88	7,73	13,62	1,82	«Монтажник 4п.-1, 3п.-2, 2п.-1, Машинист крана 6п.-1
Кладка наружной стены из кирпича толщиной 380 мм по оси 8 с отм. +6,000 до отм. +8,370	м <sup>3</sup>	08-02-001-03	4,76	0,4	32,78	19,5	1,64	Каменщик 5п. –1, 3п. – 1
Монтаж кровли из профилированного листа	100 м <sup>2</sup>	12-01-033-02	38,03	0,51	7,32	34,8	0,47	Монтажник 4п.-1, 3п.-2, 2п.-1, Машинист крана 6п.-1
Устройство пароизоляции кровли	100 м <sup>2</sup>	12-01-015-03	6,94	0,26	7,32	6,35	0,24	Кровельщик 4п.-1, 3п.-1
Устройство теплоизоляции кровли из минераловатных плит толщиной 200мм	100 м <sup>2</sup>	12-01-013-03	40,3	1,03	7,32	36,87	0,94	Кровельщик 4п.-1, 3п.-1
Укладка гидро-ветрозащитной мембранны кровли	100 м <sup>2</sup>	12-01-028-03	1,82	0,12	7,32	1,67	0,11	Кровельщик 4п.-1, 3п.-1
Монтаж кровли из профилированного листа» [10]	100 м <sup>2</sup>	12-01-033-02	38,03	0,51	7,32	34,8	0,47	Монтажник 4п.-1, 3п.-2, 2п.-1, Машинист крана 6п.-1» [7]
<b>III. Полы</b>								
«Устройство наливного шлифованного пола толщиной 50 мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-015-01, 11-01-015-02	44,16	2,69	8,65	47,75	2,91	«Бетонщик 3п – 1, 2п – 1
Устройство железобетонной чаши бассейна из монолитного бетона	100 м <sup>3</sup>	06-13-001-04	651	80,06	0,94	76,49	9,41	Бетонщик 3п – 1, 2п – 1
Цементно-песчаная стяжка полов толщиной 50 мм» [10]	100 м <sup>2</sup>	11-01-011-01, 11-01-011-02	38,24	2,53	4,71	22,51	1,49	Бетонщик 3п – 1, 2п – 1» [7]

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Устройство легкобетонной стяжки толщиной 80 мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-011-05, 11-01-011-06	50,28	3,79	2,11	13,26	1,0	«Бетонщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство стяжки с эффектом самонивелирования толщиной 80 мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-011-12, 11-01-011-13	32,44	0,87	11,83	47,97	1,29	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство обмазочной гидроизоляции	100 м <sup>2</sup>	11-01-004-01	41,6	0,98	6,82	35,46	0,84	Гидроизолировщик 4р-1, 3р-1
Устройство покрытий из керамической плитки	100 м <sup>2</sup>	11-01-027-03	106	2,94	6,82	90,37	2,51	Облицовщик-плиточник 4р-1, 2р-1
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	100 м <sup>2</sup>	11-01-047-01	310,42	1,72	2,76	107,09	0,59	Облицовщик-плиточник 4р-1, 2р-1
Устройство паркетных полов	100 м <sup>2</sup>	11-01-034-01	31,7	1,08	9,07	35,94	1,22	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка плинтусов ПВХ» [10]	100 м	11-01-040-03	6,68	0,04	6,54	5,46	0,03	Плотник 4р.-1,2р.-1» [7]
IV. Окна и двери								
«Установка оконных блоков	100 м <sup>2</sup>	10-01-034-02	137,43	0,66	1,77	30,41	0,15	«Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка дверных блоков	100 м <sup>2</sup>	10-01-039-01	89,53	13,04	1,58	17,68	2,58	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка оконных витражей» [10]	100 м <sup>2</sup>	09-04-010-03	322,73	19,95	2,06	83,1	5,14	Монтажник 4р.-1,2р.-1» [7]
V. Отделочные работы								
«Устройство вентилируемых фасадов с облицовкой панелями с устройством теплоизоляционного слоя толщиной 150 мм	100 м <sup>2</sup>	15-01-090-01	334,66	34,02	5,18	216,69	22,03	«Термоизолировщик 4 р.-1, 2 р.-1, Монтажник 4р.-1, 2р.-1
Оштукатуривание потолков	100 м <sup>2</sup>	15-02-016-02	58	5,32	10,76	78,01	7,16	Штукатур 4р.-2, 3р.-2, 2р.-1
Оштукатуривание внутренних стен» [10]	100 м <sup>2</sup>	15-02-016-03	74	5,54	97,26	899,66	67,35	Штукатур 4р.-2, 3р.-2, 2р.-1» [7]

## Продолжение Приложения Б

### Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Окрашивание потолков	100 м <sup>2</sup>	15-04-007-02	63	0,18	10,76	84,74	0,24	«Малляр 3р-1, 2р-1
Окрашивание внутренних стен	100 м <sup>2</sup>	15-04-007-01	43,56	0,17	21,97	119,63	0,47	Малляр 3р-1, 2р-1
Облицовка стен керамической плиткой	100 м <sup>2</sup>	15-01-019-05	115,26	1,65	6,1	87,89	1,26	Облицовщик-плиточник 4р-1, 3р-1
Устройство потолков реечных алюминиевых	100 м <sup>2</sup>	15-01-047-16	108,36	0,64	2,76	37,38	0,22	Монтажник 4р.-2, 2р.-1
Устройство потолков плитно-ячеистых по каркасу» [10]	100 м <sup>2</sup>	15-01-047-15	102,46	5,34	9,07	116,16	6,05	Монтажник 4р.-2, 2р.-1» [7]
<b>VI. Благоустройство территории</b>								
«Устройство отмостки	100 м <sup>2</sup>	31-01-025-01	34,88	3,24	1,76	7,67	0,71	«Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство газона	100 м <sup>2</sup>	47-01-046-06	5,67	1,3	13	9,21	2,11	Раб. зел. стр. 3р.-1, 2р-1
Посадка деревьев	10 шт.	47-01-009-02	6,16	0,26	3,6	2,77	0,12	Раб. зел. стр. 4р.-1, 2р-1
Укладка бетонных бортовых камней	100 м	27-02-010-02	69,8	1,26	5,48	47,81	0,86	Дор. раб. 3р.-1,2р-1» [7]
«Устройство асфальтобетонных покрытий» [10]	1000 м <sup>2</sup>	27-06-031-01	16,63	7,86	1,8	3,74	1,77	«Дор. раб. 3р.-1,2р-1» [7]
Итого:							2595,99	159,42
<b>X. Другие работы</b>								
Подготовительные работы	%	-	-	-	8	207,68	-	«Землекоп 3р.-1,2р.-1
Санитарно-технические работы	%	-	-	-	7	181,72	-	Монтажник сан. тех. систем 5р.-1,4р.-1
Электромонтажные работы	%	-	-	-	5	129,8	-	Электромонтажник 5р.-1, 4р.-1» [7]
Неучтенные работы	%	-	-	-	16	415,36	-	
Итого:							3530,55	-

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.	437590
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	6934,3
-	Итого	444524,3
-	НДС 20%	88904,8
-	Всего по смете	533429,1» [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
НЦС 81-02-05-2025 Таблица 05-02-003	Бассейн	место	160	2734,9	$160 \times 2734,9 \times 0,92 \times 1,0 \times 1,0 = 437590$
-	Итого:	-	-	-	437590» [24]

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
НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары	100 м <sup>2</sup> покрытия	18	268,59	$18 \times 268,6 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 4834,8$
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-01	Озеленение территорий	100 м <sup>2</sup> покрытия	13	161,52	$161,5 \times 13 \times 1,0 \times 1,00 = 2099,5$
-	Итого:	-	-	-	6934,3» [24]