

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 Склад готовых медицинских форм со строительным объемом 15 000 м³

Обучающийся

С.В. Карпухин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

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

Консультанты

канд.техн.наук, доцент, Д.С. Топин

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

канд.техн.наук, Э.Д. Капелюшный

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

канд.техн.наук, доцент, М.В. Безруков

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

канд.техн.наук, доцент, В.Н. Шишканова

(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

Согласно заданию запроектирован склад медицинских форм.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию и строительству склада.

В работе рассматриваются основные этапы разработки проектной документации, включая выбор площадки, планировочные решения, конструктивные особенности здания и требования к технологическому процессу хранения медицинских форм.

Описываются особенности строительных материалов и конструкций, обеспечивающих надежность, долговечность и пожарную безопасность объекта.

Особое внимание уделяется вопросам рациональной организации складского пространства, обеспечению удобства погрузочно-разгрузочных операций, а также соблюдению санитарных и экологических норм.

В проекте рассматриваются инженерные системы здания — вентиляция, освещение, водоотведение и электроснабжение.

Кроме того, проведен технико-экономический анализ, подтверждающий целесообразность выбранных решений и их эффективность с точки зрения затрат и эксплуатации.

Разработка проекта склада медицинских форм направлена на создание современного, безопасного и функционального объекта, отвечающего требованиям строительной отрасли и современным стандартам хранения медицинских материалов.

Таким образом, строительство склада на металлокаркасе не только решает задачи хранения, но и создает инфраструктурный задел для развития смежных отраслей в рамках курса на устойчивое развитие медицины и импортозамещение в отрасли здравоохранения, с учетом современных требований по безопасности строительства и эффективности по энергопотреблению.

Содержание

Введение.....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	7
1.1 Исходные данные.....	7
1.2 Планировочная организация земельного участка	8
1.3 Объемно планировочное решение здания.....	10
1.4 Конструктивное решение здания	11
1.4.1 Фундаменты.....	12
1.4.2 Колонны	12
1.4.3 Стены и перегородки	12
1.4.4 Перекрытие и покрытие	12
1.4.5 Окна, двери, ворота.....	12
1.4.6 Полы	14
1.4.7 Кровля	14
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	14
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	16
1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания	16
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия.....	19
1.7 Инженерные системы	21
2 Расчетно-конструктивный раздел	27
2.1 Описание	27
2.2 Сбор нагрузок.....	28
2.3 Описание расчетной схемы.....	28
2.4 Определение усилий	30
2.5 Результаты расчета по несущей способности.....	30
2.6 Результаты расчета по деформациям.....	34
3 Технология строительства	35
3.1 Область применения	35
3.2 Технология и организация выполнения работ.....	36

3.3 Требования к качеству и приемке работ.....	38
3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность	38
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах.....	40
3.6 Технико-экономические показатели.....	40
4 Организация и планирование строительства	42
4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ.....	45
4.2 Определение потребности в строительных материалах	45
4.3 Подбор строительных машин для производства работ	46
4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ.....	48
4.5 Разработка календарного плана производства работ	48
4.6 Определение потребности в складах и временных зданиях	48
4.6.1 Расчет и подбор временных зданий	48
4.6.2 Расчет площадей складов.....	49
4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления.....	50
4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения.....	51
4.7 Мероприятия по охране труда и технике безопасности	52
4.8 Технико-экономические показатели ППР	57
5 Экономика строительства	59
6 Безопасность и экологичность технического объекта	64
6.1 Характеристика рассматриваемого технического объекта	64
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	64
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	65
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	66
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта.....	68
Заключение	69
Список используемой литературы и используемых источников.....	71
Приложение А Сведения по архитектурным решениям.....	75
Приложение Б Сведения по организационным решениям	79
Приложение В Сведения по экономическим решениям	94

Введение

В выпускной квалификационной работе разрабатывается проект по теме «Склад готовых медицинских форм со строительным объемом 15000 м³», проектируемого в Омской области – промышленной зоне города на юге.

Актуальность строительства склада готовых медицинских форм в современной России обусловлена комплексом факторов, связанных с обеспечением национальной безопасности в сфере здравоохранения, импортозамещением фармацевтической продукции и необходимостью создания логистических цепочек в условиях санкционного давления.

Пандемия COVID-19 наглядно продемонстрировала уязвимость глобальных поставок медикаментов, что активизировало государственную политику по локализации производства и хранения жизненно важных препаратов и медицинских изделий.

Склад такого профиля становится критически важным элементом инфраструктуры, обеспечивающим бесперебойное снабжение больниц, аптек и населения лекарственными средствами, особенно в режиме чрезвычайных ситуаций. Кроме того, при проектировании взято во внимание удобство работы персонала – продуманные маршруты перемещения, эргономичное расположение стеллажей и современное оборудование для учёта и контроля остатков. Грамотно спроектированный склад обеспечивает не только сохранность медицинской формы, но и высокую эффективность всей логистической цепочки предприятия.

Перспективы развития таких объектов напрямую связаны с цифровизацией логистики – внедрением автоматизированных систем управления складом (WMS), роботизированных линий погрузки-разгрузки, RFID-меток для отслеживания сроков годности и условий хранения, что минимизирует человеческий фактор и повышает эффективность.

Кроме того, современный склад медицинских форм – это не просто хранилище, а многофункциональный комплекс, включающий зоны

карантинного контроля, фрагментации крупных партий, вторичной упаковки и даже лаборатории входного контроля качества, что добавляет цепочке создания стоимости.

Смысл строительства таких объектов выходит за рамки коммерческой выгоды – они являются страховочным элементом национальной системы здравоохранения, позволяющим нивелировать риски разрыва поставок из-за геополитических или эпидемиологических кризисов. В долгосрочной перспективе эти склады могут трансформироваться в здания для распределения биопрепараторов, требующих сверхнизких температур, или стать частью сети центров медицинской логистики, интегрированных с производственными площадками в рамках кластерного подхода.

Таким образом, инвестиции в строительство складов готовых медицинских форм носят стратегический характер, укрепляя суверенитет страны в сфере фармацевтики и создавая основу для технологического лидерства в области медицины и персонализированного здравоохранения будущего.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Район строительства – Омская область, г. Омск, промышленная зона на юге города.

«Климатический район строительства – I, подрайон – IV.

Преобладающее направление ветра зимой – ЮЗ» [21].

«Снеговой район строительства – III.

Расчетное значение веса снегового покрова – 180 кгс/м².

Ветровой район строительства – II.

Нормативная ветровая нагрузка – 30 кгс/м²» [13].

«Сейсмичность района строительства – 5 баллов.

Функциональное назначение объекта – производственное.

Класс ответственности – нормальный» [2].

«Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – В

Степень огнестойкости – III.

Класс капитальности здания – II.

Степень огнестойкости здания – II.

Класс конструктивной пожарной опасности – С1.

Пожарная безопасность обеспечивается в соответствии с требованиями к зданиям функциональной пожарной опасности – Ф5.2» [24].

Расчетный срок службы здания – 50 лет.

Инженерно-геологические данные.

Залегают плотные глинистые и моренные отложения, состоящие из тугопластичных суглинков, глин и песчаников. Они отличаются высокой прочностью и низкой водопроницаемостью, что делает их надёжным основанием для возведения массивных здания. В отдельных местах на глубинах от 20 до 30 метров и более встречаются коренные породы — известняки, мергели и песчаники, залегающие на материнских слоях.

Инженерно-геологические условия осложняются наличием значительных техногенных насыпей, переменной мощностью грунтовых слоёв и потенциальной пучинистостью верхних суглинков. Кроме того, на некоторых участках встречаются эрозионные выемки, слабые зоны и редкие карстовые явления, что требует дополнительного бурения и анализа состава грунтов.

Таким образом, инженерно-геологический 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. Только комплексный подход к исследованию геологических условий позволит обеспечить надёжность, устойчивость и долговечность здания [15].

1.2 Планировочная организация земельного участка

Объект проектируется в промышленной зоне города Омска.

«Участок расположен ближе к проездам общего пользования и инженерным сетям для обеспечения здания электроэнергией, теплом, водой и газом, сброса ливневых и канализационных вод, с учетом возможности объединения внешних инженерных сетей с соседними зданиями необходимыми для функционирования объекта. Также на участке отсутствуют строения, подлежащие сносу.

Входы в здание проектируются с трех сторон.

Автомобильное движение малой интенсивности. Ко всем сооружениям на СПОЗУ обеспечен подъезд пожарных машин» [14].

Въезд на производственную территорию предусмотрен с улицы Демьяна Бедного, которая расположена с восточной стороны относительно проектируемого здания и строительной площадки.

«Проезды, с целью беспрепятственного проезда встречного транспорта, проектом предусмотрены шириной 12 м.

С целью благоустройства проезды и площадки для автотранспортных средств запроектированы с покрытием из асфальтобетона. Конструкция дорожной одежды принята из условия наличия местных строительных материалов, геологических условий, требований и опыта эксплуатации автодорог в Омской области.

Благоустройство территории включает в себя мероприятия по высадке газонов, декоративных кустарников в виде живой изгороди, кипарисов, цветников и лиственных деревьев, установке скамеек и урн для мусора. Хранение мусора предусматривается в металлическом контейнере с последующим вывозом» [14].

На территории предусматривается озеленение в виде деревьев и кустарников лиственных пород, устойчивых к вредным выделениям.

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

Таблица 1 – Технико-экономические показатели СПОЗУ

«Наименование	Ед. изм.	Кол.	Примечание» [22]
«Площадь участка	га	0,824	-
Площадь застройки	га	0,168	-
Коэффициент застройки	-	0,21	-
Площадь озеленения	га	0,06	-
Площадь дорог	га	0,596	-
Коэффициент использования территории» [22]	-	0,927	-

Рядом со зданием располагается автостоянка для легковых автомобилей.

1.3 Объемно планировочное решение здания

«Работа людей МГН и доступ их на территорию не предусмотрен проектом» [20].

Размеры проектируемого здания $60,0 \times 20,0$ м.

Конструктивная схема – рамно-связевая.

Конструктивная система – каркасная.

На первом этаже расположены следующие основные помещения:

- склад хранения титановых форм;
- склад хранения полимерных форм;
- операторная;
- душевая;
- комнаты сушки и обогрева помещения;
- комната приема пищи;
- комната начальника.

На первом этаже расположены следующие основные помещения:

- венткамера;
- электрощитовая.

«Для эвакуации из здания предусмотрено три выхода через главные входы, а также через двое ворот.

Открытая лестница 2-го типа в осях 13 соединяет не более 2-х этажей и является эвакуационной.

Размещение здания, обеспечивает нормативную инсоляцию и КЕО» [20].

Технико-экономические показатели объемно-планировочного решения здания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технико-экономические показатели

«Наименование	Единица измерения	Показатели» [22]
«Площадь застройки здания	м ²	1215,6
Строительный объем здания	м ³	15000
Общая площадь	м ²	1281
Планировочный коэффициент К1	-	0,69
Объемный коэффициент К2» [22]	-	11,7

Заезд в ворота выполнен с уклоном 8%, на входах в здание предусмотрены козырьки.

1.4 Конструктивное решение здания

«Здание со стальным каркасом и с этажеркой в правой части здания.

Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается за счет жесткой заделки колонн в фундаменты, жесткого диска покрытия, системы вертикальных связей и распорок по колоннам и фермам покрытия» [22].

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].

Спецификация элементов несущих конструкций представлена в таблице А.4, приложении А.

1.4.1 Фундаменты

Фундаменты здания столбчатые монолитные. Армирование выполняется из стержней арматуры класса А500С [18]. Схема расположения элементов фундаментов представлена на рисунке А.2, приложении А.

1.4.2 Колонны

Колонны из двутавров 40Ш1, фахверковые колонны из сварных швеллеров №20 [19].

Опорные части колонн крепятся к фундаментам болтами через базу.

1.4.3 Стены и перегородки

Наружные стены запроектированы из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм. «Трехслойные сэндвич-панели представляют собой два металлических листа облицовки и сердечник из базальтового волокна, соединенных между собой полиуретановым клеем» [19].

Внутренние стены представлены из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 100 мм.

1.4.4 Перекрытие и покрытие

Перекрытие этажерки – монолитное по профлисту толщиной 200 мм.

Покрытие представлено стальными фермами покрытия, выполненным из профильной трубы. Прогоны из швеллера №16. Схема расположения элементов покрытия представлена на рисунке А.1, приложении А.

1.4.5 Окна, двери, ворота

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

Устройства, обеспечивающие самозакрывание дверей, размещенных на путях эвакуации, должны обеспечивать беспрепятственность их движения и

возможность свободного открывания при приложении соответствующего усилия. Усилие открывания двери не должно превышать 50 Нм.

Спецификация элементов заполнения проемов представлена в приложении А в таблице А.1.

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

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

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

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

из полиуретановой ленты ПСУЛ, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент. При 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.

1.4.6 Полы

Полы складских помещений – бетонная стяжка с топпингом поверхности. Так же представлены полы керамогранитные и из ламината, экспликация полов представлена в приложении А в таблице А.2.

1.4.7 Кровля

«Проектом предусмотрена скатная кровля с наружным организованным водостоком. Стропильная система из металлических сварных конструкций, покрытие кровельные сэндвич панели, толщина принимается по теплотехническому расчету» [22].

1.5 Архитектурно-художественное решение здания

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

Цветовая гамма выбирается исходя из практических и эстетических соображений, для стен применяются сэндвич-панели спокойных, натуральных оттенков, таких как синий и аквамариновый, которые не только маскируют

загрязнения, но и органично вписываются в природное окружение, особенно если склад расположен вблизи природных массивов.

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

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

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

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

Таким образом, даже такое утилитарное сооружение, как склад медицинских форм, благодаря грамотному применению сэндвич-панелей и вниманию к деталям, может стать примером современной, экономичной и эстетически привлекательной архитектуры, которая отражает ценности компании и заботится о визуальной среде.

Внутренняя отделка представлена в приложении А в таблице А.3.

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.

Состав наружного стеклового ограждения представлен на рисунке 1.

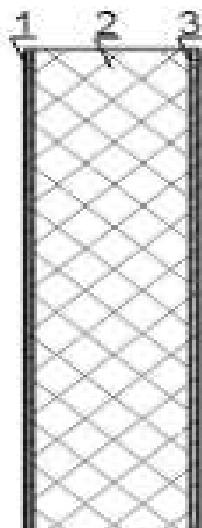


Рисунок 1 – Состав наружного ограждения

Состав наружного стеклового ограждения представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав наружного ограждения

«Материал	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м°C)	Толщина ограждения, м» [17]
Сталь	7850	58	0,005
Утеплитель	50	0,058	?
Сталь	7850	58	0,005

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

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

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» [17].

$$R_0^{\text{норм}} = 2,21 \times 1 = 2,21 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

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

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

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

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

$z_{\text{от}}$ – продолжительность, сут, отопительного периода для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С» [17].

$$\text{ГСОП} = (20 - (-8,1)) \times 216 = 6069 \text{ °C} \times \text{сут.}$$

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

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

где a и b – коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3» [17].

$$R_o^{tp} = 0,0002 \times 6069 + 1,0 = 2,21 \text{ м}^2\text{C/Bт.}$$

«Для производственных зданий $a=0,0002$; $b=1,0$, для покрытия $a=0,00025$; $b=1,5$ » [17].

«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, $\text{м}^2\text{C/Bт}$ » [17].

«Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле 5:

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

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

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

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

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

где δ – толщина слоя, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/м^{2·°C» [17].}

«Предварительная толщина утеплителя из условия по формуле 7:

$$\delta_{yt} = \left[R_0^{tp} - \left(\frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_h} \right) \right] \lambda_{yt}, \quad (7)$$

где R_0^{tp} – требуемое сопротивления теплопередаче, м^{2°C/Bт};

δ_n – толщина слоя конструкции, м;

λ_n – коэффициент теплопроводности конструкции, Вт/(м^{2 °C});

α_b – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/м^{2·°C};

α_h – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м^{2·°C})» [20].

$$\delta_{yt} = \left[2,21 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,119 \text{ м}$$

Выполним проверку для толщины утеплителя 150 мм:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,15}{0,058} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 2,69 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bт.}$$

$R_0 = 2,69 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bт} > 2,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Bт}$ - условие выполнено, конструкция удовлетворяет техническим требованиям.

Принимаю толщину утеплителя 150 мм.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

Исходные данные для расчета, смотри выше.

Эскиз кровельного покрытия представлен на рисунке 2.

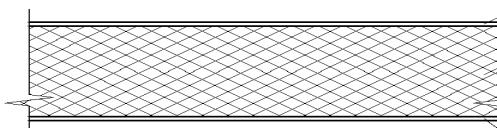


Рисунок 2 – Эскиз кровельного покрытия

Состав покрытия представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Состав покрытия

«Материал	Плотность	Коэффициент теплопроводности	Толщина ограждения» [17]
Сталь	7850	58	0,005
Утеплитель	50	0,058	?
Сталь	7850	58	0,005

«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» [17].

$$R_o^{\text{tp}} = 0,00025 \times 6069 + 1,5 = 3,01 \text{ м}^2\text{C/Bt.}$$

«Определяем толщину утеплителя:

$$\delta_{yt} = \left[3,01 - \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} \right) \right] 0,058 = 0,166 \text{ м}$$

Выполним проверку для толщины утеплителя 200 мм:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{58} + \frac{0,2}{0,058} + \frac{0,005}{58} + \frac{1}{23} = 3,59 \text{ м}^2\text{C/Bt.}$$

$R_0 = 3,59 \text{ м}^2\text{C/Bt} > 3,01 \text{ м}^2\text{C/Bt}$ - условие выполнено, конструкция удовлетворяет техническим требованиям» [17].

Принимаю толщину утеплителя 200 мм.

1.7 Инженерные системы

Система электроснабжения здания представляет собой сложную инженерную сеть, обеспечивающую подачу электроэнергии от внешних источников до конечных потребителей внутри здания.

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 собой сложную 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 собой 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 собой 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 собой 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

По заданию разработаны материалы по складу медицинских форм, с пояснительной запиской и чертежами.

Ключевые задачи включают проектирование здания с пролетами, позволяющими организовать эффективное складское пространство без лишних опор, обеспечение естественной вентиляции для предотвращения гниения и повреждения продукции склада, устройство напольных покрытий устойчивых к нагрузкам от погрузочной техники, и внедрение систем мониторинга микроклимата.

Строительство склада с металлическим каркасом является важным проектом, обусловленным растущим спросом на медицинские материалы и необходимостью создания современных логистических хабов. Его важность заключается в обеспечении сохранности медицинских форм, требующих специальных условий влажности и вентиляции, а также в оптимизации цепочек поставок для медицинской отрасли и здравоохранения. Основной целью такого строительства является формирование высокотехнологичного складского комплекса, который сочетает функциональность, долговечность и возможность масштабирования.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Описание

Цель раздела – расчет фермы покрытия.

Проектируется склад.

Цель расчета 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 сводам правил. 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.

Конструктивное решение здания обеспечивает прочность, долговечность и необходимую пространственную жёсткость сооружения [6,27].

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.

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

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

2.2 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сбор нагрузок

«Вид нагрузки	Нормативные нагрузки, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетные нагрузки, кН/м ^{2»} [13]
Постоянная: 1.Ограждающая конструкция покрытия в виде сэндвич панели, с утеплителем ($\delta=0.2\text{м}$, $\gamma=1,25\text{kN/m}^3$) $0,2 \times 1,25 = 0,25 \text{ kN/m}^2$ Прогоны покрытия №16 $0,14/1,75 = 0,08 \text{ kN/m}^2$	0,25 0,08	1,2 1,05	0,3 0,084
Итого постоянная:	0,33		0,384
«Временная: -снеговая по СП20.13330.2016 3 район	1,5	1,4	2,1» [13]
Полная:	1.83		2,5

Собственный вес элементов фермы учтен в программе ЛИРА-САПР.

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» [23].

Разработанная модель в программе представлена на рисунке 3 и 4, нагрузка в узлах фермы представлена на рисунке 5.

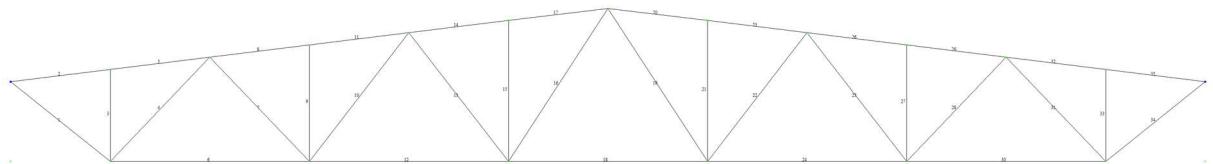


Рисунок 3 – Расчетная схема с нумерацией элементов

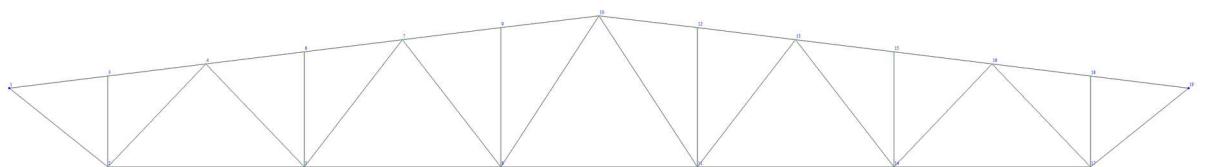


Рисунок 4 – Расчетная схема с нумерацией узлов

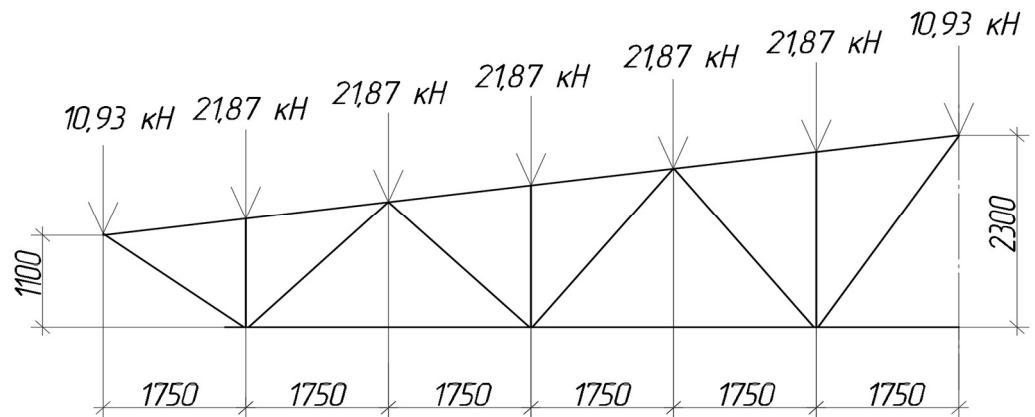


Рисунок 5 – Нагрузка в узлах фермы

«Пирог кровли опирается на прогоны узловой сосредоточенной нагрузкой. Прогоны переносят эту нагрузку на ферму» [26].

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 6.

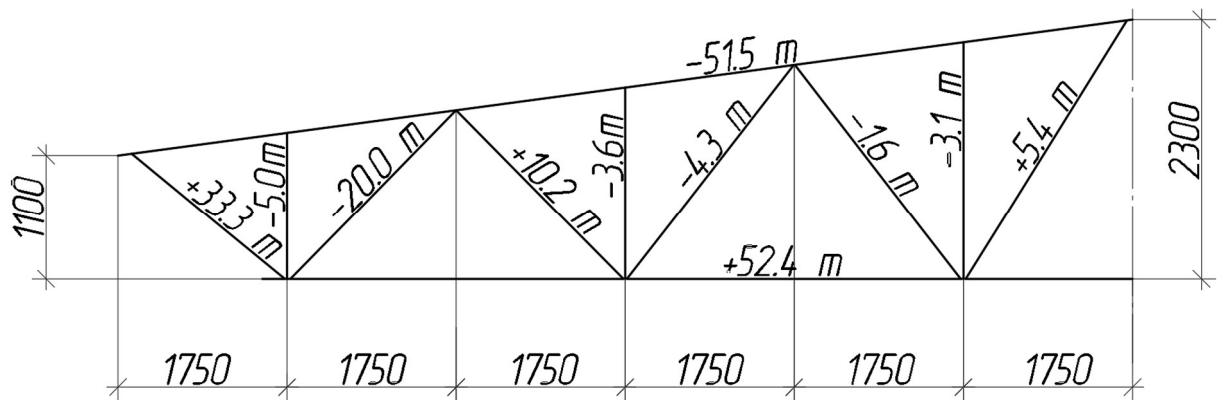


Рисунок 6 – Расчетные усилия в элементах фермы

На основании полученных усилий подбираются сечения элементов фермы.

2.5 Результаты расчета по несущей способности

Расчет металлической фермы по несущей способности выполняется для определения способности конструкции воспринимать приложенные нагрузки без разрушения или недопустимых деформаций. Основой для расчета служит

СП 16.13330.2017, который устанавливает требования к проверке прочности, устойчивости и жесткости элементов.

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

Проверка по 1 группе предельных состояний фермы представлена на рисунке 7, проверка по 2 группе предельных состояний фермы представлена на рисунке 8.

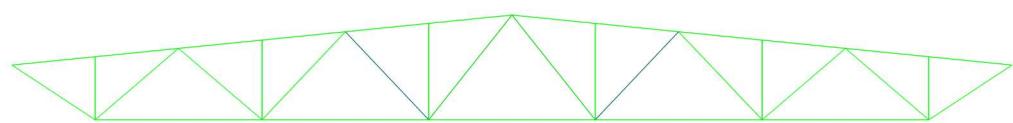


Рисунок 7 – Первая группа предельных состояний проверка сечений

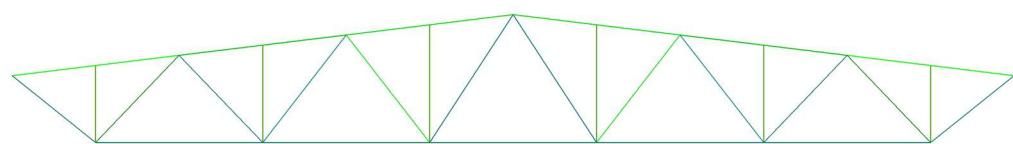


Рисунок 8 – Вторая группа предельных состояний проверка сечений

Сечение верхнего пояса представлено на рисунке 9.

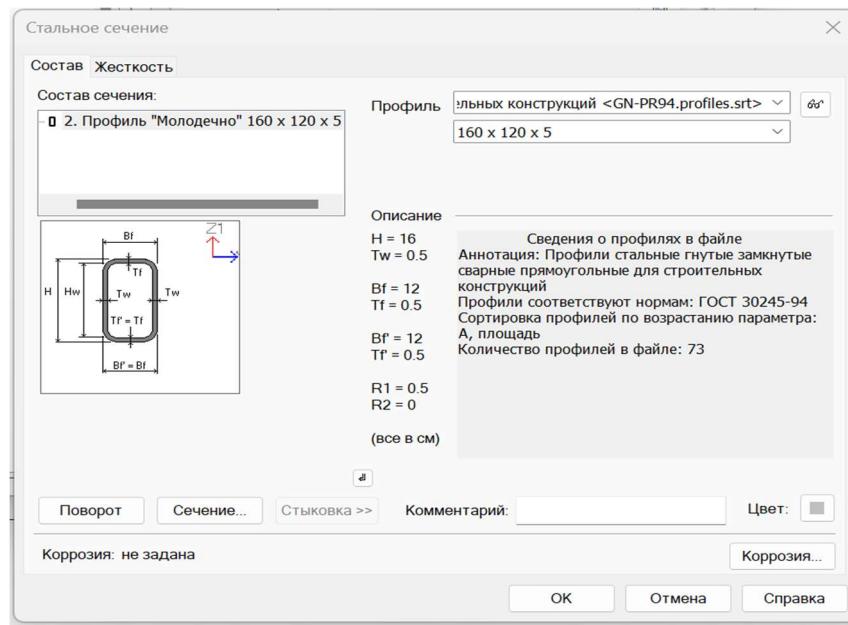


Рисунок 9 – Сечение верхнего пояса

Сечение нижнего пояса представлено на рисунке 10.

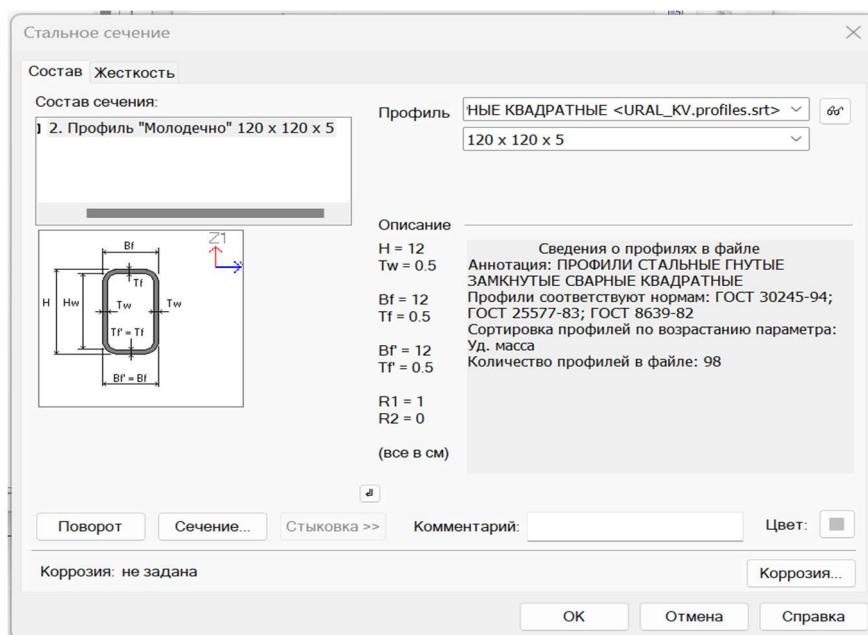


Рисунок 10 – Сечение нижнего пояса

Сечение крайних раскосов представлено на рисунке 11.

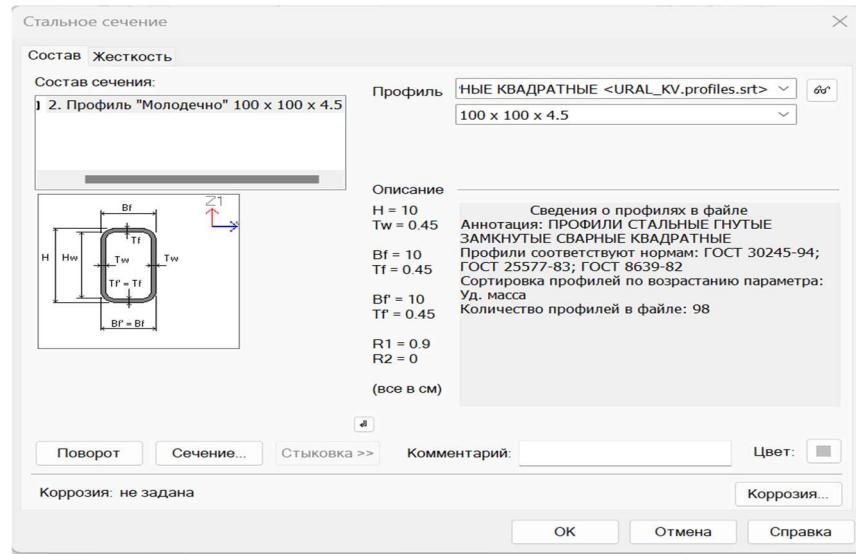


Рисунок 11 – Сечение крайних раскосов

Сечение остальных раскосов и стоек представлено на рисунке 12.

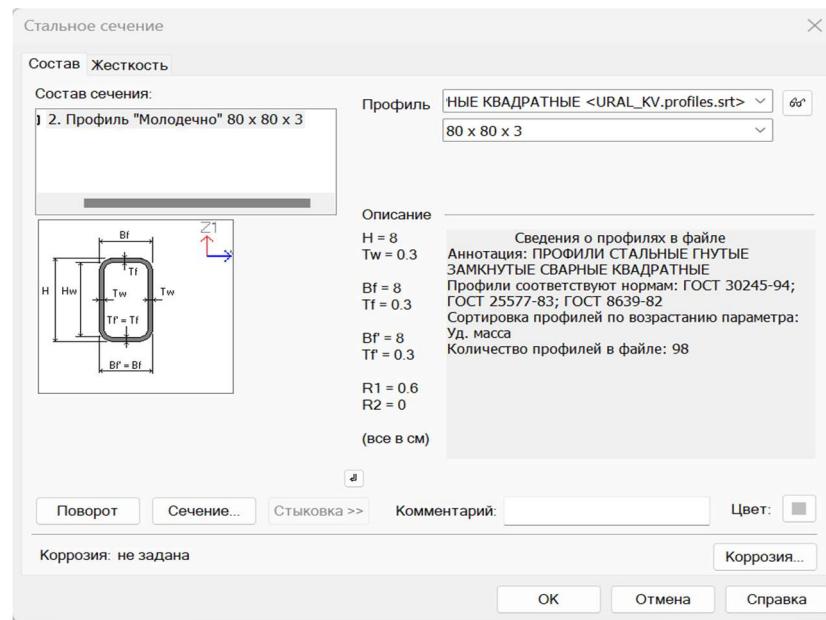


Рисунок 12 – Сечение остальных раскосов и стоек

Принятые сечения фермы представлены на чертеже графической части.

2.6 Результаты расчета по деформациям

Расчет металлической фермы по деформациям выполняется для обеспечения нормальной эксплуатации конструкции при действии нагрузок, при котором прогибы не превышают предельно допустимых значений, установленных нормативными документами. Основным регулирующим документом является [13], который определяет предельные прогибы для различных типов конструкций. Для ферм покрытий пролетом 20 м, предельный прогиб принимается равным 80 мм, фактический прогиб составил 27 мм, что меньше более чем в два раза допускаемого, следовательно жесткость конструкции обеспечена.

Прогиб представлен на рисунке 13.

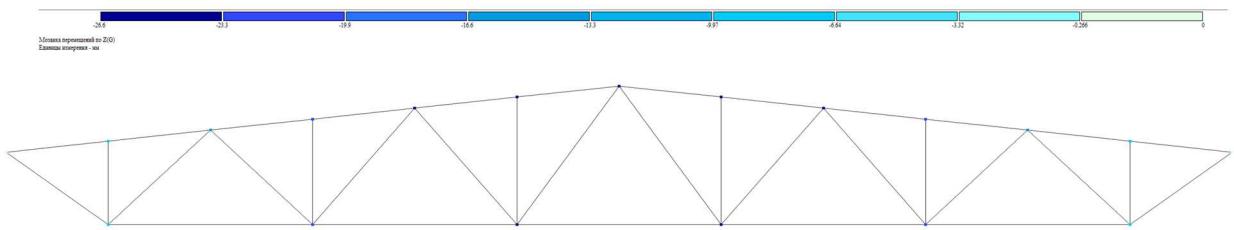


Рисунок 13 – Рассчитанный прогиб конструкции

Выводы по разделу

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

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

3 Технология строительства

3.1 Область применения

Технологическая карта разработана на устройство монолитных фундаментов для здания склада готовых медицинских форм со строительным объемом 15 000м³.

Технологическая карта – это документ, который используется в строительстве при возведении зданий, для разработки правильной технологии производства работ. Карта применяется в условиях открытой строительной площадки, при температуре воздуха, допустимой для проведения сварочных и бетонных работ, а также при использовании кранов соответствующей грузоподъёмности. Её положения распространяются на объекты, где несущие конструкции изготавливаются из бетона с помощью опалубки.

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

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

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

Кроме того она предусматривает выполнение комплекса операций, включающих подготовку монтажного фронта, сборку опалубки, проверку геометрии, установку арматуры, выверку положения и окончательную фиксацию конструкций.

3.2 Технология и организация выполнения работ

Фундаменты здания запроектированы в виде монолитных железобетонных столбчатых, которые обеспечивают надёжное восприятие нагрузок от несущих конструкций и равномерную передачу их на грунт [15]. Данный тип фундаментов выбран с учётом инженерно-геологических условий площадки строительства, характеристик грунтов и особенностей планировочной структуры здания. Столбчатые фундаменты рациональны при наличии плотных несущих слоёв на сравнительно небольшой глубине и позволяют существенно сократить объём земляных работ по сравнению с ленточными или плитными фундаментами.

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

Все монолитные элементы здания армируются в соответствии с расчётами на прочность, жёсткость и трещиностойкость. В качестве рабочей арматуры применяются стержни из стали класса А500С, обеспечивающие высокую прочность на растяжение и пластичность. Поперечное армирование выполняется из стальной арматуры меньшего диаметра, формирующей хомуты и усиливающей устойчивость конструкции к сжатию и изгибу. Арматурные каркасы изготавливаются на строительной площадке, после чего устанавливаются в опалубку с соблюдением проектных защитных слоёв.

Прочность бетона для конструкций варьируется в зависимости от типа конструкций при этом укладка смеси ведется с обязательным уплотнением глубинными вибраторами, а последующий уход включает влажностное выдерживание в течение не менее 7 суток. Дополнительно в конструкциях предусматривается устойчивость через устройство жестких узлов сопряжения элементов и армирование в зонах концентрации напряжений, что в комплексе обеспечивает долговечность и безопасность эксплуатации комплекса при интенсивных спортивных нагрузках [3].

Для армирования применяется пространственный арматурный каркас, состоящий из продольных и поперечных стержней из стали класса А400. Арматура устанавливается с обеспечением проектных защитных слоёв, что повышает долговечность конструкции и предотвращает коррозию металлических элементов. Стыковка арматурных стержней выполняется вязки мягкой проволокой, а выпуск арматуры обеспечивает надёжное соединение с другими конструкциями [4].

Бетонирование производится с тщательным вибрированием смеси для удаления воздушных пустот и повышения плотности материала. Монолитные конструкции обеспечивают высокую несущую способность, устойчивость и долговечность сооружения. Их применение в спортивном комплексе позволяет создать прочное и надёжное основание для восприятия динамических и эксплуатационных нагрузок, характерных для зданий с большими пролётами и активным использованием. Комплексное применение качественных материалов, правильно подобранный арматуры и современных технологий бетонирования гарантирует долговечность и устойчивость всей конструкции в процессе эксплуатации [12].

3.3 Требования к качеству и приемке работ

«Операционный контроль.

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

Контроль качества сварных соединений металлоконструкций осуществляется с использованием следующих методов:

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

3.4 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность

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 анткоррозионными 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.

3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Оснастку, оборудование и инструмент используем для разработки технологической карты, они представлены в графической части технологической карты.

3.6 Технико-экономические показатели

График производства работ представлен на рисунке 14.

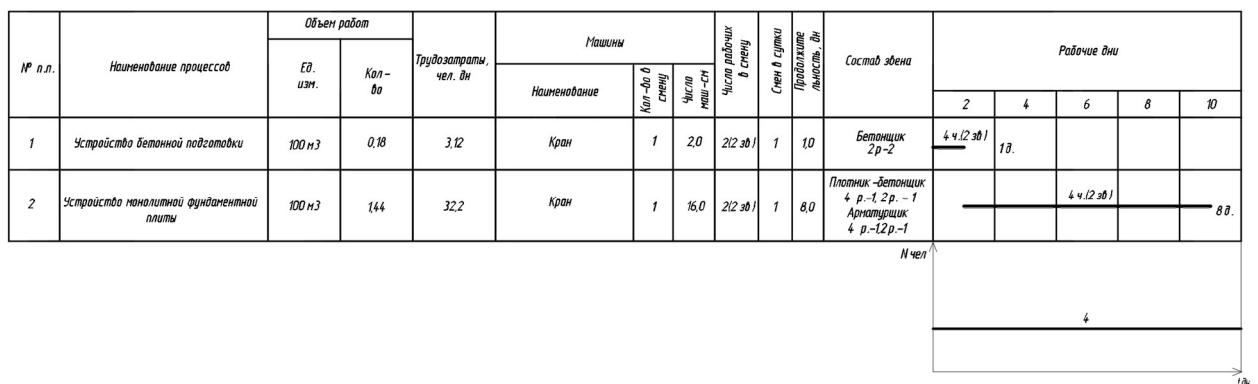


Рисунок 14 – График производства работ

Выводы по разделу

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

Детально прописана последовательность операций, необходимые механизмы, инструменты, приспособления для временного закрепления и выверки опалубки, а также состав бригады. Этот документ особенно важен при выполнении работ ответственных конструкций, является обязательным для выполнения подрядчиком, так как гарантирует, что монтаж будет проведен в соответствии с проектом и нормативными требованиями, обеспечит надежность и долговечность несущего каркаса здания. Она предусматривает выполнение комплекса операций для возведения фундамента.

4 Организация и планирование строительства

«В данном разделе разработан ППР на строительство склада» [10].

Размеры проектируемого здания $60,0 \times 20,0$ м.

Здание со стальным каркасом и с этажеркой в правой части здания.

Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается за счет жесткой заделки колонн в фундаменты, жесткого диска покрытия, системы вертикальных связей и распорок по колоннам и фермам покрытия.

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.

Фундаменты здания столбчатые монолитные. Армирование выполняется из стержней арматуры класса А500С.

Колонны из двутавров 40Ш1, фахверковые колонны из сварных швеллеров №20.

Опорные части колонн крепятся к фундаментам болтами через базу.

Наружные стены запроектированы из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм. «Трехслойные сэндвич-панели представляют собой два металлических листа облицовки и сердечник из базальтового волокна, соединенных между собой полиуретановым kleem» [19].

Внутренние стены представлены из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 100 мм.

Перекрытие этажерки – монолитное по профлисту толщиной 200 мм.

Покрытие представлено стальными фермами покрытия, выполненным из профильной трубы. Прогоны из швеллера №16.

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

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

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

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

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

Требования к работам по остеклению регламентируются комплексом нормативных документов. Ключевым аспектом является подготовка оконных проемов, которая включает проверку геометрических параметров (отклонения не более 3 мм на 1 м длины), устранение локальных неровностей и обработку поверхностей грунтовками глубокого проникновения. Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм, при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм.

Особое внимание уделяется устройству монтажных швов, которые формируются трехслойными системами с наружным паропроницаемым слоем из полиуретановой ленты ПСУЛ, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент. При 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 складских помещений – бетонная стяжка с топпингом поверхности.

«Проектом предусмотрена скатная кровля с наружным организованным водостоком. Стропильная система из металлических сварных конструкций, покрытие кровельные сэндвич панели, толщина принимается по теплотехническому расчету» [22].

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

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

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

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

4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ

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

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

4.2 Определение потребности в строительных материалах

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

Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах» [1] приведена в таблице Б.2 приложения Б.

4.3 Подбор строительных машин для производства работ

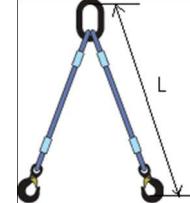
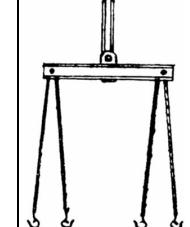
«Для производства работ необходимо подобрать монтажный кран для монтажа элементов всего здания.

Монтажный кран подбирается по трем основным характеристикам:

- вылет крюка;
- высота подъема крюка;
- грузоподъемность» [8].

Подбор грузозахватных приспособлений представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Подбор грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемых элементов	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз	Характеристика		Высота» [9]
				Грузоподъемность	Масса, т	
Самый тяжелый и удаленный элемент по горизонтали – бадья с бетоном	2,84	2СК-3,2		3,2	0,018	2,0
Самый тяжелый и удаленный элемент по вертикали – металлическая ферма покрытия	3,68 4	Траверса Т-1		8,0	0,62	2,5

«Грузоподъемность крана Q_k определяется по формуле 9:

$$Q_k = Q_e + Q_{pr} + Q_{gr}, \quad (9)$$

где Q_e – самый тяжелый элемент, который монтируют;

Q_{pr} – масса приспособлений для монтажа;

Q_{gr} – масса грузозахватного устройства» [3].

$$Q_{kp} = 3,684 + 0,62 = 4,304 \text{ т}$$

«Высота крюка определяется по формуле 10:

$$H_k = h_0 + h_3 + h_{ct}, \quad (10)$$

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_{ct} – высота поднимаемого элемента, м;
 h_{ct} – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана, м» [3].

$$H_k = 9,15 + 1,0 + 2,2 + 2,3 = 14,65 \text{ м.}$$

Грузовые характеристики автокрана КС-55733-2Б, представлены на рисунке 15.

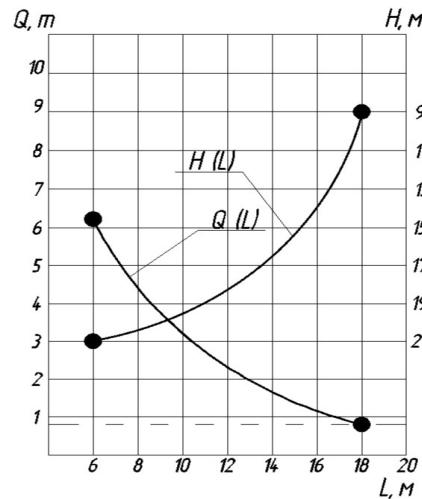


Рисунок 15 – Грузовые характеристики автокрана КС-55713-5

Выбираем автомобильный кран КС-55713-5 грузоподъемностью 25 т с длиной стрелы 21,7 м.

4.4 Определение трудоемкости и машиноемкости работ

«Трудоемкость работ в человеко-днях и машино-сменах рассчитывается по формуле 11:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{\text{вр}}}{8}, \quad (11)$$

где V – объем работ;

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

8 – продолжительность смены, час» [3].

«Ведомость трудозатрат и затрат машинного времени» [3] 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 [9].

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 [19].

«Общее количество работающих определяется по формуле 12:

$$N_{общ} = N_{раб} + N_{итр} + N_{служ} + N_{моп}, \quad (12)$$

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

$N_{итр}$ – численность ИТР – 11%;

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

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

$$N_{итр} = 15 \cdot 0,11 = 1,65 = 2 \text{ чел},$$

$$N_{служ} = 15 \cdot 0,032 = 0,54 = 1 \text{ чел},$$

$$N_{моп} = 15 \cdot 0,013 = 0,22 = 1 \text{ чел},$$

$$N_{общ} = 15 + 2 + 1 + 1 = 19 \text{ чел.}$$

$$N_{расч} = 1,05 \cdot N_{общ} = 1,05 \cdot 19 = 20 \text{ чел.}$$

Ведомость санитарно-бытовых помещений представлена на СГП» [3].

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 13:

$$F_{пол} = Q_{зап}/q, \quad (13)$$

где q – норма складирования.

Определяют общую площадь склада по формуле 14:

$$F_{общ} = F_{полн} \times K_{исп}, \quad (14)$$

где $K_{исп}$ – 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 15:

$$Q_{пр} = \frac{K_{hy} \times q_h \times n_n \times K_q}{3600 \times t_{см}}, \frac{\text{л}}{\text{сек}} \quad (15)$$

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

q_h – удельный расход воды на единицу объема работ, л;

n_n – объем работ (в сутки) по наиболее нагруженному процессу, требующему воду;

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

$$Q_{пр} = \frac{1,2 \times 200 \times 12,08 \times 1,5}{3600 \times 8} = 0,15 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

«В смену, когда работает максимальное количество людей, определим расход воды на хозяйствственно-бытовые нужды определим по формуле 16:

$$Q_{хоз} = \frac{q_y \times n_p \times K_q}{3600 \times t_{см}} + \frac{q_d \times n_d}{60 \times t_d}, \frac{\text{л}}{\text{сек}}, \quad (16)$$

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

q_d – удельный расход воды в душе на 1 работающего 40 л;

n_d – количество человек пользующихся душем 50 чел;

n_p – максимальное число работающих в смену 50 чел.;

K_q – коэффициент потребления воды» [3].

$$Q_{хоз} = \frac{15 \times 15 \times 1,5}{3600 \times 8} + \frac{50 \times 12}{60 \times 45} = 0,19 \frac{\text{л}}{\text{сек}}$$

Расход воды определим по формуле 17:

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}, \quad (17)$$

$$Q_{общ} = 0,15 + 0,23 + 10 = 10,34 \text{ л/сек.}$$

«По требуемому расходу воды рассчитывается диаметр труб временной водопроводной сети по формуле 18:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{общ} \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,34 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 104,1 \text{ мм} \quad (18)$$

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 19:

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{k_{2c} \times P_t}{\cos \varphi} + \sum k_{3c} \times P_{ob} + \sum k_{4c} \times P_{oh} \right), \text{кВт} \quad (19)$$

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;

$P_{\text{ов}}$ – мощность устройств освещения внутреннего, кВт;

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

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

$$P_p = 1,1(43,6 + 0,8 \cdot 1,97 + 1 \cdot 4,7) = 54,86 \text{ кВт}$$

«Принимаем трансформатор ТМ-50/10 мощностью 50 кВ·А, закрытой конструкции.

Расчет количества прожекторов для освещения строительной площадки производится по формуле 20:

$$N = p_{\text{уд}} \times E \times S / P_{\text{л}}, \quad (20)$$

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

S – площадь площадки, подлежащей освещению;

E – 2 лк освещенность;

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

$$N = \frac{0,3 \times 2 \times 11249}{1500} = 5 \text{ шт}$$

Принимаем к установке 5 ламп прожектора ПЗС-45 мощностью 1500 Вт.

4.7 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

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

На стадии проектирования строительного генерального плана предусматриваются решения, обеспечивающие безопасное размещение всех производственных и вспомогательных зон. В плане должны быть выделены участки для складирования материалов, стоянки строительной техники, размещения бытовых помещений и проходов для рабочих. Транспортные

пути, пешеходные проходы и зоны работы кранов должны быть чётко обозначены и не пересекаться между собой. Опасные зоны вокруг кранов, котлованов и мест погрузочно-разгрузочных работ ограждаются и снабжаются предупреждающими знаками. Освещение строительной площадки организуется таким образом, чтобы обеспечить достаточную видимость в тёмное время суток и предотвратить несчастные случаи.

В процессе строительства все рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: касками, перчатками, защитной обувью, очками и страховочными системами при работах на высоте. Перед началом работ проводится вводный и целевой инструктаж по технике безопасности, где разъясняются правила поведения на строительной площадке, порядок пользования инструментами и механизмами, а также действия при возникновении аварийных ситуаций. Рабочие, занятые на специализированных операциях (сварке, работе с электроинструментом, управлении грузоподъёмными машинами), допускаются к работе только после прохождения соответствующего обучения и проверки знаний по охране труда.

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

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

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

Пожарная безопасность обеспечивается установкой щитов с огнетушителями, ведрами с песком и водой, а также строгим контролем за проведением огневых работ. Курение и использование открытого огня допускается только в специально отведённых местах. На строительной площадке обязательно наличие схемы эвакуации и плана действий при пожаре или аварии.

Таким образом, мероприятия по охране труда и технике безопасности на строительной площадке обеспечивают системный подход к организации безопасных условий труда. Их соблюдение предотвращает несчастные случаи, повышает производительность, способствует сохранению здоровья работников и гарантирует безопасное выполнение всех этапов строительства в соответствии с требованиями строительного генерального плана.

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

Особое внимание уделяется безопасности при работе с грузоподъёмными механизмами. Строповка опалубки и других элементов производится обученным персоналом с использованием исправных канатов, строп и траверс, соответствующих массе поднимаемых конструкций. Перед подъёмом проводится проверка правильности строповки, устойчивости крана и наличия зоны безопасности, свободной от посторонних лиц. Подъём и установка выполняются плавно, без рывков и вращения груза. Во время

монтажа обязательно присутствует сигнальщик, координирующий действия крановщика и монтажников.

Пожарная безопасность при монтаже обеспечивается строгим соблюдением правил при выполнении сварочных и газорезательных работ. Все места проведения огневых работ оборудуются противопожарными средствами – огнетушителями, ящиками с песком и ведрами с водой. Перед началом сварки очищаются рабочие зоны от горючих материалов, опилок и мусора. После завершения сварочных операций производится тщательный осмотр места работы на предмет отсутствия искр, тлеющих материалов и перегрева металла. Временные электросети, питающие сварочное оборудование, должны иметь заземление и исправные изоляционные элементы, а кабели – защиту от механических повреждений.

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

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

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

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 стендах или сборочных площадках, оснащённых упорами, шаблонами и фиксаторами, обеспечивающими правильное положение элементов в пространстве. Сначала на стапеле укладываются нижние пояса, затем устанавливаются раскосы и стойки, после чего монтируется верхний пояс. Все элементы временно закрепляются струбцинами или прихваточными

сварными швами для предотвращения смещения в процессе выверки. После проверки геометрии, диагоналей и точности узлов выполняется окончательная сварка по утверждённой технологии.

При сварке важно соблюдать последовательность наложения швов, чтобы избежать коробления и деформаций металла. Сварные соединения подвергаются визуальному и, при необходимости, ультразвуковому контролю для проверки качества провара и отсутствия дефектов. После завершения сборки фермы очищаются от шлака и окалины, а поверхности тщательно обезжираются 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:

- объем здания 4750 м³;
- общая трудоемкость работ 1929,5 чел/дн;
- общая площадь строительной площадки 11249 м²;
- площадь временных зданий 210,3 м²;
- площадь складов открытых 201,5 м²;
- площадь складов закрытых 19,33 м²;
- площадь навесов 30,7 м²;
- количество рабочих максимальное 15 чел.;
- продолжительность строительства по графику 172 дня» [16].

Выводы по разделу

Грамотная организация строительства позволяет достичь высокой эффективности, сократить сроки выполнения работ, снизить затраты и обеспечить надлежащее качество строительства. Комплексное планирование

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

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

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.

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

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

5 Экономика строительства

Цель раздела – рассчитать сметную стоимость объекта строительства.

Размеры проектируемого здания $60,0 \times 20,0$ м.

Здание со стальным каркасом и с этажеркой в правой части здания.

Устойчивость и геометрическая неизменяемость каркаса обеспечивается за счет жесткой заделки колонн в фундаменты, жесткого диска покрытия, системы вертикальных связей и распорок по колоннам и фермам покрытия.

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.

Фундаменты здания столбчатые монолитные. Армирование выполняется из стержней арматуры класса А500С.

Колонны из двутавров 40Ш1, фахверковые колонны из сварных швеллеров №20.

Опорные части колонн крепятся к фундаментам болтами через базу.

Наружные стены запроектированы из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 150 мм. «Трехслойные сэндвич-панели представляют собой два металлических листа облицовки и сердечник из базальтового волокна, соединенных между собой полиуретановым kleem» [19].

Внутренние стены представлены из трехслойных сэндвич-панелей толщиной 100 мм.

Перекрытие этажерки – монолитное по профлисту толщиной 200 мм.

Покрытие представлено стальными фермами покрытия, выполненным из профильной трубы. Прогоны из швеллера №16.

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

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

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

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

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

Требования к работам по остеклению регламентируются комплексом нормативных документов. Ключевым аспектом является подготовка оконных проемов, которая включает проверку геометрических параметров (отклонения не более 3 мм на 1 м длины), устранение локальных неровностей и обработку поверхностей грунтовками глубокого проникновения. Монтаж оконных блоков выполняется с применением анкерных пластин и дюбелей из расчета не менее 3 креплений на сторону с шагом 600-700 мм, при этом расстояние от внутреннего угла профиля до точки крепления не должно превышать 150 мм.

Особое внимание уделяется устройству монтажных швов, которые формируются трехслойными системами с наружным паропроницаемым слоем из полиуретановой ленты ПСУЛ, центральным теплоизоляционным слоем из монтажной пены с низким коэффициентом расширения и внутренним пароизоляционным контуром из бутилкаучуковых лент. При 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 складских помещений – бетонная стяжка с топпингом поверхности.

«Проектом предусмотрена скатная кровля с наружным организованным водостоком. Стропильная система из металлических сварных конструкций, покрытие кровельные сэндвич панели, толщина принимается по теплотехническому расчету» [22].

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

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

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

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

«Расчет стоимости объекта строительства: показатель умножается на полученную площадь объекта строительства и на поправочные коэффициенты, учитывающие изменения стоимости строительства по формуле 21:

$$C = 81,6 \times 1281 \times 0,91 \times 1,0 = 96073,1 \text{ тыс. руб}, \quad (21)$$

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 – ($K_{\text{пер}1}$) 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» [28]
«Продолжительность строительства	мес.	по проекту	8,2
Общая площадь здания	м ²	по проекту	1281
Объем здания	м ³	по проекту	15000
Сметная стоимость общестроительных работ	тыс. руб.	сводный расчет	112081,1
Сметная стоимость строительства с НДС	тыс. руб.	-	134497,33
Стоимость 1 м ²	тыс. руб./м ²	134497,33/1281	104,99
Стоимость 1 м ³ » [28]	тыс. руб./м ³	134497,33/15000	8,9

Выводы по разделу

Составлены сводный сметный расчет, объектные сметные расчеты на основной объект строительства, благоустройство и озеленение. Определены технико-экономические показатели стоимости строительства [28].

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 покрытия	Монтаж ферм покрытия	Комплексная бригада монтажников	Монтажный кран	Сталь С345-3» [4]

Разработанный технологический паспорт позволит определить риски при производстве работ

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» [4].

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

«Технологическая операция, вид работ	Опасный и вредный производственный фактор	Источник опасного и вредного фактора
Монтаж ферм покрытия	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Работа техники на производстве работ
	Токсичность веществ	Антикоррозийный состав
	Повышенный уровень шума и вибрации	Монтажный кран
	Работа на высоте	Не огражденные участки фронта работ, отсутствие монтажного пояса
	Физические перегрузки	Перетаскивание тяжелых материалов
	Работа техники в зоне производства работ	Монтажный кран» [4]

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 вредный производственный фактор	Методы и средства защиты, снижения, устранения опасного и вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3
Влажность воздуха выше обычной	Респиратор; каска строительная; защита глаз и лица; медикаменты; крем для рук	Защита от высоких температур
Работающие машины и механизмы.	Защитная каска, сигнальный жилет.	Оградить границы территории опасной зоны, установление предупреждающих знаков, соблюдение техники безопасности.

Продолжение таблицы 10

1	2	3
Повышенный уровень шума на рабочем месте.	Оптимальное размещение шумных машин для минимизации шума	Применение глушителей шума.
Обрушение стройматериалов или строительных оболочек с повышенного уровня	Оградить периметр территории, защитная каска	Использование предупреждающих знаков, проведение мероприятий по технике безопасности
Малоосвещенное рабочее место	Лампы освещения по расчету	Остановить работы необходимо при сильном ветре» [4]

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

Таблица 11 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Земляные работы	Бульдозер, экскаватор	Класс Е	Пламя и искры, тепловой поток, повышенная температура, короткое замыкание	Вынос высокого напряжения на токопроводящие части оборудования, факторы взрыва происшедшего вследствие пожара» [4]
Монолит	Ручной электроинструмент			
Монтаж	Грузоподъемная техника, ручной электроинструмент			
Сварка	Электроинструмент			
Кровля	Электроинструмент, газовые горелки			

«Необходимо подобрать использование достаточно эффективных организационно-технических методов и технических средств, предпринятых

для защиты от пожара» [4]. Средства обеспечения пожарной безопасности представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и не механизированный)	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
Порошковые огнетушители, пожарные щиты с инвентарем и ящиками с песком	Пожарные автомобили, приспособленные технические средства (бульдозер, трактор, автосамосвалы)	Пожарные гидранты	Не предусмотрено на строительной площадке	Порошковые огнетушители, пожарные щиты в комплекте с инвентарем, пожарные гидранты	Средства защиты органов дыхания: фильтрующие и изолирующие противогазы, респираторы. Пути эвакуации	Огнетушитель, лопаты, пожарный лом, топор пожарный, багор пожарный	Связь со службами спасения по номерам: 112, 01» [4]

Таблица 13 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, вид объекта	Наименование видов работ	Требования по обеспечению пожарной безопасности
Склад	Монтаж ферм покрытия	Обязательное прохождение инструктажа по пожарной безопасности. Обеспечение соответствующей огнестойкости конструкций. Баллоны с газом (для резки арматуры и закладных деталей) в подвальных помещениях хранить запрещается, хранение в специальных закрытых складах» [4]

«В таблице 13 указаны эффективные организационно-технические

мероприятия по предотвращению пожара» [2].

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 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
Склад	Акустическое воздействие, Загрязнение биосферы выхлопными газами, запыление атмосферы продуктами	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» [4]

Выводы по разделу

«Предусмотрена противопожарная защита, обеспечивающая снижение опасных факторов пожара, эвакуацией людей и тушением пожара. Предусматриваются мероприятия, направленные на локализацию и снижение временного антропогенного воздействия строительства на окружающую среду. В том числе и мероприятия, направленные на локализацию и снижение временного негативного воздействия строительства на окружающую среду» [1].

Заключение

По заданию разработана выпускная работа по складу медицинских форм, с пояснительной запиской и чертежами.

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

Основной целью такого строительства является формирование высокотехнологичного складского комплекса, который сочетает функциональность, долговечность и возможность масштабирования

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

Строительный генеральный план (СГП) служит основой для правильной организации строительной площадки. На нём предусматриваются

рациональные схемы размещения производственных и вспомогательных зон, транспортных путей, складов, временных зданий, инженерных коммуникаций и сетей. Это позволяет обеспечить безопасность труда, удобство перемещения рабочих и техники, а также эффективное использование территории. Особое внимание при разработке СГП уделяется размещению кранов, подъездных путей, зон складирования и установке ограждений, что способствует снижению рисков аварий и повышению производительности труда.

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.

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

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

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

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

Список используемой литературы и используемых источников

1. Государственные элементные сметные нормы на строительные работы. ГЭСН 81-02-2020. Сб. 1,5-12, 15, 26. Введ. 2008.17.11. М. : Изд-во Госстрой России, 2020.
2. ГОСТ 27751-2014. Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. Введ. 01.07.2015. М. : 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 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. Введ. 01.07.2017. М. : Минрегион России, 2017. 110 с.

15. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. Введ. 28.08.2017. М. : Минрегион России. 2017. 69с.

16. 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).

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

18. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Введ. 20.06.2019. М.: ГУП НИИЖБ, ФГУП ЦПП, 2018. 164с.

19. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Введ. 28.08.2017. М. : Минрегион России. 2017. 58с.
20. СП 56.13330.2021. Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. Введ. 06.04.2021. Москва: Минрегион России, 2021. 62 с.
21. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 28.11.2018. М. : Минрегион России. 2018. 121с.
22. 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).
23. 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).
24. 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).
25. 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).
26. Тусnin A.P. 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).
27. Федорова Н.В. Проектирование элементов железобетонных конструкций [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. МИСИ-

МГСУ. 2019. 73 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/99744.html> (дата обращения: 04.09.2025).

28. 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 – Спецификация элементов заполнения проемов

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во по фасадам					Масса ед., кг	Приме- чание» [22]
			А- Д	Д- А	1- 13	13- 1	Всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Окна									
ОК-1	ГОСТ 21519-2022	ОАК МПД 6М1з-12-6М1з- 12-6МС3 1200- 3000-82 В2 К	4	-	8	9	21	-	-
ОК-2	ГОСТ 21519-2022	ОАК МПД 6М1з-12-6М1з- 12-6МС3 1200- 1000-82 В2 К	-	4	-	-	-	-	-
Двери									
1	ГОСТ 31173-2016	ДПН Р П Прг 2100-90	-	-	-	-	2	-	-
2	ГОСТ 31173-2016	ДПН О П Прг 2100-1300	-	-	-	-	1	-	-
3	ГОСТ 31173-2016	ДВ Г П Прг 2100-900	-	-	-	-	9	-	-
4	ГОСТ 31173-2016	ДВ Г П Прг 2100-700	-	-	-	-	2	-	-
4	ГОСТ 31173-2016	ДВ О П Прг 2100-700	-	-	-	-	1	-	-
Ворота									
B1	ГОСТ 31174- 2017	Ворота роллетные 4000×4000	-	-	-	-	2	-	-

Продолжение Приложения А

Таблица А.2 – Экспликация полов

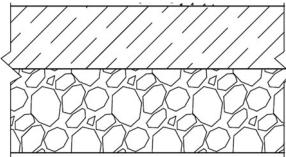
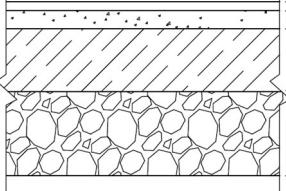
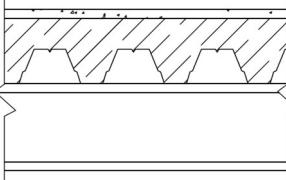
«Номер помещ.	Тип пол а	Схема пола	Данные элемента пола	Площадь , м ² » [22]
1	2	3	4	5
1 этаж				
1-4	1		Бетонная армированная плита с топпингом – 250 мм Утрамбованная и стабилизированная песчано-гравийная подушка	1106,7
Остальные помещения 1 этажа	2		Керамогранит на клее 20 мм Бетонная армированная плита с шлифованием – 200мм Утрамбованная и стабилизированная песчано-гравийная подушка	120,1
2 этаж				
Помещения 2 этажа	3		Ламинат по подложке – 15мм Наливной пол - 10мм Монолитная плита по профлисту(75-ому) - 200мм Балка -300мм	54,15

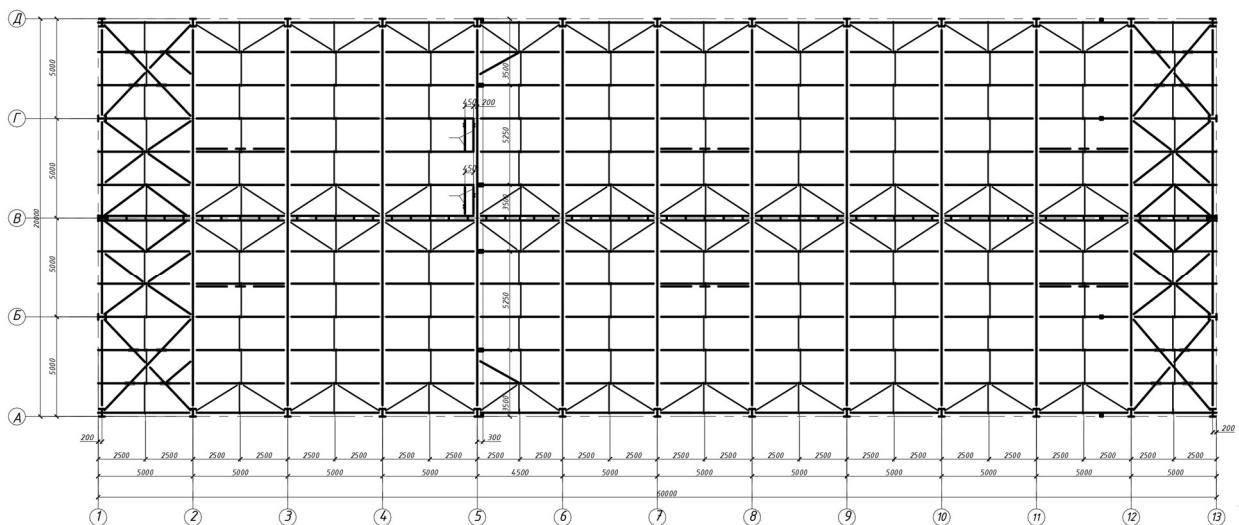
Таблица А.3 – Ведомость внутренней отделки помещений

«Номер или наименование помещения	Вид отделки			
	Потолок	Площадь, м ²	Стены	Площадь, м ² » [22]
1	2	3	4	5
Все помещения	Профнастил сэндвич панелей	1280,9	Профнастил сэндвич панелей	13795,3

Продолжение Приложения А

Таблица А.4 – Спецификация элементов несущих конструкций

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг.	Прим.
1	2	3	4	5	6
Колонны					
K1	ГОСТ 57837-2017	40Ш1, l-10950	31	334,85	-
K2	ГОСТ 57837-2017	Сварные швеллеры №10, l-10950	4	188.1	-
K3	ГОСТ 32931-2015	Сварные швеллеры №20, l-10950	6	402.9	-
Связи и распорки					
T1	ГОСТ 2590-2006	Круглый прокат 20 мм, п.м	286,9	854,9	-
CГ1	ГОСТ 8509-93	Уголок №12, п.м.	314,7	4865,2	-
Фермы покрытия					
B1	ГОСТ 20372-2015	Ф1 из профильной трубы, L=20000 мм	13	1380	-
Прогоны					
ПР1	ГОСТ 8240-97	Швеллер №16, l-5000	132	9372	-



Продолжение Приложения А

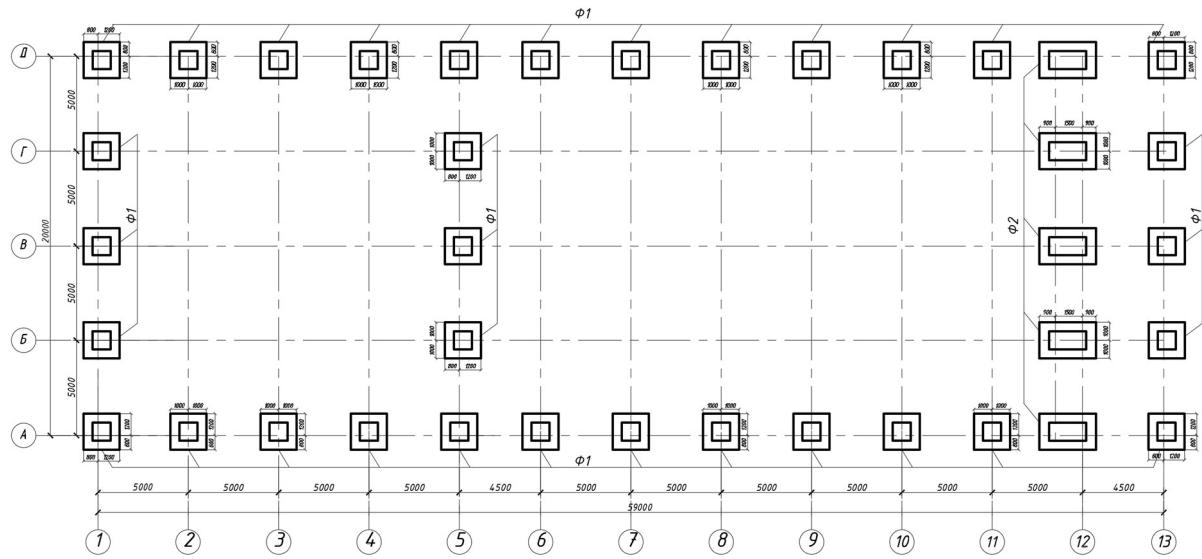
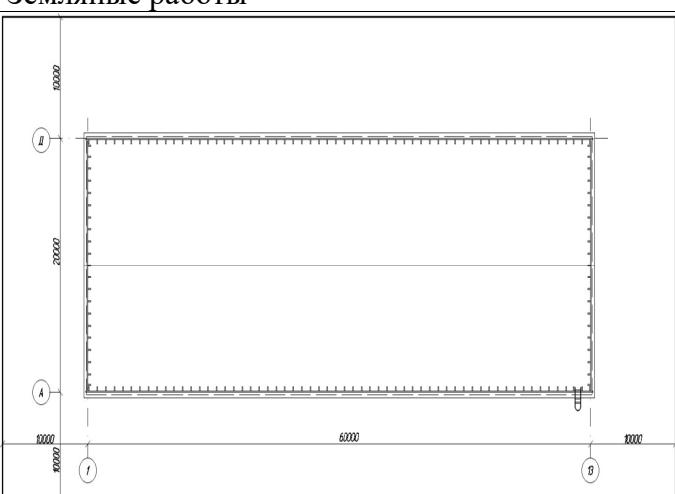


Рисунок А.2 – Схема расположения элементов фундаментов

Приложение Б
Сведения по организационным решениям

Таблица Б.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

«Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание» [1]
1	2	3	4
I. Земляные работы			
«Планировка площадки бульдозером	1000 м ²	3,2	 $F = (20 + 20) \cdot (60 + 20) = 3200 \text{ м}^2$
Разработка котлована экскаватором «обратная лопата» -навымет -с погрузкой	1000 м ³	2,78 0,17	$H_K = 1,83 \text{ м}$ $\text{Глина} - m=0,25, \alpha=76^0$ $A_H = 60+1,2 \cdot 2+1,2 = 63,6 \text{ м}$ $B_H = 20+1,15 \cdot 2+1,2 = 23,5 \text{ м}$ $F_H = A_H \cdot B_H = 63,6 \cdot 23,5 = 1494,6 \text{ м}^2$ $A_B = A_H + 2mH_K = 63,6 + 2 \cdot 0,25 \cdot 1,83 = 64,52 \text{ м}$ $B_B = B_H + 2mH_K = 23,5 + 2 \cdot 0,25 \cdot 1,83 = 24,42 \text{ м}$ $F_B = A_B \cdot B_B = 64,52 \cdot 24,42 = 1575,58 \text{ м}^2$ $V_{\text{kotl}} = \frac{1}{3} H_{\text{kotl}} \cdot (F_H + F_B + \sqrt{F_H F_B})$ $V_{\text{kotl}} = \frac{1}{3} \cdot 1,83 \cdot (1494,6 + 1575,58 + \sqrt{1494,6 \cdot 1575,58}) = 2808,9 \text{ м}^3$ $V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = (V_{\text{kotl}} - V_{\text{констр}}) \cdot k_p = (2808,9 - 163,32) \cdot 1,05 = 2777,86 \text{ м}^3$ $V_{\text{изб}} = V_{\text{kotl}} \cdot k_p - V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 2808,9 \cdot 1,05 - 2777,86 = 171,5 \text{ м}^3 \text{» [1]}$ $V_{\text{констр}} = V_{\text{ochn}} + V_{\Phi} = 18,58 + 144,74 = 163,32 \text{ м}^3$
Ручная зачистка дна котлована	100 м ³	1,4	$V_{\text{р.з.}} = 0,05 \cdot V_{\text{kotl}} = 0,05 \cdot 2808,9 = 140,45 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Уплотнение грунта катком	1000 м ³	0,37	$F_{\text{упл.}} = F_{\text{H}} = 1494,6 \text{ м}^2$ $V_{\text{упл.}} = 1494,6 \cdot 0,25 = 373,65 \text{ м}^3$
Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	2,78	$V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 2777,86 \text{ м}^3» [1]$
II. Основания и фундаменты			
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м ³	0,19	$V_{\text{осн}}^{\text{бет}} = 2,7 \cdot 2,4 \cdot 0,1 \cdot 26 + 1,7 \cdot 1,7 \cdot 0,1 \cdot 6 = 18,58 \text{ м}^3$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м ³	1,45	$V_{\Phi_1} = (2,7 \cdot 2,4 \cdot 0,4 + 2,1 \cdot 1,8 \cdot 0,3 + 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0) \cdot 26 = 128,34 \text{ м}^3$ $V_{\Phi_2} = (1,7 \cdot 1,7 \cdot 0,4 + 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0) \cdot 6 = 16,4 \text{ м}^3$ $V_{\text{общ.}} = 128,34 + 16,4 = 144,74 \text{ м}^3$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов» [1]	100 м ²	3,37	$F_{\text{гид}}^{\text{вер}} = F_{\text{опал.фунд.}} = (2,7 \cdot 0,4 \cdot 4 + 2,1 \cdot 0,3 \cdot 2 + 1,8 \cdot 0,3 \cdot 2 + 1,1 \cdot 1,0 \cdot 4) \cdot 26 + (1,7 \cdot 0,4 \cdot 4 + 1,6 \cdot 1,6 \cdot 0,3 \cdot 4 + 0,9 \cdot 1,0 \cdot 4) \cdot 6 = 287,56 + 49,44 = 337 \text{ м}^2$
III. Надземная часть			
«Установка металлических колонн на фундаменты	т	24	Металлические колонны из прокатных двутавров: 40Ш1, L= 9500 мм, M = 0,842 т (26 шт.); Фахверковые колонны из сварных швеллеров №20 20П, L=9500 мм, M = 0,35 т (6 шт.); $M_{\text{общ.}} = 0,842 \cdot 26 + 0,35 \cdot 6 = 24 \text{ т}$
Монтаж металлических связей и распорок по колоннам	т	5,52	Металлические связи и распорки из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93: CB1, L=1480 мм, M = 0,045 т (24 шт.); CB2, L=910 мм, M = 0,021 т (23 шт.); P1, L=410 мм, M = 0,009 т (22 шт.); P2, L=410 мм, M = 0,009 т (22 шт.); $M_{\text{общ.}} = 0,045 \cdot 24 + 0,021 \cdot 23 + 0,009 \cdot 22 + 0,009 \cdot 22 = 5,52 \text{ т}$
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 20 м	т	47,89	Металлические фермы из прокатных швеллеров и уголков: Φ1, L=20000 мм, M = 3,684 т (13 шт.); $M_{\text{общ.}} = 3,684 \cdot 13 = 47,89 \text{ т}$
Монтаж металлических связей по фермам	т	9,85	Металлические связи и распорки из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93: CB1, M = 0,166 т (4 шт.); CB2, M = 0,177 т (2 шт.); CB3, M = 0,193 т (2 шт.); CB4, M = 0,219 т (2 шт.); CB5, M = 0,176 т (2 шт.); СГ1, M = 0,983 т (2 шт.)» [1]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
			<p>СГ2, М = 1,316 т (1 шт.); СГ3, М = 0,221 т (6 шт.); СГ4, М = 0,845 т (2 шт.); СГ5, М = 0,913 т (1 шт.); Р1, М = 0,074 т (6 шт.); $M_{общ} = 0,166*4+0,177*2+0,193*2+0,219*2+0,176*2+0,983*2+1,316+0,221*6+0,845*2+0,913+0,074*6 = 9,85 \text{ т}$</p>
«Монтаж металлических прогонов	т	17,64	<p>Металлические прогоны приняты по ГОСТ Р 54157-2010 из швеллера №22: П1, L=5000 мм, М = 0,105 т (168 шт.); $M_{общ} = 0,105*168 = 17,64 \text{ т}$</p>
Устройство монолитной плиты по профлисту толщиной 200 мм	100м ³	0,24	<p>На отм. +3.300 в осях 12-13/А-Д: $V_{пл.пер.} = 20 \cdot 6 \cdot 0,2 = 24 \text{ м}^3$</p>
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	100м ²	15,71	$F_{нар.ст.} = L_{ст} \cdot H_{ст} - S_{дв} - S_{витр} - S_{ок} - S_{ворота} = 160 \cdot 10,6 - 11,13 - 81,6 - 32 = 1571,27 \text{ м}^2$ $L_{ст} = 20 \cdot 2 + 60 \cdot 2 = 160 \text{ м}$ $S_{дв} = 11,13 \text{ м}^2$ $S_{ок} = 81,6 \text{ м}^2$ $S_{ворота} = 32 \text{ м}^2» [1]$
Монтаж трехслойных внутренних стеновых сэндвич-панелей толщиной 100 мм	100м ²	5,65	$F_{вн.ст.} = L_{вн.ст.} \cdot H_{ст} = (20 + 5,92 * 2 + 5,25 + 6,97 + 4,27 * 5 + 1,66 + 1,88 + 2 + 2,23 * 2 + 1,46) * 3 + 20 * 10,6 + (6,7 + 3,73) * 3,3 + (5,92 * 3 + 9,43) * 3,3 = 230,61 + 212 + 152,46 = 595,07 \text{ м}$ $F_{вн.ст.} = F_{вн.ст.} - S_{дв} = 595,07 - 30,24 = 564,83 \text{ м}^2$ $S_{дв} = 30,24 \text{ м}^2$
Монтаж перекрытий из трехслойных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	100м ²	14,9	<p>На отм. +6.500 в осях 12-13/Б-Г: $F_{пер.} = 9,5 \cdot 6 = 57 \text{ м}^2$</p> <p>На отм. +3.500 в осях 5-6/А-Б: $F_{пер.} = 6,7 \cdot 3,9 = 26,13 \text{ м}^2$</p> $F_{общ.} = 57 \cdot 26,13 = 1489,41 \text{ м}^2$
Монтаж металлических лестниц	т	0,375	<p>Лестницы стальные по серии 1.450.3-6: ЛВ1, L=7550 мм, М = 0,375 т (1 шт.)</p>
Устройство монолитных ж/б пандусов	м ³	3,04	$V_{пандус} = 4,6 \cdot 1,65 \cdot 0,2 \cdot 2 = 3,04 \text{ м}^3$
Устройство монолитных ж/б крылец	м ³	1,43	$V_{крылец} = 1,6 \cdot 1,4 \cdot 0,2 \cdot 2 + 1,4 \cdot 1,9 \cdot 0,2 = 1,43 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
IV. Кровля			
Монтаж трехслойных сэндвич-панелей толщиной 200 мм	100м ²	12,37	$F_{\text{кровли}} = 20,46 \cdot 60,46 = 1237 \text{ м}^2$
Монтаж снегозадержателей	100 м	1,6	$L_{\text{снег.}} = 20 \cdot 2 + 60 \cdot 2 = 160 \text{ м}$
V. Полы			
Уплотненный песок толщиной 150 мм	м ³	184,02	Помещения 1-го этажа – склад хранения титановых форм, склад хранения полимерных форм, операторная, телекоммуникационная, тепловой пункт, гардероб одежды работников склада, санузел, душевая, преддушевая, коридор, комната обогрева, комната сушки спецодежды, комната приема пищи, комната начальника склада, тамбур $V_{\text{пола}} = 1226,8 * 0,15 = 184,02 \text{ м}^3$
Устройство гидроизоляции	100м ²	12,27	Помещения 1-го этажа – склад хранения титановых форм, склад хранения полимерных форм, операторная, телекоммуникационная, тепловой пункт, гардероб одежды работников склада, санузел, душевая, преддушевая, коридор, комната обогрева, комната сушки спецодежды, комната приема пищи, комната начальника склада, тамбур $S_{\text{пола}} = 1226,8 \text{ м}^2$
Устройство монолитной плиты толщиной 260 мм	100м ²	12,27	см. п. 22
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	100м ²	12,81	Помещения 1-го этажа – склад хранения титановых форм, склад хранения полимерных форм, операторная, телекоммуникационная, тепловой пункт, гардероб одежды работников склада, санузел, душевая, преддушевая, коридор, комната обогрева, комната сушки спецодежды, комната приема пищи, комната начальника склада, тамбур $S_{\text{пола}} = 1226,8 \text{ м}^2$ Помещения 2-го этажа – венткамера, электро-щитовая $S_{\text{пола}} = 54,15 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 1226,8 + 54,15 = 1280,95 \text{ м}^2$
Устройство покрытия из линолеума	100м ²	0,54	Помещения 2-го этажа – венткамера, электро-щитовая $S_{\text{пола}} = 54,15 \text{ м}^2$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	100м ²	1,45	Помещения 1-го этажа –операторная, телекоммуникационная, тепловой пункт, гардероб одежды работников склада, санузел, душевая, преддушевая, коридор, комната обогрева, комната сушки спецодежды, комната приема пищи, комната начальника склада, тамбур $S_{\text{пола}} = 144,7 \text{ м}^2$
Устройство плинтусов из керамической плитки	100 м	0,77	Помещения 1-го этажа –операторная, телекоммуникационная, тепловой пункт, гардероб одежды работников склада, санузел, душевая, преддушевая, коридор, комната обогрева, комната сушки спецодежды, комната приема пищи, комната начальника склада, тамбур $L_{\text{плинтуса}} = 20 + 5,92 * 2 + 5,25 + 6,97 + 4,27 * 5 + 1,66 + 1,88 + 2 + 2,23 * 2 + 1,46 = 76,87 \text{ м}$
VII. Окна и двери			
«Установка оконных блоков	100м ²	0,82	ГОСТ 23166-2021: ОП 1000-600 – 4 шт.; ОП 3000-1200 – 22 шт.; $S_{\text{ок}} = 1,0 \cdot 0,6 \cdot 4 + 3,0 \cdot 1,2 \cdot 22 = 81,6 \text{ м}^2$
Установка дверных блоков	100м ²	0,41	В наружных стеновых панелях: ГОСТ 31173-2016: ДПС 01 2100-1000 Е I 30 – 4 шт.; ДПС 01 2100-1300 – 1 шт.; $S_{\text{дв}} = 2,1 \cdot 1,0 \cdot 4 + 2,1 \cdot 1,3 = 11,13 \text{ м}^2$ Во внутренних стеновых панелях: ГОСТ 31173-2016: ДСВ В Оп Л Прг Н Нсп М 2, О, ЕI-30 – 16 шт.; $S_{\text{дв}} = 2,1 \cdot 0,9 \cdot 16 = 30,24 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 11,13 + 30,24 = 41,37 \text{ м}^2$
Установка металлических ворот	100м ²	0,32	ГОСТ 31174-2017: ВМ ДН 4000 x 4000 Е I 30 – 2 шт.; $S_{\text{в}} = 4,0 \cdot 4,0 \cdot 2 = 32 \text{ м}^2$ » [1]
VIII. Отделочные работы			
Окраска металлических конструкций	100м ²	2,69	$S = 268,7 \text{ м}^2$
VIII. Благоустройство территории			
Устройство отмостки	100м ²	1,6	$S = 160 \text{ м}^2$
Устройство газона	100м ²	6,0	$S = 600 \text{ м}^2$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4
«Посадка деревьев	10 шт.	2,1	$N = 21$ шт
Посадка кустарников	10 м	6,4	$L = 64$ м
Установка бортового камня	100 м	4,86	$L = 486$ м
Устройство тротуаров из брусчатки	100m^2	2,11	$S = 211,3 \text{ m}^2$
Устройство асфальтобетонных покрытий» [1]	1000m^2	5,96	$S = 5960 \text{ m}^2$

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» [1]
1	2	3	4	5	6	7
«Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	м^3	18,58	Бетон	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{18,58}{44,592}$
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м^2	337	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{337}{3,37}$
	т	5,355	Арматура	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{144,74}{5,355}$
	м^3	144,74	Бетон	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{144,74}{347,376}$
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов	м^2	337	Битумная мастика МБК-Г-65	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{674}{1,011}$
Установка металлических колонн на фундаменты	шт.	26	Металлические колонны из прокатных двутавров: 40Ш1, L=9500 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,842}$	$\frac{26}{21,892}$
	шт.	6	20П, L=9500 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,35}$	$\frac{6}{2,1}$
Монтаж металлических связей и распорок по колоннам	шт.	24	Металлические связи и распорки из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93: СВ1, L=1480 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,002}$	$\frac{24}{0,048}$
	шт.	23	СВ2, L=910 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,001}$	$\frac{23}{0,023}$
	шт.	22	P1, L=410 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0005}$	$\frac{22}{0,011}$
	шт.	22	P2, L=410 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0005}$	$\frac{22}{0,011}$
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 20м	шт.	13	Металлические фермы из прокатных швеллеров и уголков: Ф1, L=20000 мм» [1]	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{3,684}$	$\frac{13}{47,892}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж металлических связей по фермам	шт.	4	Металлические связи и распорки из равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93: СВ1	шт. т	$\frac{1}{0,166}$	$\frac{4}{0,664}$
	шт.	2	СВ2	шт. т	$\frac{1}{0,177}$	$\frac{2}{0,354}$
	шт.	2	СВ3	шт. т	$\frac{1}{0,193}$	$\frac{2}{0,386}$
	шт.	2	СВ4	шт. т	$\frac{1}{0,219}$	$\frac{2}{0,438}$
	шт.	2	СВ5	шт. т	$\frac{1}{0,176}$	$\frac{2}{0,352}$
	шт.	2	СГ1	шт. т	$\frac{1}{0,983}$	$\frac{2}{1,966}$
	шт.	1	СГ2	шт. т	$\frac{1}{1,316}$	$\frac{1}{1,316}$
	шт.	6	СГ3	шт. т	$\frac{1}{0,221}$	$\frac{6}{1,326}$
	шт.	2	СГ4	шт. т	$\frac{1}{0,845}$	$\frac{2}{1,69}$
	шт.	1	СГ5	шт. т	$\frac{1}{0,913}$	$\frac{1}{0,913}$
	шт.	6	P1	шт. т	$\frac{1}{0,074}$	$\frac{6}{0,444}$
Монтаж металлических прогонов	шт.	168	Металлические прогоны приняты по ГОСТ Р 54157-2010 из швеллера №22: П1, L=5000 мм	шт. т	$\frac{1}{0,105}$	$\frac{168}{17,64}$
Устройство монолитной плиты по профлисту толщиной 200 мм	м ²	120	Опалубка	м ² т	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{120}{1,2}$
	т	0,888	Арматура	м ³ т	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{24}{0,888}$
	м ³	24	Бетон	м ³ т	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{24}{57,6}$
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	м ²	1571,27	Трехслойные стеновые сэндвич-панели толщиной 150 мм» [1]	м ² т	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{1571,27}{39,282}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Монтаж трехслойных внутренних стеновых сэндвич-панелей толщиной 100 мм	м^2	564,83	Трехслойные стеновые сэндвич-панели толщиной 100 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{564,83}{8,472}$
Монтаж перекрытий из трехслойных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	м^2	1489,41	Трехслойные стеновые сэндвич-панели толщиной 150 мм» [1]	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{1489,41}{37,235}$
Монтаж металлических лестниц	шт.	0,375	Лестницы стальные по серии 1.450.3-6: ЛВ1, L=4500 мм	$\frac{\text{шт.}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,375}$	$\frac{1}{0,375}$
Устройство монолитных ж/б пандусов	м^2	15,2	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{15,2}{0,152}$
	т	0,112	Арматура	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{3,04}{0,112}$
	м^3	3,04	Бетон	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{3,04}{7,296}$
Устройство монолитных ж/б крылец	м^2	7,15	Опалубка	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01}$	$\frac{7,15}{0,072}$
	т	0,053	Арматура	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{1,43}{0,053}$
	м^3	1,43	Бетон	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{1,43}{3,432}$
«Монтаж трехслойных сэндвич-панелей кровельного типа толщиной 150 мм	м^2	1237	Трехслойные сэндвич-панели толщиной 150 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{1237}{30,925}$
Монтаж снегозадержателя	м	160	Решетчатый снегозадержатель	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{160}{1,28}$
Уплотненный песок толщиной 150 мм	м^3	184,02	Песок	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{184,02}{239,226}$
Устройство гидроизоляции пола	м^2	1226,8	Профицированная мембрана Planter Extra	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0006}$	$\frac{1226,8}{0,736}$
Устройство монолитной плиты толщиной 260 мм	м^2	1226,8	Бетон» [1]	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{318,97}{765,523}$

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.2

1	2	3	4	5	6	7
«Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	м ²	1280,95	Цементно-песчаный раствор М150	м ³ т	1 1,2	64,05 76,857
Устройство покрытия из линолеума	м ²	54,15	Антистатичное гомогенное ПВХ покрытие Таркетт Линолеум Horizon	м ² т	1 0,007	54,15 0,379
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	м ²	144,7	Плитка керамогранитная с рельефной поверхностью (антискользящая) ГМ 600x600x9	м ² т	1 0,024	144,7 3,473
Устройство плинтусов из керамической плитки	м	76,87	Плинтус из керамической плитки	м ² т	1 0,016	76,87 1,23
Установка оконных блоков	м ²	81,6	Блоки из ПВХ по ГОСТ 23166-2021	м ² т	1 0,08	81,6 6,528
Установка дверных блоков	м ²	41,37	Блоки дверные по ГОСТ 31173-2016	м ² т	1 0,045	41,37 1,862
Установка металлических ворот	м ²	32	ГОСТ 31174-2017: ВМ ДН 4600 x 4500	м ² т	1 0,034	32 1,088
Окраска металлических конструкций перекрытия	м ²	268,7	Водно-дисперсионная акриловая краска	м ² т	1 0,00025	268,7 0,067
Устройство отмостки	м ²	160	Асфальтобетонная смесь	м ³ т	1 2,2	11,2 24,64
Устройство газона	м ²	600	Газон партерный	м ² т	1 0,02	600 12
Посадка деревьев	шт.	21	Лиственные породы	шт.	21	21
Посадка кустарников	м	64	Декоративные кустарники	м	64	64
Установка бортового камня	м	486	Бортовой камень БР 100.30.15	м т	1 0,1	486 48,6
Устройство тротуаров из брусчатки	м ²	211,3	Брусчатка	м ² т	1 0,13	211,3 27,469
Устройство асфальтобетонных дорог	м ²	5960	Асфальтобетонная смесь» [1]	м ³ т	1 2,2	298 655,6

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.3 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

«Наименование работ	Ед. изм	Обоснование, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Состав звена	
			чел-час	маш-час	Объем работ	чел-дн.	маш-см.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
I. Земляные работы									
Планировка площадки бульдозером	1000 м ²	01-01-036-03	0,17	0,17	3,2	0,07	0,07	Машинист бр.-1	
Разработка котлована экскаватором «обратная лопата»	1000 м ³	- с погрузкой						Машинист бр.-1	
		01-01-013-02	6,9	20	0,17	0,15	0,43		
		- навымет							
		01-01-003-02	5,87	12,7	2,78	2,04	4,41		
Ручная зачистка котлована	100 м ³	01-02-056-02	233	-	1,4	40,78	-	Землекоп 3р.-1	
Уплотнение грунта катком	1000 м ³	01-02-003-01	13,5	13,5	0,37	0,62	0,62	Машинист бр.-1	
Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	01-03-033-05	1,75	1,75	2,78	0,61	0,61	Машинист бр.-1	
II. Основания и фундаменты									
Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм	100 м ³	06-01-001-01	135	18,12	0,19	3,21	0,43	Плотник 2р-1 Бетонщик 2р.-1	
Устройство монолитных столбчатых фундаментов	100 м ³	06-01-001-05	634	32,12	1,45	114,91	5,82	Плотник 4 р.-1,3р.-1,2р.-2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1	
Устройство обмазочной гидроизоляции в два слоя столбчатых фундаментов	100 м ²	08-01-003-07	21,2	0,2	3,37	8,93	0,08	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1» [1]	

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
III. Надземная часть								
«Установка металлических колонн на фундаменты	т	09-03-002-01	9,35	2,17	24	28,05	6,51	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических связей и распорок по колоннам	т	09-03-014-01	39,55	4,01	5,52	27,29	2,77	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических ферм покрытия пролетом 20м	т	09-03-012-02	15,6	3,24	47,89	93,39	19,4	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических связей по фермам	т	09-03-014-01	39,55	4,01	9,85	48,7	4,94	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических прогонов	т	09-03-015-01	14,1	1,75	17,64	31,1	3,86	Монтажники бр.-1, 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Устройство монолитной плиты по профлисту толщиной 200 мм	100 м ³	06-26-002-02	30,35	6,54	0,24	0,91	0,2	Плотник 4 р.-1,3р.-1,2р.- 2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р.- 1
Монтаж трехслойных наружных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	100 м ²	09-04-006-04	152	16,14	15,71	298,49	31,7	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1
Монтаж трехслойных внутренних стеновых сэндвич-панелей толщиной 100 мм	100 м ²	09-04-006-04	152	16,14	5,65	107,35	11,4	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.- 1, Маш. крана бр.-1» [1]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж перекрытий из трехслойных стеновых сэндвич-панелей толщиной 150 мм	100 м ²	09-04-002-03	45,2	7,34	14,9	84,19	13,67	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Монтаж металлических лестниц	т	09-03-029-01	28,9	5,83	0,375	1,35	0,27	Монтажники, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Устройство монолитных ж/б пандусов	м ³	06-01-004-02	2,32	0,06	3,04	0,88	0,02	Плотник 4 р.-1,3р.-1,2р.-2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1
Устройство монолитных ж/б крылец	м ³	06-01-004-03	3,55	0,10	1,43	0,63	0,02	Плотник 4 р.-1,3р.-1,2р.-2 Арматурщик 4 р.-1 2 р.-3 Бетонщик 4 р.-1, 2 р. - 1
IV. Кровля								
Монтаж трехслойных сэндвич-панелей толщиной 200 мм	100 м ²	09-04-002-03	45,2	7,34	12,37	69,89	11,35	Монтажники 5р.-1, 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
Монтаж снегозадержателя	100 м	12-01-032-02	5,3	0,11	1,6	1,06	0,02	Монтажники 4 р.-1, 3р.-1, 2р.-1, Маш. крана бр.-1
V. Полы								
Уплотненный песок толщиной 150 мм	м ³	11-01-002-01	2,99	0,3	184,02	68,78	6,9	Землекоп 3р. - 1
Устройство гидроизоляции	100 м ²	11-01-004-01	41,6	0,98	12,27	63,8	1,5	Гидроизолировщик 4р.-1, 2р.-1» [1]

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Устройство монолитной плиты толщиной 260 мм	100 м ²	11-01-014-04	39,1	13,92	12,27	59,97	21,35	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 50 мм	100 м ²	11-01-011-01 11-01-011-02	38,24	2,53	12,81	61,23	4,05	Бетонщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство покрытия из линолеума	100 м ²	11-01-036-02	51,82	0,43	0,54	3,5	0,03	Облицовщик 3р – 1, 2р – 1
Устройство покрытий из керамогранитной плитки	100 м ²	11-01-047-02	234,92	1,73	1,45	42,58	0,31	Облицовщик-плиточник 3р – 1, 2р – 1
Устройство плинтусов из керамической плитки	100 м	11-01-039-06	29,41	0,31	0,77	2,83	0,03	Облицовщик-плиточник 3р – 1, 2р – 1
VI. Окна и двери								
Установка оконных блоков	100 м ²	10-01-034-02	134,73	3,94	0,82	13,81	0,4	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка дверных блоков	100 м ²	10-01-039-01	89,53	13,04	0,41	4,59	0,67	Плотник 4р.-1,2р.-1
Установка металлических ворот	100 м ²	09-04-011-01	41,4	8,87	0,32	1,66	0,35	Монтажники 4р.-1, 2 р.-1
VII. Отделочные работы								
Окраска металлических конструкций покрытия	100 м ²	13-03-004-10	4,64	0,04	2,69	1,56	0,01	Малляр 4р.-1,3р.-1
VIII. Благоустройство территории								
Устройство отмостки	100 м ²	31-01-025-01	34,88	3,24	1,6	6,98	0,65	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство газона	100 м ²	47-01-046-06	5,67	1,3	6,0	4,25	0,98	Раб. зел. стр.3р.-1,2р-1
Посадка деревьев	10 шт.	47-01-009-02	6,16	0,26	2,1	1,62	0,07	Раб. зел. стр.4р.-1» [1]

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Посадка кустарников	10 м	47-01-033-01	4,04	0,17	6,4	3,23	0,14	Раб. зел. стр.4р.-1,2р-1
Установка бортового камня	100 м	27-02-010-02	69,8	0,65	4,86	42,4	0,39	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство тротуаров из брусчатки	100 м ²	27-07-014-01	115	9,9	2,11	30,33	2,61	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Устройство асфальтобетонных покрытий	1000 м ²	27-06-019	56,4	6,6	5,96	42,02	4,92	Дор. раб. 3р.-1,2р-1
Итого:						1419,74	163,96	-
IX. Другие работы								
Подготовительные работы	%	-	-	-	10	141,97	-	Землекоп 3р.-1,2р.-1
Санитарно-технические работы	%	-	-	-	7	99,38	-	Монт-к сан. тех. систем 5р.-1,4р.-1
Электромонтажные работы	%	-	-	-	5	70,99	-	Электромонтажник 5р.-1, 4р.-1
Неучтенные работы	%	-	-	-	16	227,16	-	-
Всего:						1959,24	-	-

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» [28]
ОС-02-01	Глава 2. Основные объекты строительства.	96073,1
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	16008,0
-	Итого	112081,1
-	НДС 20%	22416,2
-	Всего по смете	134497,3

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» [28]
НЦС 81-02-02-2025 Таблица 02-01-001	Здание склада	м ²	1281	81,6	$1281 \times 81,6 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 96073,1$
-	Итого:	-	-	-	96073,1

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» [28]
НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары	100 м ² покрытия	59,6	273,18	$273,18 \times 59,6 \times 0,92 \times 1,0 \times 1,01 = 15128,8$
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-01	Озеленение территорий	100 м ² покрытия	6	157,71	$157,71 \times 6 \times 0,92 \times 1,01 = 879,26$
-	Итого:	-	-	-	16008,0