

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

Архитектурно-строительный институт

(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 Ремонтно-восстановительное депо

Обучающийся

Д.О. Липартия

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. техн. наук, доцент, И.К. Родионов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

П.Г. Поднебесов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

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

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

М.А. Веселова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Данная ВКР разрабатывается по теме «Ремонтно-восстановительное депо».

Цель – согласно задания, необходимо разработать основные разделы поэтапного проектирования здания абразивов.

«Бакалаврская работа по профилю «Промышленное и гражданское строительство» направления подготовки 08.03.01 «Строительство» состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 124 страницы стандартного печатного текста и графической части из 7 чертежей формата А1, выполненных с соблюдением общих правил их оформления. Чертежи выполнены с использованием компьютерных технологий» [33].

В работе представлено 80 страницы основного текста, 20 рисунков, 43 таблицы, 34 источников, 10 приложений.

В ВКР делается уклон на выполнение следующих задач по разработке ВКР:

- разработка архитектурно-конструктивных и объемно-планировочных решений по проектированию здания «Ремонтно-восстановительное депо» с «характеристикой территории застройки с разработкой схемы планировочной организации земельного участка и объекта с разработкой планов, разрезов, фасадов и указанием наиболее характерных узлов» [33];

- рассчитать и сконструировать металлическую стропильную ферму;

- рассмотреть организационно-технологические процессы в соответствии с конструктивным решением объекта и обеспечить повышение производительности труда, улучшение качества выполняемых работ;

- используя укрупненные сметные нормативы цены строительства, разработать сметную документацию;

- рассмотреть вопросы по безопасности и экологичности проектируемого здания с указанием необходимых мероприятий.

Содержание

Введение.....	6
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	7
1.1 Исходные данные	7
1.2 Планировочная организация земельного участка.....	8
1.3 Объемно - планировочное решение здания.....	9
1.4 Конструктивная схема здания и основные конструктивные элементы	11
1.5 Архитектурно-художественное решение здания	15
1.6 Теплотехнический расчет	15
1.7 Инженерное оборудование.....	19
2 Расчетно-конструктивный раздел.....	21
2.1 Общая часть	21
2.2 Сбор нагрузок на ферму	22
2.3 Описание расчетной схемы	24
2.4 Определение усилий в расчетных сечениях	27
2.5 Результаты расчета.....	28
3 Технология строительства.....	30
3.1 Область применения	30
3.2 Общие положения техкарты.....	31
3.3 Организация и технология выполнения работ	31
3.4 Требования к качеству работ	38
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах	39
3.6 Техника безопасности и охрана труда	43
3.7 Техничко-экономические показатели	46
4 Организация строительства.....	48
4.1 Краткая характеристика объекта	48
4.2 Определение объемов работ и потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах.....	49
4.3 Подбор строительных машин и механизмов для производства работ .	50
4.4 Определение трудоёмкости и машиноёмкости работ	52

4.5	Разработка календарного плана производства работ	52
4.6	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях.....	55
4.7	Проектирование строительного генерального плана	61
4.8	Мероприятия по охране труда, технике безопасности на строительной площадке	63
4.9	Технико-экономические показатели ППР	64
5	Экономика строительства.....	66
5.1	Общие положения	66
5.2	Сметные расчеты.....	69
5.3.	Технико-экономические показатели	72
6	Безопасность и экологичность объекта.....	74
6.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	74
6.2	Идентификация профессиональных рисков	74
6.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	75
6.4	Пожарная безопасность технического объекта.....	75
6.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта	78
	Заключение	80
	Список используемых источников.....	81
	Приложение А	85
	Спецификация и экспликация.....	85
	Приложение Б.....	87
	Связи.....	87
	Приложение В.....	89
	Подбор сечений элементов фермы. Их проверки.....	89
	Приложение Г	90
	Расчет и конструирование узлов фермы.....	90
	Приложение Д.....	92
	Таблицы ведомости объемов СМР и расхода материалов	92

Приложение Е.....	104
Ведомость трудоемкости и машиноемкости СМР	104
Приложение Ж.....	112
Подбор машин и механизмовпрекрасныхдля производствастроительныхработ, не определенных в техкарте	112
Приложение И	118
Ведомости электропотребления	118
Приложение К.....	119
Таблица расчета временных зданий и складов	119
Приложение Л.....	122
Таблицы к разделу БиЭТО	122

Введение

Данная выпускная квалификационная работа разрабатывается с целью проектирования здания ремонтно-восстановительного депо железной дороги дивизиона «Север».

Тосно – железнодорожная станция Октябрьской железной дороги в Ленинградской области, расположенная на ветке пути Санкт-Петербург – Москва.

Согласно статистики, железнодорожные перевозки являются основным видом сообщений для перемещения по разным направлениям разнообразных товарно-материальных ценностей, соединяя все ключевые производственно-потребительские точки внутри страны, а также за ее пределами.

В связи с износом подвижного состава, самый эффективный, быстрый, удобный и доступный способ транспортировки товаров требует модернизации отрасли, своевременного регулярного обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации.

Главная задача ремонтной организации между крупными железнодорожными узлами – решать производственные вопросы, связанные с обслуживанием, ремонтом оборудования, его частичной модернизацией и другими видами ремонтных работ, способствуя слаженной непрерывной эксплуатации подвижного состава при совершении грузоперевозок.

Наиболее экономически выгодным с точки зрения возведения и эксплуатации промышленных зданий, является использование металлического несущего каркаса здания с ограждающими конструкциями из заводских сэндвич-панелей.

Исходя из вышеизложенного в данной выпускной бакалаврской работе предлагается выполнить проектирование ремонтно-восстановительного депо в соответствии с действующими строительными нормами проектирования.

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

Площадка строительства под размещение ремонтно-восстановительного депо расположена на территории железно-дорожной станции в г. Тосно Ленинградской области.

Здание планируется строить во Пв климатическом районе.

Климатические характеристики для г. Санкт-Петербург:

- «расчетная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 – минус 24⁰С;
- расчетная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.98 – минус 28⁰С;
- расчетная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92 – минус 27⁰С;
- расчетная зимняя температура наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.98 – минус 32⁰С.

Климат - атлантико-континентальный с умеренно холодной зимой и нежарким влажным летом» [31].

«Тип местности – В.

- Ветровой район - II. Нормативное значение ветрового давления составляет 0,30 кПа.
- Снеговой район - III. Расчетное значение веса снегового покрова составляет 1,5 кН/м²» [24].

Геоморфологической особенностью, определяющей гидрогеологические условия района, является его приуроченность к долине реки Тосна. При инженерно-геологической разведке грунтовые воды отсутствуют. «В геологическом строении участка до глубины 15 м выделяются следующие стратиграфо-генетические комплексы» [1]: техногенный грунт с примесями песка и щебня со слабым водонасыщением мощностью 20 см;

суглинок аллювиальный мощностью слоя $2,2 \div 4,2$ м – основной несущий слой;
супесь мощностью слоя $3,8 \div 5,1$ м.

Основные характеристики проектируемого здания:

- «уровень ответственности – 2, нормальный;
- степень огнестойкости – II;
- класс конструктивной пожарной опасности – С0;
- категория по пожарной опасности – В;
- класс функциональной пожарной опасности – Ф 5.1» [8].

1.2 Планировочная организация земельного участка

Строительство ведется в пределах железнодорожного узла города Тосно. Уровень чистого пола $37,5$ м по абсолютной высоте и принят за отметку 0.000 . Уровень земли минус $0,150$ м, что соответствует абсолютной отметке $37,35$ м. Участок свободен для строительства, с юго-запада примыкает к железнодорожным путям; с северо-востока располагается автомобильная дорога; с северо-запада примыкает к существующему зданию.

Рельеф участка ровный, со слабым понижением с северо-запада на юго-восток.

Предусматривается асфальтное покрытие территории, примыкающей к объекту строительства.

С юго-востока на северо-запад проходят три железнодорожные ветки нормальной ширины колеи, две из которых проходит внутри здания в рядах В–Г, третья – снаружи здания под навесом в рядах А–Б. «Для обеспечения технического обслуживания и противопожарных требований здания предусматривается проезд по периметру здания шириной не менее 6 м.

Отвод ливневых вод с поверхности участка предусмотрен открытым способом по покрытию и далее через дождеприемные колодцы, в проектируемую сеть ливневой канализации с последующим сбросом на грунт через дренажные колодцы.

На территории свободной от застройки, запроектировано благоустройство путем высаживания деревьев, кустарников, устройство многолетних газонных трав и цветников. Вокруг здания выполнена отмостка шириной 1 м с асфальтобетонным покрытием» [18].

1.3 Объемно - планировочное решение здания

Здание ремонтно-восстановительного депо в плане имеет размеры 30×84 м при шаге колонн и ферм 12 м. Высшая точка здания 13,850 м. Трехэтажное здание одноэтажное имеет пролеты 15 м, 9 м и 6 м. За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола цеха. Привязка несущих конструкций к координационным осям здания принята следующая:

- торцевые колонны смещены с поперечных осей на 0,25 м;
- фахверковые колонны совпадают с поперечными разбивочными осями (нулевая привязка);
- по продольным осям колонны имеют нулевую привязку от наружной грани до оси.

В здании два мостовых крана грузоподъемностью по 3,2 тонн каждый.

В осях 1-3 предусмотрены мойка подвижного ж/д состава и «двухэтажные встроенные административно-бытовые помещения с металлическим каркасом из стоек и ригелей, обшитые гипсокартонными листами с заполнением из минеральной ваты» [18]. Производственные участки разделены ограждением из профилированного листа без покрытия для обеспечения работы мостовых кранов.

«В здании произведено зонирование со следующими участками и помещениями:

- бытовые помещения: раздевалки (домашней одежды и спецодежды), душевые и санузлы, комната отдыха,
- административные помещения: раскомандировочная, кабинет начальника» [1] депо, конструкторская,

- технические, производственные помещения, электрощитовая, склад материалов, зарядная, электролитная, агрегатная, водоподготовительное отделение, мойка и ремзона.

Объемно-планировочные решения здания ремонтно-восстановительного депо «приняты с учетом проводимых технологических операций, необходимого оборудования, материалов и изделий» [1], учетом потребностей в штатном составе рабочих.

Основными производственными участками депо проектируются:

- вагоносборочный с тележечным отделением;
- автоконтрольный пункт;
- ремонтно-заготовительный;
- ремонтно-механический;
- участок неразрушающего контроля;
- сортировки;
- перегрузки.

Вагоносборочный (тележечный) представляет собой укомплектованный участок для сборки (разборки) вагонов (тележек) с производством ремонтных работ на кузове и раме вагона.

Автоконтрольный пункт (АКП) предназначен для осмотра и ремонта тормозного оборудования вагонов.

Производство мелких деталей и узлов ударно-тягового оборудования, их ремонт, заготовка и сборка производятся в ремонтно-заготовительном и ремонтно-механическом участках.

«Общая площадь здания определяется как сумма площадей всех помещений, внутренних площадок, внутренних этажерок, рампы и переходов кроме технического подполья высотой менее 1,8 м до низа выступающих конструкций и площадок для обслуживания подкрановых путей, кранов, конвейеров, монорельсов и светильников.

Площадь застройки определяется по внешнему периметру здания на уровне цоколя, включая выступающие части, проезды под зданием» [29].

«Строительный объем здания определяется в пределах наружных поверхностей ограждающих конструкций как сумма строительного объема относительно уровня чистого пола, включая световые и аэрационные фонари» [29, п. 4.12] и подвалы.

Административные и бытовые здания для работающих в производственных зданиях, размещаемые во встроенных помещениях, проектируем в соответствии с требованиями СП 44.13330 и нормативными документами по пожарной безопасности.

Экспликация помещений и основные технико-экономические показатели объемно-планировочного решения представлены в графической части.

1.4 Конструктивная схема здания и основные конструктивные элементы

«Конструктивная система здания каркасная. Конструктивная схема здания рамно-связевая. Продольная устойчивость каркаса обеспечивается подкрановыми балками, прогонами и вертикальными связями по колоннам.

Жесткий диск шатра покрытия сформирован фермами, распорками, прогонами, системой горизонтальных и вертикальных связей из труб» [1] по ГОСТ 30245–2003 стали марки С255.

1.4.1 Фундамент

«Фундаменты под несущие колонны каркаса здания столбчатый железобетонный монолитные индивидуального изготовления (Ф1÷Ф3) из бетона класса В20. Глубина заложения фундаментов составляет минус 1,75 м. Под фундаментами выполнена подготовка из бетона класса В7,5 толщиной 100 мм. Несущий слой грунта – суглинок полутвердый песчанистый. Под металлические стойки балочной клетки встроенных помещений выполняются столбчатые монолитные фундаменты Ф4 индивидуального изготовления размерами 1200×1200 мм с глубиной заложения минус 1,200. Под стойки

ограждения производственных участков приняты фундаменты 0,4×0,4 м, глубиной заложения 0,6 м» [1].

«Фундаментные балки приняты монолитные железобетонные по серии 1.015.1–1.95 прямоугольного сечения 0,3×0,3 м. Опираение балок выполнено на подколоники фундаментов с наружной стороны колонн с подливкой цементно-песчаного раствора марки М50. Для исключения возможности выпирания фундаментных балок вследствие пучения грунта, предусматривается подсыпка под балки из песчаного грунта» [1].

Спецификация элементов фундаментов и фундаментных балок приведена в Приложении А.

1.4.2 Колонны

«Колонны каркаса по серии 1.424.3-7.3 металлические двутавровые по ГОСТ Р57837–2017» [1] из стали марки С255 по ГОСТ 27772-2015 «сплошностенчатые с жестким соединением с фундаментами на анкерных болтах.

Стойка навеса и фахверковые колонны по серия 1.427.3-9.1 из профильных труб по ГОСТ 30245–2003» [1] стали марки С255.

Высота колонн здания:

- по ряду Б – 9,6 м (марка К1);
- по ряду В – 11,0 м (марка К2);
- по ряду Г – 9,6 м (марка К3);
- высота стоек навеса – 9,0 м (марка К4);
- высота стоек фахверка – 9,6 м (марка К5).

Для крепления стеновых панелей торцевой стены к колоннам, расположенным на крайних осях устанавливаются металлические прокатные уголки. Спецификация колонн приведена в таблице А.2 Приложения А.

1.4.3 Подкрановые балки

Металлические подкрановые балки сплошностенчатого сечения выполнены по серии 1.426.2–7 из прокатных двутавров (см. лист 3 графической части).

1.4.4 Покрытие и кровля выполнена в виде сэндвич-панелей, уложенных по прогонам (шаг $a=3$ м), которые прикреплены в узлах односкатной металлической фермы ($L=15$ м и $H=2$ м) с параллельными поясами и решеткой из ГСП по ГОСТ 30245–2003 (в пролете В–Г) и по стропильным металлическим балкам (пролет А–В) из прокатного двутавра по ГОСТ Р57837–2017. Крепление стропильных ферм и балок – шарнирное сверху колонны при помощи болтового соединения

Информация о составе кровли описана в теплотехническом расчете.

В продольном направлении устойчивость элементов покрытия обеспечивается постановкой вертикальных связей.

Ведомость ферм приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Ведомость ферм

Наименование	Форма
Ферма ФС1	

Спецификация ферм приведена на листе 3 графической части.

«Прогоны приняты решетчатого типа с шагом 3 м из профилированных труб по ГОСТ 30245–2003» [1].

1.4.5 Наружные стены выполнены из сэндвич-панелей фирмы «Профмодуль» полной заводской готовности с утеплителем из пенополиизоцианурата (см. п. 1.6.1).

«Проектом предусмотрено использование сэндвич-панелей номинальной высотой 1,2 м» [1] и толщиной 80 мм, согласно теплотехнического расчета. «Парапет и места стыков панелей и окон закрываются металлическими нащельниками» [1].

1.4.6 Ворота, окна и двери

«Ворота для пропуска железнодорожного транспорта приняты подъемно-поворотные по серии 1.435.9–25 с автоматическим открыванием электроприводом» [1] размерами 4,8×5,4 м. Для приема материалов и изделий с автотранспорта приняты двустворчатые распашные ворота по серии 1.435.2–28 размерами 3,2×3,6 м. «Для перемещения между ремонтными участками приняты ворота из гнутосварных профилей по ГОСТ 31174–2017 размерами 3,0×3,0 м» [1].

Окна металлопластиковые трех типоразмеров с двойным стеклопакетом и термовкладышами.

«Наружные двери приняты металлические, одностворчатые, глухие утепленные. Двери в здании приняты деревянные глухие, устанавливаемые в деревянную коробку» [1].

Спецификация заполнения проемов предоставлена на листе 2 графической части.

1.4.7 Лестницы

«Для подъема на второй этаж встроенных административно-бытовых помещений приняты металлические лестницы по стальным косоурам» [1]. Доступ на крышу по стальным пожарным лестницам типа П–1.1 шириной 1 м.

1.4.8 Полы первого этажа организованы по грунту.

«Покрытие полов производственных помещений предусматривается бетоном В25, толщиной 40 мм с проникающей добавкой «Penetron» с последующим шлифованием поверхности» [1].

Покрытие пола вагоносборочного участка принято из асфальтобетона толщиной 40 мм.

«Покрытие полов санузлов и административно-бытовых помещений – керамическая плитка» [1].

Экспликация полов указана в таблице А.3 приложения А.

1.5 Архитектурно-художественное решение здания

«Наружные стены производственного здания выполнены из сэндвич-панелей заводского изготовления с противокоррозионным и огнестойким покрытием всех металлических конструкций» [1].

«Архитектурные решения принимаем с учетом градостроительных, природно-климатических условий района строительства и характера окружающей застройки. Цветовую отделку интерьеров предусматриваем с учетом требований ГОСТ 14202 и ГОСТ Р 12.4.026» [29, п. 4.9]. Цветовое решение фасадов разнообразное:

- цоколь RAL 8014 «сепия-коричневый»,
- стены RAL 1020 «оливково желтый»,
- стойки навеса RAL 8014 «сепия-коричневый»,
- окна ПВХ RAL 9003 (цвет белый),
- ворота и наружные двери RAL 8014 «сепия-коричневый»,
- покрытие кровли RAL 8014 «сепия-коричневый»,

«Проектом предусмотрено устройство и отделка стен и перегородок административно-бытовых помещений, выполненных по системе КНАУФ с применением простой окраски водоэмульсионными составами по подготовленной поверхности» [1]. Цвет окраски – белый (кремево-белый). «Отделка перегородок санузлов предусматривается до высоты 2,1 м керамической плиткой, выше 2,1 м окраской водоэмульсионными составами белого цвета» [1].

1.6 Теплотехнический расчет

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций определяем в соответствии с [31]. «Влажностный режим – нормальный, зона влажности здания – нормальная, здание производственное, расчетная температура

внутреннего воздуха здания 18°C , относительная влажность $60\dots40\%$ » [18], район строительства – г. Тосно Ленинградской области.

«Градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле» [31]

$$\text{ГСОП} = (t_g - t_{от})z_{от}, \quad (1.1)$$

где $t_{от} = -1,3^{\circ}\text{C}$, $z_{от}=213$ сут/год - «средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$, и продолжительность, сут/год, отопительного периода;

t_g - расчетная температура внутреннего воздуха здания, $t_g=18^{\circ}\text{C}$, принимаемая при расчете ограждающих конструкций групп зданий указанных в таблице 3» [31].

ГСОП – градусо-сутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}/\text{год}$

$$\text{ГСОП} = (18 - (-1,3)) \cdot 213 = 4111^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}/\text{год}.$$

1.6.1 Теплотехнический расчет стенового ограждения

На рисунке 1.1 приведен эскиз стенового ограждения.

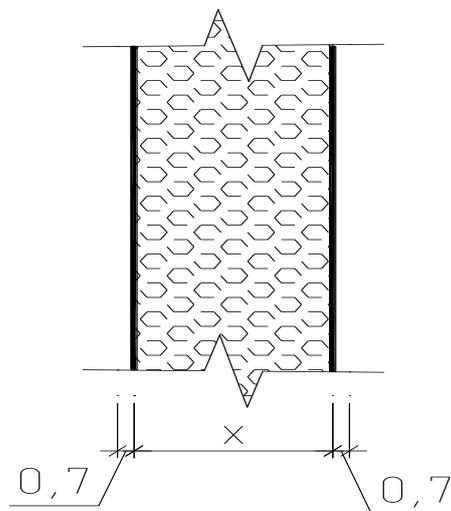


Рисунок 1.1 – Эскиз стенового ограждения

Состав стенового ограждения приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Состав стенового ограждения

«Наименование материалов	Толщина слоя δ , м	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot ^\circ\text{C}}$	$S, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ » [28]
Стальной лист	0,0007	7850	58	126,5
Утеплитель – пенополиизоцианурат	?	43	0,041	0,79
Стальной лист	0,0007	7850	58	126,5

«Требуемое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b, \quad [1.2]$$

где a и b – коэффициенты для соответствующих групп зданий и ограждающих конструкций, $a = 0,0002$; $b = 1,0$ » [31].

$$R_0^{TP} = 0,0002 \cdot 4111 + 1,0 = 1,82 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

«Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H}, \quad [1.3]$$

где α_B – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

α_H – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, $\alpha_H = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$;

δ_i – толщина i -го слоя ограждающей конструкции, м;

λ_i – теплопроводность материала i -го слоя ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ » [31].

Расчетная толщина утеплителя определяется из условия: $R_0 = R_0^{TP}$.

$$\delta_2 = \left(1,82 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0007}{58} - \frac{0,0007}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,041 = 0,068 \text{ м}.$$

«Принимаем толщину слоя утеплителя в соответствии с шагом предусмотренным производителем» [1] – 80 см.

Фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,08}{0,041} + \frac{0,0007}{58} + \frac{1}{23} = 2,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

$$R_0 = 2,11 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 1,82 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} = R_0^{\text{ТР}}.$$

Условие выполняется.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

На рисунке 1.2 приведен эскиз покрытия.

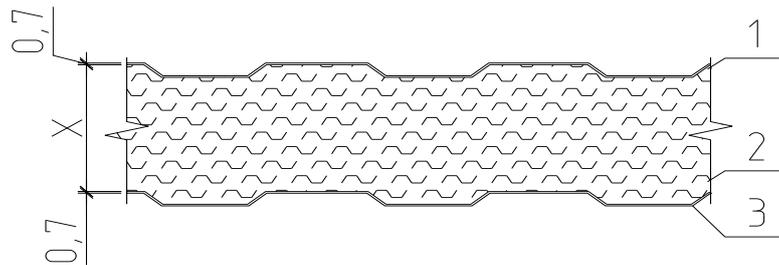


Рисунок 1.2 – Эскиз покрытия

Требуемое сопротивление теплопередаче при $a = 0,00025$ и $b = 1,5$:

$$R_0^{\text{ТР}} = 0,00025 \cdot 4111 + 1,5 = 2,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

Состав покрытия приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Состав покрытия

«Наименование материалов	Толщина слоя δ , м	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\lambda, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$	$S, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$ » [28]
Стальной лист	0,0007	7850	58	126,5
Утеплитель – пенополистирол	?	43	0,045	0,81
Стальной лист	0,0007	7850	58	126,5

Расчетная толщина утеплителя определяется из условия: $R_0 = R_0^{\text{ТР}}$.

$$\delta_2 = \left(2,53 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0007}{58} - \frac{0,0007}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,043 = 0,107 \text{ м.}$$

«Принимаем толщину слоя утеплителя в соответствии с шагом предусмотренным производителем» [1] – 120 см.

Фактическое сопротивление теплопередаче стенового ограждения:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0007}{58} + \frac{0,12}{0,043} + \frac{0,0007}{58} + \frac{1}{23} = 2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт.}$$

$$R_0 = 2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} > 2,53 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт} = R_0^{\text{тp}}.$$

Условие выполняется.

1.7 Инженерное оборудование

Теплоснабжение и водоснабжение здания осуществляется от существующих сетей железнодорожной станции г. Тосно. Система отопления двухтрубная с нижней разводкой из стальных труб по ГОСТ 3262–75.

Отвод стоков намечен во внутриплощадочную сеть бытовой канализации.

Энергоснабжение выполняется от существующей подстанции.

В здании запроектирована приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением и естественная из санузлов. Очистка наружного воздуха осуществляется фильтрами. Воздуховоды запроектированы из оцинкованной стали.

«Для исключения отрицательного влияния производственных объектов на окружающую среду выполнять мероприятия по очистке и обезвреживанию промышленных стоков, улавливанию и очистке технологических и вентиляционных выбросов, внедрению безотходной и малоотходной технологий» [29, п. 4.8]. Более подробно об этом сказано в разделе 6.

Депо оборудована автоматической системой пожарной сигнализации и пожаротушения «Автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации предусмотрены в соответствии с требованиями нормативных документов по пожарной безопасности и подключаются к центральному пункту управления» [29].

Выводы по архитектурно-планировочному разделу

Объемно-планировочное решение содержит описание планировочной структуры здания с указанием на взаимную увязку рабочих, вспомогательных и бытовых помещений, лестниц и помещений санитарно-технического назначения.

В соответствии с местом размещения проектируемого здания была разработана планировочная организация земельного участка с привязкой на местности относительно существующих построек и автомобильных дорог и определены исходные данные применения строительных материалов.

Архитектурно-художественное решение архитектурно-планировочного раздела наполняется информацией о цветовом решении фасадов здания с кратким обоснованием материалов.

При обосновании архитектурно-художественного решения здания учитывались функциональное назначение здания, сложившаяся застройка и климатические особенности территории.

При разработке архитектурно-художественных и объемно-планировочных решений здания были применены современные строительные материалы.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Общая часть

В разделе приводится расчет и конструирование стропильной фермы в осях В–Г/4 (Вагоносборочный участок, мойка) двухпролётного здания ремонтно-восстановительного депо пролётом 15 м с параллельными поясами из гнутосварных профилей прямоугольного сечения по ГОСТ 30245–2003.

«Стропильные конструкции покрытия разрабатываются при использовании в здания со следующими параметрами:

- здание утепленное, отапливаемое;
- среда неагрессивная, нормальный влажностной режим.
- пролет 15 м, шаг ферм покрытия 12 м;
- здание с мостовыми кранами грузоподъемностью до 10т;
- ограждающие конструкции здания из сэндвич–панелей;
- водосток с покрытием внутренний организованный;
- кровля прогонная с шагом прогонов 3м» [14].

«Конструкции покрытия имеют в своем составе стропильные фермы, связевые конструкция, включающие в себя горизонтальные и вертикальные связи, распорки по нижним поясам, прогоны по верхним поясам ферм» [14]. Сопряжение узлов фермы с колоннами принято шарнирное.

«Ферма односкатная с уклоном 10%, с параллельными поясами. Полная высота фермы составляет 2,0м» [1] с числом панелей верхнего и нижнего пояса фермы равным пяти. «Опорные узлы ферм – фланцевые. Элементы решетки соединяются с поясами ферм на сварке без использования фасонки.

Геометрическая неизменяемость несущих конструкций покрытия в горизонтальной плоскости обеспечивается горизонтальными связями. В восприятии и передаче нагрузки задействованы прогоны и стропильные фермы» [14]. Прогоны приняты решетчатые из гнутосварного профиля

прямоугольного сечения по ГОСТ 30245–2003. «Нижние пояса стропильных ферм из плоскости раскреплены вертикальными связями и растяжками» [14].

На рисунке 2.1 приведена геометрическая схема фермы.

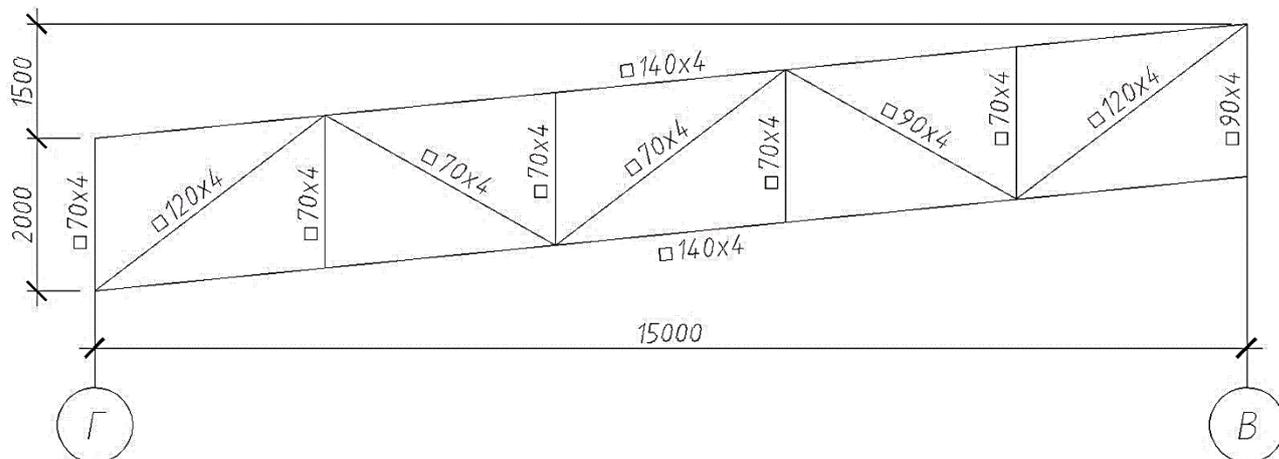


Рисунок 2.1 – Геометрическая схема фермы

2.2 Сбор нагрузок на ферму

«Распределенную нагрузку от покрытия принимаем с грузовой площади, равной шагу ферм» [14] – 12 м.

2.2.1 Постоянная нагрузка

Выполняем сбор нагрузки на 1 м^2 покрытия. Расчет выполняем в виде таблицы. Результаты заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Сбор постоянной нагрузки на 1 м^2 покрытия

«Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м^2	Коэф. надёжности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м^2 [25]
«Панели типа сэндвич с заполнением пенополистиролом (согласно данных производителя)	0,247	1,2	0,296
Собственная масса метал. конструкций покрытия:			
– связи	0,03	1,05	0,032
– прогоны $\square 200 \times 6$	0,03	1,05	0,032
Итого (q)» [25]	0,307		0,36

«Учет собственного веса фермы задан в расчетно-программном комплексе SCAD Office 21.1» [14].

Определяем постоянную расчетную нагрузку при шаге ферм $B=12$ м:

$$q_g^p = q_0 \cdot B = 0,36 \cdot 12 = 4,32 \frac{\text{кН}}{\text{м}}, \quad (2.1)$$

2.2.2 Снеговая нагрузка

Для расчета снеговой нагрузки принимаем следующие исходные данные:

- «район строительства – III. $S_g = 1,5 \text{ кПа}$ [31]
- покрытие утепленное
- коэффициент надежности $\gamma_f = 1,4$ » [25];
- угол наклона кровли $\alpha = 5,71^\circ$ ($i=10\%$);
- пролет $L = 15$ м.

«Расчет нормативной снеговой нагрузки выполняем в соответствии с разделом 10 при $\mu=1$ (приложение Б схема 1б), $c_t = 1,0$ для утепленных покрытий, $S_g = 2,0 \text{ кН/м}^2$ и $c_e = 0,915$ по формулам пункта 10.7» [25]:

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

$$S_0 = 0,915 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,373 \text{ кН/м}^2$$

Находим расчётное значение снеговой нагрузки:

$$S = S_0 \cdot \gamma_f = 1,373 \cdot 1,4 = 1,922 \text{ кН/м}^2$$

Определяем снеговую линейную нагрузку на ригель:

$$q_s^p = S \cdot B = 1,922 \cdot 12 = 23,064 \text{ кН/м}$$

2.2.3 Сбор сосредоточенной нагрузки на ферму

Определение расчетной нагрузки, передающейся на узлы фермы при шаге прогонов $a=3,0$ м:

– постоянная сосредоточенная узловая нагрузка от крайних прогонов:

$$P_{кр} = q_g^p \cdot 0,5a = 4,32 \cdot 0,5 \cdot 3 = 6,48 \text{кН}$$

– постоянная сосредоточенная узловая нагрузка от средних прогонов:

$$P_{ср} = q_g^p \cdot a = 4,32 \cdot 3 = 12,96 \text{кН}$$

– снеговая сосредоточенная узловая нагрузка от крайних прогонов:

$$S_{кр} = q_s^p \cdot 0,5a = 23,064 \cdot 0,5 \cdot 3 = 34,596 \text{кН}$$

– постоянная сосредоточенная узловая нагрузка от средних прогонов:

$$S_{ср} = q_s^p \cdot a = 23,064 \cdot 3 = 69,192 \text{кН}$$

2.3 Описание расчетной схемы

«Расчет усилий в элементах стропильной фермы выполнялся с помощью расчетно-вычислительного комплекса» [19] SCAD Office 21.1.

«Расчетная схема стропильной фермы принята как разрезная свободно-опертая конструкция. Усилия в элементах ферм определены с учетом узловой нагрузки, приложенной в местах опирания прогонов к верхнему поясу.

Тип схемы принят 5 (система общего вида).

Стержневые элементы приняты как пространственные стержни» [19].

Расчетная схема представлена на рисунке 2.3.1.

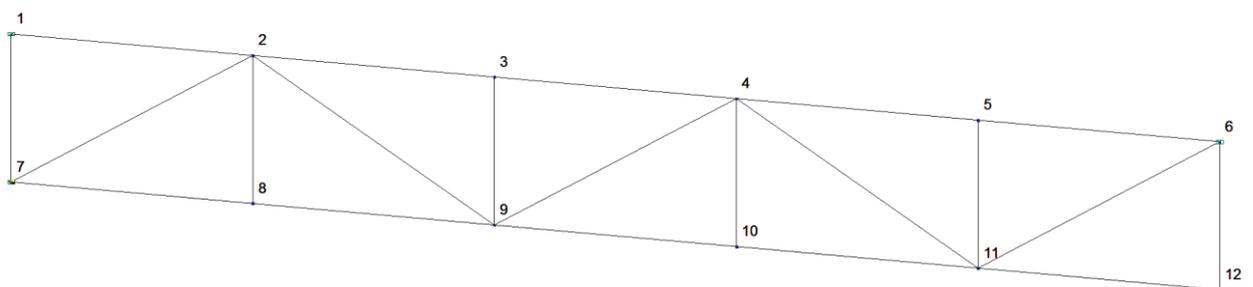


Рисунок 2.3.1 – Расчетная схема фермы

Типы жесткости элементов представлены на рисунке 2.3.2. Жесткостные характеристики представлены в таблице 2.3.2. «Количество типов жесткостей

принято из условия минимизации типоразмеров сечений и в зависимости от возникающих в элементах усилий при предварительном расчете» [19].

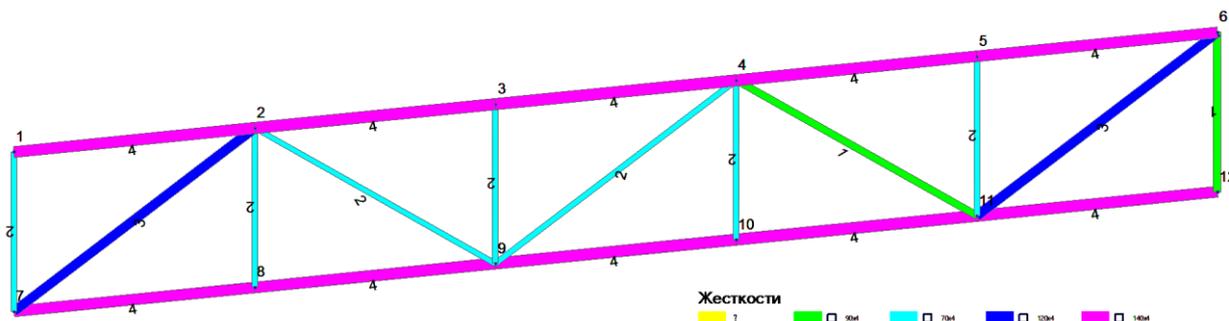


Рисунок 2.3.2 – Типы жесткости

Таблица 2.3.1 – Характеристики жесткости элементов фермы

Тип	Жесткость	Значение
1	Жесткость стержневых элементов $EF=275023.379$ Размеры ядра сечения: $y_1=.026933$ $y_2=.026933$ $z_1=.026933$ $z_2=.026933$ модуль упругости: $E=206010016$ «Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245–2003» [14] Профиль: 90×4	
2	Жесткость стержневых элементов $EF=209100.1515$ Размеры ядра сечения: $y_1=.020284$ $y_2=.020284$ $z_1=.020284$ $z_2=.020284$ модуль упругости: $E=206010016$ «Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245–2003» [14] Профиль: 70×4	
3	Жесткость стержневых элементов $EF=373908.1722$ Размеры ядра сечения: $y_1=.036932$ $y_2=.036932$ $z_1=.036932$ $z_2=.036932$ модуль упругости: $E=206010016$ «Стальные гнутые замкнутые сварные квадратные профили по ГОСТ 30245–2003» [14] Профиль: 120×4	

Таблица 2.3.2 – Имена загрузжений и комбинации загрузжений

«Имена загрузжений»	
Номер	Наименование
1	Собственный вес
2	Нагрузка постоянная
3	Нагрузка снеговая
Комбинации загрузжений	
Номер	Формула» [14]
1	$(L1)*1+(L2)*1$
2	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1$

Таблица 2.3.3 – Значения приложенных нагрузок

«Нагрузки»				
Номер загрузжения	Вид	Направление	Список	Значения» [14]
1	96	Z	Элементы: 1–21	1,05
2	0	Z	1 6	6,48
2	0	Z	2–5	12,96
3	0	Z	2–5	69,192
3	0	Z	1 6	34,596

2.4 Определение усилий в расчетных сечениях

«При подборе сечений учитываем комбинацию загрузжений № 2, так, как она приводит к возникновению наибольших усилий в элементах фермы.

Эпюра усилий в стержнях стропильной фермы представлены на рисунке 2.4.1. Величины усилий приведены в таблице 2.4.1» [14].

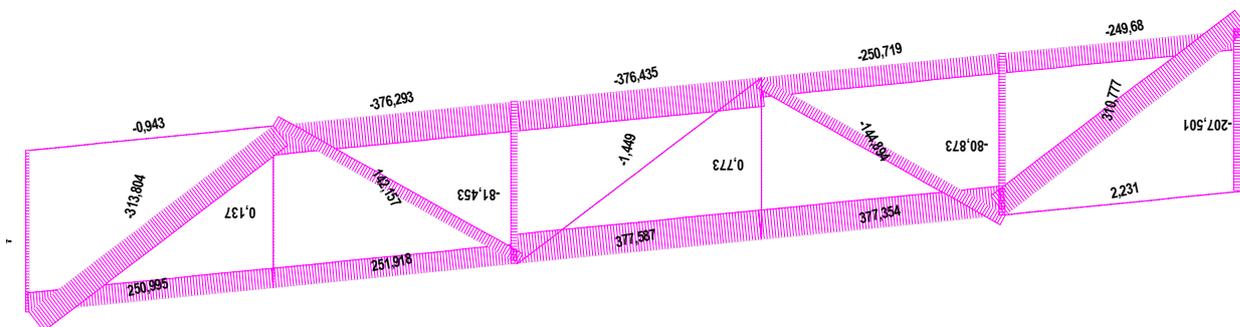


Рисунок 2.4.1 – Эпюры усилий в стержнях фермы

«При подборе сечений учитываем комбинацию загрузжений № 2 ввиду возникновения наибольших усилий в элементах фермы» [14].

Таблица 2.4.1 – Значения приложенных нагрузок

Элемент	Комбинация	Значение	Элемент	Комбинация	Значение
		N			
1	2	-0,943	12	2	0,137
2	2	-376,293	13	2	-81,453
3	2	-376,435	14	2	0,773
4	2	-250,719	15	2	-80,873
5	2	-249,68	16	2	-207,501
6	2	250,995	17	2	-313,804
7	2	251,918	18	2	142,157
8	2	377,587	19	2	-1,449
9	2	377,354	20	2	-144,894
10	2	2,231	21	2	310,777
11	2	-42,294			

2.5 Результаты расчета

«Используя функцию встроенного постпроцессора программного комплекса SCAD Office 21.1, проверяем принятые сечения по критическим факторам» [14] (Приложение В). Схема с указанием максимального критического фактора (коэффициента использования) приведена на рисунке 2.5.1.

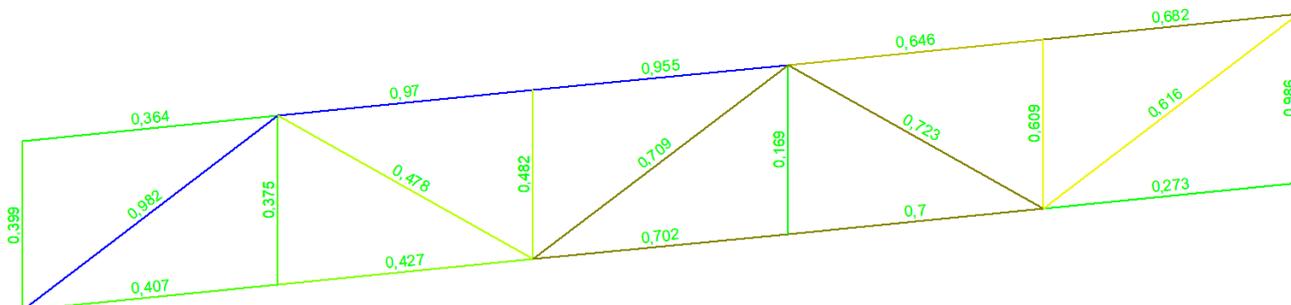


Рисунок 2.5.1 – Схема фермы с указанием коэффициентов использования

«Несмотря на коэффициент использования сечения 0,7, нижний пояс стропильной фермы принят из гнутого замкнутого сварного профили по ГОСТ

30245–2003» [14] 140×4 из условия обеспечения качественного сварного шва при соединении нижнего пояса и опорного раскоса сечением 120×4.

Таблица подбора и проверок сечений приведена в приложении В.

«В разделе произведен расчет и конструирование несущей горизонтальной конструкции» [14] – металлической стропильной фермы пролётом 15 м с параллельными поясами для ремонтно-восстановительного депо и можно по итогу сделать определенные выводы:

- согласно действующих нормативных документов, технической и методической литературы были рассмотрены средства и методика расчета металлической фермы;

- после сбора нагрузок в узлах стропильной фермы было проанализировано воздействие внешних факторов, создана расчетная модель в программном комплексе (конечно-элементная модель) с приложением всех узловых нагрузок и наложением соответствующих связей;

- в основных расчетных сечениях элементов фермы в программном комплексе были определены усилия, подбор и проверки;

- при конструировании фермы с вычерчиванием в графической части, некоторые критические факторы, возникающие вследствие расцентровки осей раскосов в узлах, превысили допустимые значения, и, в целях облегчения конструкции в целом, было принято решение добавить металлическую пластину между поясом и тремя сходящимися раскосами решетки.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

«Технологическая карта разрабатывается с целью обеспечения наиболее рациональных технологий и организации строительных процессов, способствующих повышению производительности труда, улучшению качества и снижению стоимости выполняемых работ» [33].

Технологическая карта разрабатывается на монтаж покрытия ремонтно-восстановительного депо железнодорожной станции Тосно.

«Монтируемое здание – это одноэтажное двухпролетное здание с металлическим каркасом» [1] и размерами в плане 84×30м. Шаг ферм 12м. Имеет металлический каркас.

Работы по монтажу элементов покрытия проводятся в теплое время года. Температура проведения работ не менее $t=15^{\circ}\text{C}$. Скорость ветра при не должна превышать 10м/с. Работы выполняются в две смены.

Последовательность выполнения работ:

- доставка и приемка конструкций;
- обустройство фермы такелажными приспособлениями и ее монтаж;
- обустройство балок такелажными приспособлениями и их монтаж;
- обустройство связей такелажными приспособлениями и их монтаж;
- строповка прогонов такелажными приспособлениями и их монтаж;
- монтаж кровельных сэндвич-панелей.

Спецификация монтажных элементов приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Спецификация монтажных элементов

Отправочная марки	Наименование отправочной марки	Количество, шт.	Масса, т	
			ед.	всего
ФС1	Ферма стропильная (15м)	8	0,712	$8 \times 0,712 = 5,7$
БС1	Балка покрытия (9м)	8	0,845	$8 \times 0,845 = 6,8$
П1	Прогон сквозной (12м)	80	0,37	$80 \times 0,37 = 29,3$
С	Связи-распорки	22	0,3	$22 \times 0,3 = 6,6$
СПП	Сэндвич-панель покрытия	2435м ²	15кг/м ²	$2435 \times 0,015 = 36,5\text{т}$
	Итого			84,9

3.2 Общие положения техкарты

«Технологическая карта составляется для использования в составе проекта производства работ — на монтаж элементов покрытия с применением госстандартов, строительных норм и правил, а также прогрессивных технологий в сфере монтажных работ» [34]. «В технологической карте установлены требования к качеству работ и способы проверки предшествующих работ, материалов и изделий, поступающих в производство» [34], а также выполнения технологических операций и процесса в целом.

«Для расчета потребности в ресурсах используются производственные, ведомственные и местные нормы» [16].

При оформлении карты учтены требования [9, 10, 27].

3.3 Организация и технология выполнения работ

3.3.1 Подготовительные работы

«До начала монтажа элементов покрытия необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- обустроить стройплощадку индивидуальными и коллективными средствами защиты работающих» [30] согласно Приказа Минтруда России от 11.12.2020 N 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте»;
- выполнить ограждение с указателями и знаками;
- проложить постоянную железнодорожную ветвь согласно проекта, соединяющую проектируемое здание вагоноремонтного депо с существующим железнодорожным сообщением станции г. Тосно;
- «обустроить площадки под складирование конструкций и материалов, подготовить площадки для работ машин, установить бытовые и подсобные помещения, выполнить подвод и устройство

- внутриплощадочных инженерных сетей, внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей» [4];
- выполнить «детальную геодезическую разбивку с выносом главных осей и осей устанавливаемых элементов на обноску и закрепление вертикальных отметок на временных реперах» [27];
 - «доставить в зону монтажа необходимые монтажные приспособления, оснастку, инструменты, конструкции и провести их входного контроль» [27];
 - «произвести укрупнительную сборку» [27];
 - «нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей» [27].

3.3.1.1 Выбор технологического нормокомплекта инвентаря, приспособлений и инструментов

Выбор «грузозахватных устройств, технических средств для предварительного закрепления и выверки конструкций, монтажных приспособлений» [27] приведены в таблице Д.1 приложения Д.

Ведомость монтажных блоков приведена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Ведомость монтажных блоков

«Наименование блоков	Масса МК, т	Масса оснастки	Масса такелажа	Общая масса» [30]
Ф-1	0,86	0,102	0,2	1,162
Ф-2	1,02	0,102	0,2	1,322
ГВ-1	0,08	0,01	0,06	0,15
П-1	0,13	0,01	0,06	0,2
ПФ-1	0,66	0,102	0,2	0,962
СВ1	0,162	0,01	0,06	0,232

3.3.2 Основные работы

В подраздел «Основные работы» при описании технологического процесса включаются:

- требования к качеству предшествующего технологического процесса с указанием допускаемых отклонений и замером фактических отклонений;

- технологические схемы процесса (операций);
- схемы механизации работ (расстановки на объекте машин, технологического оборудования и оснастки).

3.3.2.1 Требования к качеству предшествующего технологического процесса

«Геодезический контроль правильности установки колонн по вертикали осуществляют с помощью двух теодолитов, во взаимно-перпендикулярных плоскостях, с помощью которых проецируют верхнюю осевую риску на уровень низа колонны. Установку низа колонн в плане производят по рискам разбивочных осей, нанесенным на опорную плиту и на колонну» [32].

«После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют верхние плоскости их консолей и торцов, которые являются опорами для ригелей, балок и ферм» [32].

«По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки этих плоскостей. Выполняют это следующим образом. На земле перед монтажом колонны с помощью рулетки от верха колонны или от консоли отмеряют целое число метров так, чтобы до пяты колонны оставалось не более 1,5 м и на этом уровне краской проводят горизонтальную черту. После установки колонн нивелирование осуществляют по этому горизонту» [32].

3.3.2.2 Технологические схемы процесса (операций)

Описание технологического процесса должно содержать:

- указания по организации рабочих мест, включающие схемы размещения рабочих и средств механизации;
- мероприятия по обеспечению устойчивости конструкций;
- условия, обеспечивающие требуемую точность монтажных работ;
- перечень строительных (технологических) процессов, их последовательность и способы выполнения;
- схемы строповки, установки, выверки, временного и постоянного закрепления сборных конструкций;
- схемы выполнения строительных (технологических) процессов.

Технологический процесс приведен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Технологический процесс

Наименование и последовательность технологических операций	Объем работ, т	Наименование машин, оборудования, инструмента, затраты времени, маш-ч	Наименование строительных материалов и деталей	Наименование рабочих, затраты труда, чел -ч		
Монтаж стропильных ферм	5,7	4,82	Железнодорожный кран Первомаец КЖ-1572	ФС1 по серии ФС-12-2.2	23,0	М. 5р.-1
Монтаж стропильных балок	6,8	2,88		БС-9.05	15,6	М. 4р.-2
Монтаж связей	6,6	4,01		-	39,55	М. 2р.-1
«Монтаж прогонов	29,3	1,75		ПІ	14,1	1
Монтаж СПП	24,35м ²	10,76		PIR панели Профмодуль» [27]	45,2	Маш. 6р.-1
	36,5	-		-		
Всего	84,9т					

3.3.3 Организация и технология строительного производства

«Ведущим процессом при возведении надземной части здания является монтаж сборных стальных конструкций. При этом одним из основных условий эффективности монтажных работ является поточное осуществление их в увязке с другими строительными процессами» [27].

Монтаж металлоконструкций производится по рекомендациям [30]:

1) «подготовка конструкций к монтажу:

- конструкции, поставляемые на монтаж должны отвечать требованиям соответствующих стандартов и рабочих чертежей марок КМ и КМД;
- деформированные конструкции следует выправить;

2) установка, выверка и закрепление:

- проектное закрепление конструкций, установленных в проектное положение, с монтажными соединениями на болтах следует выполнять сразу после инструментальной проверки точности положения и выверки конструкций;

3) монтажные соединения на болтах без контролируемого натяжения:

- при сборке срезных соединений, а также соединений, в которых болты установлены конструктивно, отверстия в деталях

конструкций должны быть совмещены, а детали зафиксированы от смещения сборочными пробками и плотно стянуты болтами;

- запрещается применение болтов и гаек, не имеющих клейма предприятия-изготовителя и маркировки, обозначающей класс прочности;

4) монтажные соединения на болтах, в том числе высокопрочных, с контролируемым натяжением

- выполнение соединений на болтах с контролируемым натяжением должно проводиться рабочими, прошедшими специальное обучение, подтвержденное соответствующим удостоверением;
- соприкасающиеся поверхности деталей фрикционных (сдвигоустойчивых), фрикционно-срезных и фланцевых соединений должны быть обработаны способом, предусмотренным в чертежах марок КМ, КМД;
- отверстия в деталях при сборке должны быть совмещены и зафиксированы от смещения пробками. Число пробок определяют расчетом на действие монтажных нагрузок, но их должно быть не менее 10% при числе отверстий более 20 и не менее двух - при меньшем числе отверстий» [30].

«При возведении объекта могут выполняться несколько комплексных процессов, образующих в совокупности сложный процесс, результатом которого является возведение здания или сооружения» [4].

«При такелажных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, укладывая на деревянные подкладки. Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала» [30].

«Подъем фермы покрытия машинист крана начинает по команде звеньевоего. При подъеме фермы перекрытия ее положение в пространстве

регулируют, удерживая балку от раскачивания, с помощью канатов-оттяжек двое монтажников. После подъема в зону установки ферму разворачивают при помощи расчалок поперек пролета два монтажника. На высоте около 0,5 м над местом опирания ферму принимают двое других монтажников. Наводят ее, совмещая риски, фиксирующие геометрические оси ферм покрытия, с рисками осей колонн в верхнем сечении и устанавливают в проектное положение. В поперечном направлении ферму покрытия при необходимости смещают ломом без ее подъема, а для смещения в продольном направлении ее предварительно поднимают» [4].

Конструкции покрытия имеют длину более 15 метров, что ограничивает возможность транспортировки автотранспортом. Поэтому доставку конструкций предусматриваем на железнодорожных платформах модели 13–9004 длиной 18,4 м. Монтаж ведется «с колес» железнодорожным краном с выдвижной телескопической стрелой. Перед монтажом отправочные элементы принимаются и при надобности укрупняют на платформе.

«Сборка и монтаж ведется комплексной бригадой из двух сварщиков и трех монтажников с удостоверением стропальщика. Монтаж осуществляется с помощью траверсы. Схемы строповки конструкций и расположение механизмов приведены в графической части.

До монтажа к ферме крепят оттяжки и проводят строповку с последующим подъемом монтируемой конструкции на высоту 100 мм, убеждаясь в правильности строповки, и перемещают ферму в зону монтажа, превышая оголовки колонн на 0,3 м. При подъеме стропальщики находятся в безопасной зоне со стороны, противоположной от крана и оттяжками контролируют процесс подъема и наведения фермы на опоры. Далее монтажники с помощью приставных лестниц или подъемников поднимаются к месту монтажа.

После установки и временного раскрепления проводят их соединение с помощью болтов. Сперва совмещая отверстия, устанавливают болты с

затяжкой до половины требуемого усилия в шахматном порядке и последующей затяжкой до проектного усилия в шахматном порядке» [30].

«Работы следует выполнять в соответствии с проектом производства работ (ППР), в котором наряду с общими требованиями должны быть предусмотрены: последовательность установки конструкций; мероприятия, обеспечивающие требуемую точность установки; пространственную неизменяемость конструкций в процессе их укрупнительной сборки и установки в проектное положение; устойчивость конструкций и частей здания (сооружения) в процессе возведения; степень укрупнения конструкций и безопасные условия труда.

Перевозку и временное складирование конструкций (изделий) в зоне монтажа следует выполнять в соответствии с требованиями государственных стандартов на эти конструкции (изделия), а для нестандартизированных конструкций (изделий) соблюдать следующие требования:

Конструкции должны находиться, как правило, в положении, соответствующем проектному (балки, фермы, плиты, панели стен и т.п.), а при невозможности выполнения этого условия - в положении, удобном для транспортирования и передачи в монтаж (колонны, лестничные марши и т.п.) при условии обеспечения их прочности» [30].

«Строповку монтируемых элементов следует производить в местах, указанных в рабочих чертежах, и обеспечить их подъем и подачу к месту установки в положении, близком к проектному. При необходимости изменения мест строповки они должны быть согласованы с организацией - разработчиком рабочих чертежей.

Монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения, как правило, с применением оттяжек. При подъеме вертикально расположенных конструкций используют одну оттяжку, горизонтальных элементов и блоков - не менее двух. Поднимать конструкции следует в два приема: сначала на высоту 20-30 см, затем, после проверки надежности строповки, производить дальнейший подъем» [30].

«Проектное закрепление конструкций (отдельных элементов и блоков), установленных в проектное положение, с монтажными соединениями на болтах следует выполнять сразу после инструментальной проверки точности положения и выверки конструкций, кроме случаев, оговоренных в дополнительных правилах настоящего раздела или в ППР.

Число болтов и пробок для временного крепления конструкций надлежит определять расчетом; во всех случаях болтами должна быть заполнена $1/3$ и пробками $1/10$ всех отверстий, но не менее двух.

Конструкции с монтажными сварными соединениями надлежит закреплять в два этапа - сначала временно, затем по проекту. Способ временного закрепления должен быть указан в ППР в соответствии с чертежами марки КМ» [30].

«Соответствие каждого блока проекту и возможность выполнения на нем смежных работ надлежит оформлять актом с участием представителей монтажной организации, собравшей конструкции блока, и организации, принимающей блок для выполнения последующих работ.

Блоки покрытий из конструкций типа структур собираются по нормативной документации заводов-изготовителей» [30].

3.4 Требования к качеству работ

«Указания по обеспечению качества продукции регламентируются нормативами и различают несколько видов контроля при производстве монтажных работ: входной, операционный и приемочный.

При входном контроле производится: внешний осмотр (с выявлением дефектов) и отдельные замеры, определяется соответствие данным, приведенным в паспортах, рабочих чертежах, эскизах, проверяется наличие сертификатов, штампов ОТ1 завода-изготовителя и маркировки» [30].

«Операционный контроль — это контроль монтажного процесса. Он осуществляется по схемам операционного контроля качества, которые

разрабатываются для операции: сборки элементов конструкций под сварку, укрупнительной сборки и установки» [30].

«Схемы операционного контроля качества находятся у производителя работ, мастера и бригадира» [27].

«Приемочный контроль производят прорабы и мастера, принимая у бригадиров выполненные СМР с актом на скрытые работы» [4].

«Фермы выверяют на прямолинейность поясов натяжением проволоки между опорными узлами, на вертикальность плоскости фермы — с помощью отвеса. Отклонения от проектного положения ферм устраняются изменением длины профилей, распорок или связей. После выполнения всех операций выверки ферм они окончательно закрепляются на опорах и в узлах примыкания связей, распорок» [27].

«Состав контролируемых процессов контроля и полнота охвата их контролем, а также точность и стабильность параметров технологических режимов операций производства принимаются по технологической документации изготовителя, разработанной в соответствии со стандартами единой системы технологической подготовки производства» [27].

3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

В этот раздел карты включаются:

- перечень машин и технологического оборудования;
- перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений;
- перечень материалов и изделий.

3.5.1 Выбор крана

«Выбор крана выполняется по трем показателям: грузоподъемность, вылет стрелы и высота подъема крюка» [4].

Выбираем кран для монтажа ферм.

«Высота подъема крюка $H_{пк}$ необходимая для подъема монтажных элементов определяется по формуле:

$$H_{тр} = h_0 + h_з + h_э + h_{стр} + h_{пол}, м \quad (3.1)$$

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

$h_з$ – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа (не менее $1 \div 2,5$ м);

$h_э$ – высота поднимаемого элемента, м;

$h_{см}$ – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана» [15].

$$H_{тр} = 9,60 + 0,5 + 3,5 + 1,5 + 1,0 = 15,2 м$$

«Монтажная масса элементов G_m определяется по формуле:

$$G_m = 1.1G_э + 1.2 \sum g, (т) \quad (3.2)$$

где $G_э$ – масса монтируемой конструкции, монтажного блока, т» [15];

$\sum g$ – масса приспособлений для монтажа конструкций, т.

В таблице 3.4 приведен расчет монтажной массы поднимаемых элементов покрытия с учетом формулы 3.2.

Таблица 3.4 – Монтажная масса поднимаемых элементов

«Наименование блоков	Масса, т			
	Металло конструкции	Оснастка	Такелажные приспособления	Общая» [15]
ФС1	0,712	0,102	0,2	1,15
БС1	0,845	0,102	0,2	1,29
П1	0,37	0,102	0,06	0,72
С	0,30	0,01	0,06	0,41
СПП	0,288	0,01	0,06	0,4

Необходимый вылет крана и длину стрелы определяем графически по рисунку 3.1.

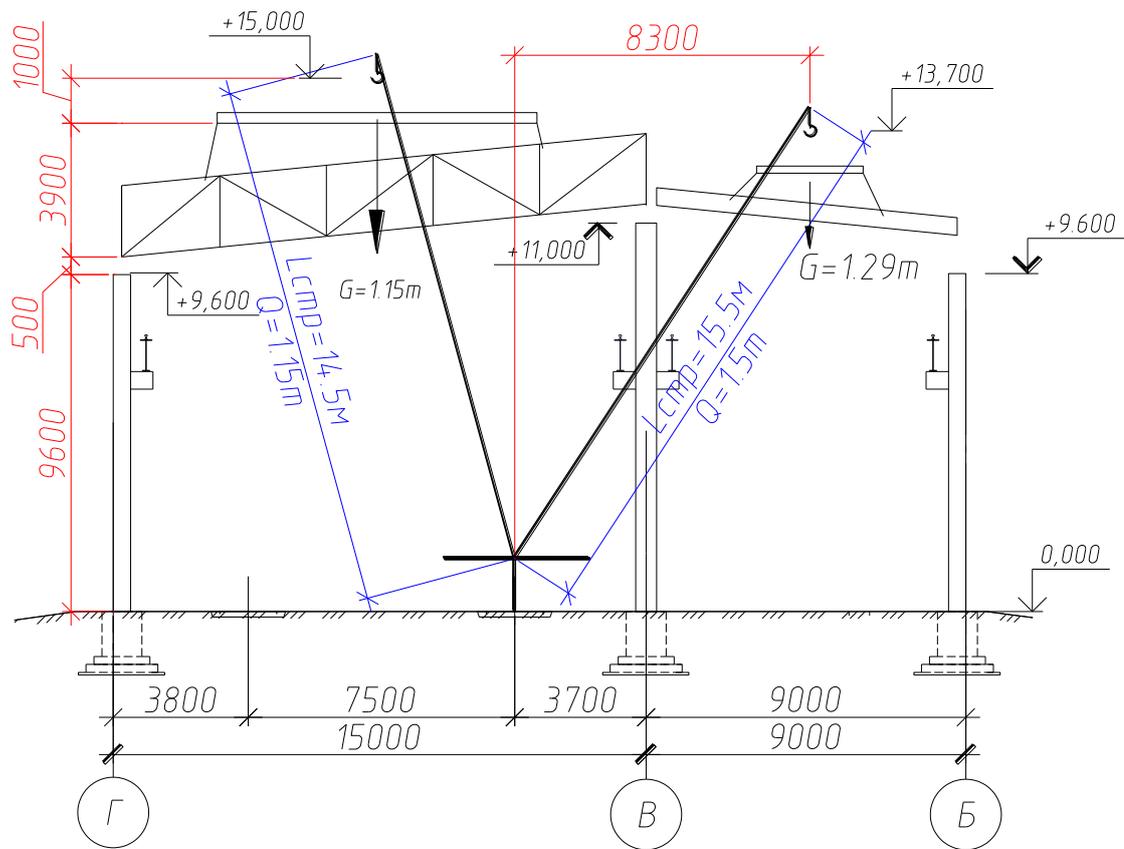


Рисунок 3.1 – Графическое определение необходимых параметров крана



Рисунок 3.2 – Железнодорожный кран КЖ-971

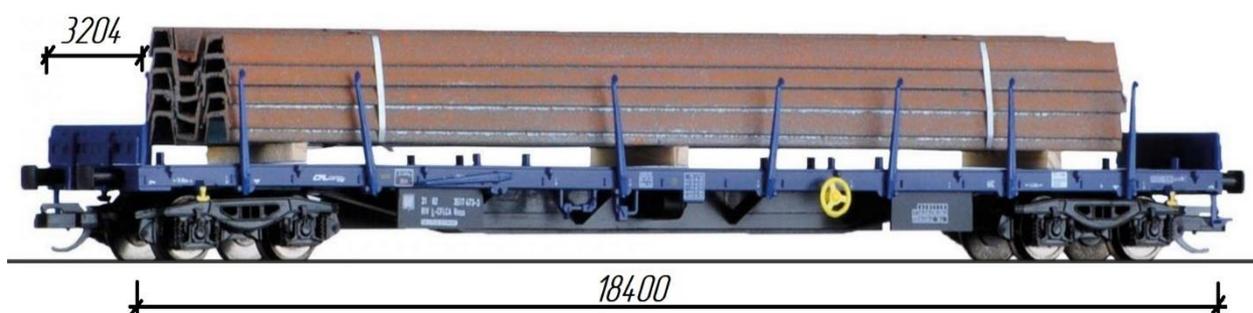


Рисунок 3.3 – Железнодорожная платформа 13–9004 длиной 18,4 м

Таким образом, для монтажа элементов покрытия принимаем кран железнодорожный гидравлический КЖ-971 с базовой колесей 1520 мм (стандартной), оснащенный трехсекционная телескопическая стрела с двумя гидроцилиндрами подъема стрелы, обеспечивающая работу крана в диапазонах вылетов стрелы от 7,2 до 17,7 м. При максимальном вылете стрелы грузоподъемность крана составляет 1 тонна.

На рисунке 3.2 показан монтажный кран, на рисунке 3.3 – железнодорожная платформа для доставки конструкций покрытия.

3.5.2 Калькуляция трудовых затрат

«Продолжительность выполнения работ и нормативные затраты труда и машинного времени» [27] сводим в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Калькуляция трудозатрат

«Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование § ЕНиР, ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Профквалиф состав звена, рекомендуемый ЕНиР или ГЭСН» [15]
			Чел.- час	Маш.- час	Объём работ	чел.- ч.	маш.- смен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж ферм стропильных	т	ФЕР09-03-012-01	23	4,82	5,7	131,1	27,5	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р» [15]
Монтаж связей	т	ФЕР09-03-014-01	15,6	2,88	6,6	103	19	
Монтаж стропильных балок	т	ФЕР09-03-002-12	15,6	2,88	6,8	106,1	31,1	

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
«Монтаж прогонов	т	ФЕР09-03-015-01	14,1	1,75	29,3	413,1	51,3	
Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100 м ²	ФЕР09-04-002-03	45,2	10,76	24,35	1100,6	262	
Всего» [15]						1853,9	390,9	

Разработку графика производства работ по монтажу конструкций покрытия будем вести согласно таблицы 3.4.

3.5.3 Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, материалов и изделий

Таблицы потребности в машинах, технологическом оборудовании, «оснастке и инструменте, конструкциях, полуфабрикатах и материалах необходимых при монтаже элементов покрытия» [15] депо, приведены в графической части.

3.6 Техника безопасности и охрана труда

3.6.1 Охрана труда

«Наряд-допуск выдается непосредственному руководителю работ лицом, уполномоченным приказом руководителя организации» [27] с предварительным ознакомлением работников с мероприятиями по безопасности производства работ с записью в наряде-допуске.

«Производитель работ обязан организовать проведение проверок, контроля и оценки состояния условий безопасности при постоянном контроле исправности оборудования, приспособлений, инструмента» [27].

Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски, места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон. На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов должны быть

установлены защитные ограждения, а зон потенциально опасных производственных факторов – сигнальные ограждения и знаки безопасности.

Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов:

– места вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;

– места вблизи от не огражденных перепадов по высоте 1,3 м и более;

– места, где возможно превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить:

– участки территории вблизи строящегося здания (сооружения);

– «зоны перемещения машин, механизмов и оборудования» [27];

– места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

Размеры указанных опасных зон устанавливаются согласно приложению Г [27] СП 48.13330.2019 «Организация строительства».

3.6.2 Охрана территории

На период строительства здания должны быть предусмотрены мероприятия по охране площадки строительства, приведенные в СП 132.13330.2011 «Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования».

В состав мероприятий по охране стройплощадок входит:

– устройство пункта охраны (2шт) у въезда и выезда со на стройплощадки;

– охрана периметра, включающая применение технологического оборудования и круглосуточное патрулирование территории специалистами;

– регулярный осмотр здания;

– организация силами сотрудников охраны контрольно-пропускного режима для персонала и транспортных средств;

- обеспечение охраны общественного порядка на территории объекта, наблюдение за действиями посетителей и работников стройплощадки;
- предотвращение несанкционированного проникновения на территорию;
- охрана мест парковки транспортных средств;
- контроль над соблюдением требований пожарной безопасности и предотвращение возгораний.

Охрана строительных объектов должна включать установку системы видеонаблюдения, а также охранно-пожарной сигнализации.

Контроль и видеоконтроль над территорией стройплощадки должен осуществляться круглосуточно.

Охрана стройплощадки выполняется силами генподрядной строительной организации.

3.6.3 Охрана окружающей среды

«Подраздел по охране окружающей среды базироваться на требованиях нормативных документов» [27]:

- ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
- Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ;
- Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

3.6.4 Пожарная безопасность

Инструкция по пожарной безопасности базируется на требованиях СП 1.13130.2020, СП 9.13130.2009, СП 484.1311500.2020 и СП 485.1311500, согласно которым, для обеспечения пожаробезопасности в местах, содержания горючие или легковоспламеняющиеся материалы, категорически запрещается курение и использование открытого огня, а также запрещается «накапливать на площадках горючие вещества. Необходимо организовать специальное закрытое место для их хранения» [21].

«Производственные территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения.

В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

На рабочих местах, где выделяются взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование» [21, п. 6.5].

«Сушка одежды и обуви должна производиться в специально приспособленных для этих целей помещениях, зданиях или сооружениях с центральным водяным отоплением либо с применением водяных калориферов» [21].

Рабочие места, опасные во взрывопожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации.

3.7 Техничко-экономические показатели

«График производства работ приведен на листе.

Среднее количество рабочих R_{cp} , чел. рассчитывается по формуле:

$$R_{cp} = \frac{\sum T_p}{T_{общ} \cdot k}, \quad (3.3)$$

где $\sum T_p$ – суммарная трудоемкость работ, чел.-дн.;

$T_{\text{общ}}$ – продолжительность по графику, дн.;

k – преобладающая сменность» [15].

$$R_{\text{ср}} = \frac{230}{23 \cdot 2} = 5 \text{ чел.}$$

Принимаем 5 человек

Подводя итог по разделу, можно сделать следующие выводы:

- технологическая карта разработана с целью обеспечения наиболее рациональных технологий и организации строительных процессов, способствующих повышению производительности труда, улучшению качества и снижению стоимости выполняемых работ;
- технологическая карта состоит из шести разделов, в которых приводятся все наименования технологического процесса при монтаже конструкций покрытия здания, наименование строительных материалов, размеры и масса монтируемых элементов.
- в разделе указаны организационно-технологические процессы с безопасным ведением труда.

Технико экономические показатели по техкарте составили:

- объём работ составил 84,9 т;
- продолжительность выполнения работ – 23 дня;
- принятая трудоемкость составила 230 чел.-дн.;
- выработка одного рабочего – 0,37 т/чел.-дн.;
- трудоемкость единицы продукции – 2,71 чел.-дн/т.

4 Организация строительства

4.1 Краткая характеристика объекта

ППР разрабатывается на строительство ремонтно-восстановительного депо, расположенного на территории железно-дорожной станции в г. Тосно Ленинградской области. «В разделе отсутствует информация по монтажу элементов покрытия. Эта информация содержится в технологической карте на монтаж элементов покрытия» [30] (см. раздел 3 ВКР).

Общая площадь здания – 2137,57 м². Общий строительный объем – 29498,26 м³.

Проектируемое депо расположено в пределах железнодорожного узла города Тосно. Участок строительства имеет простую конфигурацию в плане. Рельеф местности спокойный, с незначительным перепадом высот с запада на восток. Проектируемое здание – это одноэтажное двухпролетное здание с навесом выполненное из металлического каркаса с легкими ограждающими конструкциями с размерами в плане 84×30м. Конструктивная схема здания с полным каркасом из металлических конструкций. Один пролет 15 м, другой 9 м, навес – 6 м шаг колонн 12 м. колонны металлические сплошные из прокатного двутавра.

Фундаменты приняты столбчатые монолитные железобетонные индивидуального изготовления.

Глубина заложения фундаментов 1,75 м и 1,2 м.

«Надземная часть здания возводится из сварных и прокатных металлоконструкций (двутавров, швеллеров, уголков и гнутосварных профилей)» [1]. Колонны из прокатного двутавра. Высота колонн по ряду Б составляет 9,6 м, по ряду В – 11,0 м, по ряду Г – 9,6 м, высота стоек навеса составляет 9,0 м.. Фахверковые стойки и стойки навеса из гнутосварного профиля 200×200 мм.

Металлические подкрановые балки из прокатных двутавров по ГОСТ Р57837-2017.

Фермы металлические из ГСП пролетом 15 м с шагом 12 м. Стропильные балки из прокатного двутавра по ГОСТ Р57837-2017.

«В узлах верхнего пояса ферм с шагом 3 м устанавливаются стальные решетчатые прогоны из гнутосварных профилей. Кровля и стеновое ограждение выполнены из легких конструкций - металлических трехслойных сэндвич-панелей» [1] с утеплителем из пенополиизоцианурата фирмы «Профмодуль».

Покрытие полов производственных помещений бетонное толщиной 40 мм с добавкой «Penetron». Покрытие пола вагонсборочного участка принято из асфальтобетона толщиной 40 мм. Покрытие полов санузлов и административно-бытовых помещений – керамическая плитка.

Проектом предусмотрено в осях 1-3/Б-В устройство двухэтажного административно-бытового блока с высотой этажа 3,1 м. Перекрытие – монолитное железобетонное по металлическим балкам из прокатного двутавра.

Высота здания составляет 14,4 м до парапета. Здание отапливаемое.

4.2 Определение объемов работ и потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

«Состав и объемы работ по возведению объекта определяются в соответствии с архитектурно-строительным чертежами.

По планам и разрезам здания из архитектурно-планировочного раздела определяются объемы СМР с единицами измерения, соответствующими расценка на соответствующие работы в ГЭСН» [15].

Исходными данными для подсчета объемов СМР (см. таблицу Д.1) и потребность в материалах (см. таблицу Д.2) служат номенклатура работ в соответствии с технологической последовательностью.

4.3 Подбор строительных машин и механизмов для производства работ

4.3.1 Выбор монтажных кранов по грузовысотным характеристикам

«Подбор грузозахватных приспособлений (строп, траверса) производится с учетом подъема самого тяжелого и самого удаленного элемента» [15, п. 4].

Информация по монтажу шатра покрытия и подбора спецтехнике отображена в разделе 3.

«Грузоподъемность подбираемого автокрана крана рассчитывается по формуле» [15]:

$$Q_{кр} = Q_э + Q_{пр} + Q_{гр}, \text{ т}, \quad (4.1)$$

где « $Q_э$ – масса максимального монтируемого элемента, т;

$Q_{пр}$ – масса монтажных приспособлений т;

$Q_{гр}$ – масса грузозахватного устройства, т» [15].

С учетом запаса 20%

$$Q_{расч, К} = 1,2 \cdot Q_{кр}, \quad (4.2)$$

При монтаже колонн

$$Q_{кр, К} = 1,61 + 0,06 + 0,02 = 1,69 \text{ т}$$

С учетом запаса 20%

$$Q_{расч, К} = 1,2 \cdot 1,69 = 2,03 \text{ т}.$$

«Высота подъема крюка $H_{ПК}$ необходимая для подъема монтажных элементов определяется по формуле:

$$H_{ПК} = h_0 + h_з + H_э + h_{ст}, \text{ м} \quad (4.3)$$

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 (не менее $0,5 \div 2,5$ м);

$h_э$ – высота поднимаемого элемента, м;

$h_{см}$ – высота строповки (грузозахватного приспособления) от верха элемента до крюка крана» [15].

$$H_{ПП} = 13,5 + 0,5 + 0,1 + 3 = 17,1 \text{ м.} \text{ – для монтажа колонн}$$

Для определения максимального вылета крюка используем графо-аналитический метод (см. приложение Ж).

Таблица 4.1 – Необходимые технические характеристики грузоподъемного крана

«Наименование монтируемого элемента»	Монтажная масса $Q_{расч.}$, т	$H_{ПК}$, м		L_k , м		Длина стрелы L_c , м	Грузоподъемность	
		H_{max}	H_{min}	L_{max}	L_{min}		Q_{max}	Q_{min} » [15]
Кран железнодорожный гидравлический КЖ-971								
Балка стропильная	1,33	17,3	3,5	17,7	7,2	22,37	80	1,0
Автомобильный кран КС-35715								
Колонна	1,61	18,0	3,6	16,7	2	18	4	0,6

При монтаже колонн, стеновых панелей, а также стоек и элементов покрытия навеса в осях А-Б применяется автомобильный кран КС-35715 на базе шасси - МАЗ-5340С2, максимальной грузоподъемностью 16 т. Привод механизмов крана – гидравлический. Стрела - телескопическая трёхсекционная длиной 18м. Необходимые технические характеристики грузоподъемного крана приведены в таблице 4.1.

Ограничение грузоподъемности и фиксация параметров работы крана задается при помощи микропроцессорного ограничителя со встроенным регистратором параметров.

Дополнительная информация по подбору монтажного крана и средств монтажа приведены в Приложении Ж.

4.4 Определение трудоёмкости и машиноёмкости работ

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по Единым нормам и расценкам на строительные и ремонтные работы (ЕНиР), а также по Государственным элементным сметным нормам (ГЭСН). Нормы времени даны в чел-час и маш-час.

Подсчет затрат составляется для того, чтобы определить трудоемкость и стоимость СМР. Выполняется в табличной форме на основании спецификации и объемов СМР.

Трудозатраты считают:

$$T = \frac{(V_{\text{Нвр}})}{8,2} (\text{чел} - \text{дн, маш} - \text{см}) \quad (4.4)$$

Все расчеты по трудозатратам сводятся в ведомость трудозатрат в порядке технологической последовательности их выполнения» [15] (см. таблицу Е.1 приложения Е).

4.5 Разработка календарного плана производства работ

«Исходными данными для построения календарного плана служат номенклатура работ в соответствии с технологической последовательностью, объемы работ, трудоемкость, количество рабочих, выполняющих данные виды работ.

При составлении календарного плана необходимо учитывать:

- технологическую последовательность выполнения работ;
- совмещенное по времени выполнение различных видов работ;
- равномерное использование трудовых ресурсов;
- мероприятия по обеспечению требований безопасности труда» [33].

«Любое строительное производство, будь то строительство нового объекта; реконструкция, модернизация, техническое перевооружение, капитальный ремонт существующих зданий и сооружений, всегда связаны с потреблением больших затрат различных видов ресурсов (материальных, машинных, трудовых). Процесс строительства, как правило, длителен, и по этой причине вкладываемые средства как бы омертвляются. Поэтому главными задачами организации строительного производства является снижение затрат ресурсов и ускорение сроков строительства. Поэтому для решения поставленных задач необходима качественная по содержанию и своевременная по срокам подготовка к строительству» [6].

«Проведение качественной и своевременной подготовки к строительству и строительному производству приводит к: сокращению сроков строительства, снижению трудоемкости выполнения строительно-монтажных работ, уменьшению затрат по организации строительных площадок, транспорта, материально-технического обеспечения и т.д» [6].

«В процессе подготовительного периода осуществляется техническая (инженерная) подготовка к строительству. Продолжительность подготовительного периода к непосредственному возведению объектов и их комплексов составляет около 10 %» [6].

«Календарный план вычерчивается в виде линейной модели. Под линейной моделью вычерчивается диаграмма движения людских ресурсов. Затраты труда на неучтенные работы принимают в размере 10% от суммарной трудоемкости основных работ по всем захваткам.

График производства работ способствует рациональному управлению строительством, своевременному использованию рабочих, ресурсов, машин и механизмов. В основном, объемы СМР определяются в соответствии с типовыми проектами с применением актуальных расчетных нормативов» [15].

«Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{T_p}{n \times k}, \text{ дни} \quad (4.5)$$

где T_p - трудозатраты, чел-дн;

n - количество рабочих в звене;

k – сменность» [15].

«После построения календарного графика, диаграммы движения людских ресурсов и их оптимизации рассчитывают следующие показатели:

– среднее число рабочих на объекте:

$$R_{CP} = \frac{\Sigma T_p}{T_{общ}}, \text{ чел} \quad (4.6)$$

где T_p - суммарная трудоёмкость работ, чел-дн;

$T_{общ}$ - общий срок строительства по графику, дн.» [15].

$$R_{CP} = \frac{2795,2}{190} = 14,72 \text{ чел.}$$

Принимаем $R_{cp}=15$ чел.

– «степень достигнутой поточности строительства по числу людских ресурсов» [15]:

$$\alpha = \frac{R_{CP}}{R_{max}}, \quad (4.7)$$

$$\alpha = \frac{15}{22} = 0,68$$

«где R_{CP} - среднее число рабочих на объекте;

R_{max} - максимальное число рабочих на объекте.

– степень достигнутой поточности строительства по времени» [15]:

$$\beta = \frac{T_{уст}}{T_{общ}}, \quad (4.8)$$

$$\beta = \frac{112}{190} = 0,59$$

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Временные здания необходимы для нормальной работы на стройплощадке и для хоз-бытовых нужд.

«Временные здания размещаются обычно на территории, не предназначенной под застройку до конца строительства, вне опасной зоны работы крана.

Площади и количество временных зданий рассчитываются исходя из максимального количества работающих в смену и среднего числа работников в наиболее загруженную смену» [15].

Наибольшее количество рабочих $N_{\text{раб}}=22$, «численность рабочих для промышленного здания составляет: ИТР – 11%, служащие - 3,6%, МОП – 1,5%» [15, табл. 7.1].

$$N_{\text{итр}}=3 \text{ чел.}, N_{\text{служ}}=1 \text{ чел.}, N_{\text{моп}}=1 \text{ чел.}$$

$$\text{Итого расчетное число рабочих } N_{\text{расч}}=(22+3+1+1)\times 1,05=29 \text{ чел.}$$

«Расчет площади временных зданий считаем согласно нормативных площадей для расчета временных зданий» [15] и сводим в таблицу на листе 7 графической части.

4.6.2 Склады и площадки

«Склады устраиваются на строительной площадке для временного хранения материалов, изделий и конструкций.

Площадь складов зависит от их вида, способа хранения изделий и конструкций и их количества. Площадь склада состоит из полезной площади, занятой непосредственно материалами и конструкциями, проходов и проездов между рядами, штабелями и т.д.

Склады делятся на открытые, закрытые и под навесом.

Потребная площадь складов для хранения сборных железобетонных, стальных конструкций, труб и других крупногабаритных ресурсов

определяется, исходя из их фактических размеров и требований, которые необходимо соблюдать при их складировании и хранении.

Сначала определяют запас материала на складе:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (4.9)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общее количество материала данного вида, необходимого для строительства;

T – продолжительность работ, выполняющихся с использованием этих материальных ресурсов, дни;

n – норма запаса материала данного вида на площадке;

k_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (для автомобильного транспорта $K_1=1,1$);

k_2 – коэффициент неравномерности потребления материалов в течении расчетного периода ($K_2=1,3$)» [15].

«Полезная площадь для складирования данного вида ресурса:

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2, \quad (4.10)$$

где q – норма складирования по приложению 2.

Общая площадь склада с учетом проходов и проездов:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \cdot k_{\text{исп}}, \text{ м}^2, \quad (4.11)$$

где $k_{\text{исп}}$ – коэффициент использования площади склада (коэффициент на проходы и проезды)» [15].

Расчет приведен в виде таблицы К.1 в Приложении К.

Монтаж элементов покрытия (фермы, стропильные балки в пролете Б-В, прогоны, кровельные сэндвич-панели) в осях Б-Г выполняется «с колес».

Погрузка и отправка основных монтажных элементов осуществляется с предприятия по производству металлоконструкций, расположенного в промышленной зоне города в 3-х километрах от строительной площадки. Транспортировка осуществляется железнодорожным транспортом (дрезина или другое маневровое устройство толкает сцепку из трех платформ в зону стоянки крана по соседнему внутрицеховому пути (вблизи ряда «Г»). В связи с этим склады для хранения этих конструкций не рассчитываются. Другими словами, отводить места складирования под стеновые сэндвич-панели на строительной площадке нет необходимости.

Монтаж конструкций каркаса и покрытия в пролете А-Б выполняется автокраном с открытых складов вблизи ряда А.

Места складирования стеновых сэндвич-панелей расположены вдоль стен (на СГП условно не показаны) на расстоянии 1м от мест монтажа с запасом на 10 дней. Так как дорога устроена по кольцевой схеме шириной более 6м, при монтаже панелей можно перекрыть необходимую часть дороги, осуществляя движение с противоположной стороны.

4.6.3 Инженерные сети

4.6.3.1 Водопотребление и водоотведение

«Расчетный расход воды, л/с:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}} \quad (4.12)$$

«Секундный расход воды на производственные нужды (устройство подготовки из щебня с проливкой водой), л/с:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \times q_{\text{н}} \times n_{\text{н}} \times K_{\text{г}}}{3600 \times t_{\text{см}}}, \text{ л/сек}, \quad (4.13)$$

$K_{\text{ну}}=1,2\dots1,3,$

- объем работ 300 м³;
- продолжительность 11 дней;

– объем работ в сутки $n_{п}=300/12=25\text{м}^3/\text{сутки}$ » [15];

$q_n=650\text{л}$ – для поливки щебня,

« $t_{см} = 8$ часа, $K_I = 1,5\text{л/с}$

q_n – удельный расход воды на единицу объема работ» [15],

$$Q_{пр} = \frac{1,2 \times 650 \times 25 \times 1,3}{3600 \times 8,0} = 0,9 \text{ л/сек}$$

«Секундный расход на санитарно-бытовые нужды:

$$Q_{хоз} = \frac{q_y \times n_p \times K_{ч}}{3600 \times t_{см}} + \frac{q_d \times n_d}{60 \times t_d}, \quad (4.14)$$

$q_y = 20\text{л}$, $q_d = 30\text{л}$, $N_{расч}=29\text{чел.}$, $K_{ч}=2,5$, $t_d = 45$ мин., $n_d=22\text{чел}$ » [15].

$$Q_{хоз} = \frac{20 \times 29 \times 2,5}{3600 \times 8,0} + \frac{40 \times 22 \times 0,8}{60 \times 45} = 0,96\text{л/сек}$$

$$Q_{общ} = 0,9 + 0,96 + 10 = 11,86 \text{ л/сек}$$

«По требуемому расходу воды рассчитывается диаметр труб временной водопроводной сети

$$D = 2 * \sqrt{\frac{Q_{общ} \cdot 1000}{3,14 \cdot v}}, \quad (4.15)$$

где $\pi = 3,14$,

v – скорость движения воды по трубам (для больших расходов воды 1,5-2,0 м/с, для малых 0,7-1,2 м/с)» [15].

Полученное значение округляется до стандартного диаметра трубы по ГОСТу (табл. 7.10). Диаметр наружного противопожарного водопроводы принимают не менее 100 мм» [15].

$$D = 2 * \sqrt{\frac{11,86 \times 1000}{3,14 \times 1,5}} = 100,4\text{мм}$$

Принят диаметр труб водопроводной сети-100 мм, толщина стенки 4мм.

«Источниками временного водоснабжения являются:

- существующие водопроводные сети;
- проектируемые водопроводы при условии ввода их в эксплуатацию по постоянной или временной схеме;
- существующие водоемы;
- артезианские скважины.

Сети временного водопровода проектируются по кольцевой, тупиковой или смешанной схеме. Способ прокладки – надземный и подземный. В системе водоснабжения предусматривается размещение колодцев с пожарными гидрантами, обеспечивающими возможность прокладки от них рукавов до мест возможного загорания на расстояние не более 100 м. Расстояние от пожарного гидранта до временной дороги должно быть не более 2 м, до строящегося здания не менее 5 м.

Для отвода воды от ее потребителей предусматривается устройство временной канализации. Водоотведению на строительной площадке подлежат уборные, душевые и умывальные помещения, буфеты. Сточные воды от этих помещений в черте города отводятся в существующую фекально-бытовую канализационную сеть» [15].

Диаметр временной канализации равен принимаю на 40% больше диаметра водопровода:

$$D_{\text{кан}} = 1,4 \cdot 100 = 140 \text{ мм}$$

Принимаю 140 мм.

4.6.3.2 Электроснабжение

«Требуемая мощность временного трансформатора определяется из расчета одновременного использования всех электроинструментов, машин и приборов в период пика потребления определяется на период выполнения максимального объема строительного-монтажных работ по формуле 7.4:

$$P_p = \alpha \times \left(\sum \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos \phi} + \sum \frac{k_{2c} \times P_m}{\cos \phi} + \sum k_{3c} \times P_{ov} + \sum k_{4c} \times P_{он} \right), \text{ кВт} \quad (4.15)$$

где α - коэффициент, учитывающий потери в электросети в зависимости от протяжённости, сечения проводов и т.п.;

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}, k_{4c}$ - коэффициенты спроса потребителей;

$P_c, P_m, P_{ов}, P_{он}$ - установленная мощность силовых токоприёмников «с», технологических потребителей «т», осветительных приборов внутреннего «о.в» и наружного «о.н» освещения.

$\cos \phi$ - коэффициенты мощности» [15].

«Потребная мощность на машины и установки с учетом значений средних коэффициентов спроса K_c и мощности $\cos \phi$ для стройплощадки» [15] приведены в таблице И.1 приложения И.

«Потребная мощность для внутреннего и наружного освещения стройплощадки» [15] представлены в таблице И.2 и И.3 приложения И.

«Количество прожекторов для освещения строительной площадки:

$$N = \frac{p_{уд} \times E \times S}{P_l}, \text{ кВт} \quad (4.16)$$

$p_{уд}$ - удельная мощность прожектора ПЗС-35, 0,25 Вт/м²;

E - освещённость, лк;

S - величина площадки 10601,4 м², подлежащей освещению;

P_l - мощность лампы прожектора, 1000 Вт» [15].

$$N = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 10601,4}{1000} = 5,3 \text{шт.}$$

«Прожекторы устанавливаем на инвентарные опоры группами (по 3, 4 и более) по контуру площадки и в зоне монтажа. Высота установки на уровне крыши» [15].

«Расстояние между опорами не превышает 4-кратной высоты осветительных приборов. Минимально допустимое расстояние 30м» [15].

Общая потребная мощность составила

$$P_p = 1,1 \cdot (20,1 + 0,97 + 6,56) = 30,4 \text{ кВт}$$

$$P_p = 30,4 \text{ кВт} \cdot 0,8 = 24,6 \text{ кВА.}$$

Принимаем трансформатор КТП-25 мощностью 25 кВтА.

4.7 Проектирование строительного генерального плана

«Техническая подготовка к строительству по месту выполнения подразделяется на внеплощадочную и внутриплощадочную.

Внеплощадочная техническая подготовка включает в себя следующие виды работ:

- создание производственной базы для обеспечения строительства песком, гравием, щебнем, бетонными и растворными смесями, строительными конструкциями;
- строительство подъездных дорог;
- строительство или установка мобильных энергоустановок» [6].

«В состав внутриплощадочной технической подготовки включены следующие виды работ:

- сдача-приемка от заказчика геодезической сетки реперов и первоочередные геодезические работы по разбивке главных осей и красных линий для прокладки инженерных сетей, дорог, возведения зданий и сооружений;
- вертикальная планировка грунта на строительной площадке, проведение при необходимости работ по отводу вод со строительной площадки путем устройства дренажных каналов, по искусственному понижению уровня грунтовых вод посредством сооружения иглофильтровых установок;
- устройство части постоянных и временных внутриплощадочных сетей энерго-, водо-, тепло- и газоснабжения для их временного использования в период строительства;
- работы по устройству ограждения и электроосвещения строительной площадки;

- организация приобъектных складских площадок для приема и складирования строительных конструкций со стендами для их укрупнительной сборки;
- устройство временных складских помещений и навесов для складирования и хранения строительных изделий и материалов открытого и закрытого хранения;
- устройство временных помещений для санитарно-бытового обслуживания рабочих и линейных руководителей строительного производства;
- установка противопожарного оборудования строительной площадки» [6].

«Строительный генеральный план разрабатывается на момент возведения каркаса здания в масштабе 1:500» [15] на свободной от застройки местности территории действующей железнодорожной станции. «По периметру строительной площадки устраивается временное ограждение с учетом опасной зоны монтажного крана и возможности размещения временных зданий и складов» [32]. «Границы опасной зоны определяются с использованием схемы работы крана и наносятся на план строительной площадки штрихпунктирной линией» [15].

«Для въезда и выезда автотранспорта предусмотрены въездные ворота и кольцевые сквозные внутриплощадочные проезды (дороги) с въездом и выездом на дороги общего пользования в двух местах, обеспечивающие связь строительной площадки с городской инфраструктурой.

Перед въездом на стройплощадку должен быть установлен информационный щит с указанием наименования объекта и схема движения с указанием объектов доставки грузов и знак ограничения скорости движения» [15] по площадке 5 км/час.

«При работе грузоподъемного крана на строительстве отдельного здания выделяют три самостоятельных зоны: 1 – зона обслуживания; 2 – зона перемещения груза; 3 – опасная зона для нахождения людей.

Зона перемещения грузов. Она определяется пространством в пределах возможного перемещения подвешенного груза. На чертеже ее можно не показывать» [15].

«Границы опасных зон монтажных кранов определяю в соответствии с методическими рекомендациями [15]

$$R_{on} = R_{max} + 0,5L_{э} + \Delta R, \quad (4.17)$$

где R_{max} - рабочий вылет крюка крана при монтаже прогона» [15],

« $0,5L_{э}$ - половина длины монтируемого элемента,

ΔR - запас границ опасной зоны вблизи мест перемещения грузов, учитывающий возможность рассеивания груза при падении и динамическом колебании крана, м» [15].

$R_{on} = 17,7 + 12:2 + 4,0 = 27,7\text{м}$ – при монтаже прогонов железнодорожным краном КЖ-971.

$R_{on} = 10 + 6 = 16\text{м}$ – при монтаже элементов каркаса и покрытия автокраном КС-35715 в пролете А-Б при максимальном вылете стрелы 10м и грузоподъемности 1т (см. рисунок Ж.5).

Графический (схематический) способ определения опасной зоны монтажного крана КЖ-971 при монтаже прогонов показан на рисунке Ж.4.

Определение опасной зоны действия монтажного крана КС–35715 приведен на рисунке Ж.5 приложения Ж. Согласно рисунка Ж.5 и расположения монтируемых сэндвич-панелей на расстоянии 1м от наружной стены, опасная зона при монтаже стеновых СП составит 8,2 м от крайних осей. Она меньше опасной зоны других СМР. Следовательно, опасную зону при монтаже стеновых СП не показываем на СГП.

4.8 Мероприятия по охране труда, технике безопасности на строительной площадке

«Места производства работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения - огнетушителями, бочками с водой, ящиками с песком, ломami, топорами, лопатами, баграми, ведрами» [15].

Защиту электрических сетей и электроустановок на производственной территории от сверхтоков следует обеспечить посредством предохранителей с калиброванными плавкими вставками или автоматических выключателей согласно правилам устройства электроустановок.

«Скорость движения автотранспорта на стройплощадке должна быть не более 5 км/ч. На площадке обозначают границы опасных зон, т.е. расстояние по горизонтали от возможного места падения груза при его перемещении краном. При высоте подъема груза до 20м и 1/10 большей высоты, но не менее 10м. На границе опасной зон устанавливают предупредительные знаки и надписи, хорошо видимые в любое время суток» [15].

4.9 Технико-экономические показатели ППР

- Объем здания – 29498,3 м³
- Усредненная трудоемкость работ – 1,365 чел-дн/м²,
- Фактическая продолжительность строительства: 7 месяцев (190 дней).

Остальные технико-экономические показатели приведены на листах графической части.

Подводя итог по разделу можно сделать следующие выводы:

- при выполнении раздела был разработан проект производства работ общестроительных работ по возведению здания ремонтно-восстановительного депо;
- в разделе определены объемы выполненных работ;
- согласно подсчитанных объемов была «определена потребность в строительных конструкциях, изделиях и материалах» [15];
- в соответствии с расценками [16] была определена трудоемкость строительного-монтажных работ нулевого цикла, работ по монтажу

- металлического каркаса здания, устройству ограждающих конструкций, отделке и благоустройству прилегающих территории;
- на основании трудоемкости разработан календарный план;
 - «календарный план производства строительных работ показывает развитие процесса строительства во времени и пространстве и охватывает весь комплекс работ, начиная от подготовительных и заканчивая сдачей объектов» [33];
 - подсчитаны требуемые временные здания, инженерные коммуникации, определены места складирования строительных конструкций и расположения спецтехники;
 - после определения опасных и рабочих зон монтажных кранов был запроектирован стройгенплан с подъездными дорогами.

Общая трудоемкость составила 2795,2 чел–дн. при сроке строительства 190 рабочих дней.

При проектировании СГП выполнены требования нормативных документов [11], [21], [22], [23], [27], а также указания методической и учебной литературы [6], [15], [32].

5 Экономика строительства

5.1 Общие положения

Проектируемый объект – здание ремонтно-восстановительного депо. Место строительства – город Тосно Ленинградской области.

«Конструктивная система здания каркасная рамно-связевая. Пространственная жесткость обеспечивается совместной работой колонн, подкрановых балок, прогонов, вертикальных связей между колоннами и стропильными фермами. Наружные ограждающие конструкции из панелей типа «сэндвич» с утеплителем из пенополистирола. Здание обеспечено инженерными коммуникациями от сетей г. Тосно. Внутренние инженерные коммуникации включают в себя системы и сети электроснабжения, водопровода и канализации, отопления, вентиляции и кондиционирования, видеонаблюдения, пожарной и охранной сигнализации. Предусмотрена укладка железнодорожных путей, устройство покрытий прилегающей территории и озеленение» [1].

Общая площадь проектируемого объекта – 2137,57 м². Общий строительный объем – 29498,26 м³.

Сметные расчеты составлены с использованием укрупненных нормативов цены строительства (далее – НЦС).

Укрупнённые нормативы цены строительства предназначены для определения потребности в денежных средствах, необходимых для создания единицы мощности строительной продукции, для планирования (обоснования) инвестиций (капитальных вложений) в объекты капитального строительства и иных целей, установленных законодательством Российской Федерации.

Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 1 января 2020 г. для базового района (Московская область), без НДС.

«НЦС представляет собой показатель потребности в денежных средствах и рассчитан на установленную единицу измерения – единицу мощности строительной продукции, например, 1 м кв. общей площади здания» [16].

Показателями НЦС учитываются затраты на оплату труда рабочих и эксплуатацию строительных машин, стоимость материальных ресурсов и оборудования, накладные расходы и сметную прибыль, а также затраты на строительство временных титульных зданий и сооружений, дополнительные затраты при производстве строительного-монтажных работ в зимнее время, затраты на проектно-изыскательские работы и экспертизу проекта, строительный контроль, резерв средств на непредвиденные работы и затраты. Данными показателями НЦС предусмотрены конструктивные решения, обеспечивающие использование объектов маломобильными группами населения.

«Для определения стоимости строительства здания ремонтно-восстановительного депо, укладки железнодорожных путей, благоустройства и озеленения прилегающей территории были использованы следующие укрупненные нормативы цены строительства:

- НЦС 81-02-02-2020. Сборник №02. Административные здания;
- НЦС 81-02-07-2020. Сборник №07. Железные дороги;
- НЦС 81-02-16-2020. Сборник №16. Малые архитектурные формы;
- НЦС 81-02-17-2020. Сборник №17. Озеленение» [16].

«Для определения стоимости строительства здания в сборнике НЦС 81-02-02-2020 выбираем таблицу 02-01-001» [16]. Объектом-аналогом проектируемого здания по этой таблице является административное здание. Отдельные характеристики объекта-аналога: конструктивная схема здания – каркасная, рамная схема; фундамент – железобетонная сплошная монолитная плита; каркас – железобетонный монолитный; стены наружные и внутренние – кирпичные; перегородки – кирпичные; крыша – совмещенная плоская; кровля – рулонная из полимерных материалов.

Так как параметр объекта (общая площадь здания 2137,57 м²) отличается от указанного в таблицах, показатель НЦС рассчитываем путем интерполяции по формуле:

$$P_b = P_c - (c - b) \times \frac{P_c - P_a}{c - a},$$

где P_b – рассчитываемый показатель;

P_a и P_c – пограничные показатели из таблиц сборника;

a и c – параметр для пограничных показателей;

b – параметр для определяемого показателя, $a < b < c$.

Выбираем показатели НЦС на 1850 м² на 5750 м² соответственно 48,72 тыс. руб. и 41,50 тыс. руб. (таблица 02-01-001) на 1 м² общей площади здания и производим вычисление:

$$P_b = 41,50 - (5750 - 2137,57) \times \frac{41,50 - 48,72}{5750 - 1850} = 48,19 \text{ тыс. руб. на } 1 \text{ м}^2$$

общей площади.

В нашем случае для расчета стоимости объекта, показатель НЦС умножается на мощность объекта строительства и на коэффициенты (ценообразующие, усложняющие, поправочные) учитывающие особенности осуществления строительства в соответствии с формулой:

$$C = P_b \times M \times K_{\text{пер.}} \times K_{\text{рег1}} \times K_c \text{ (без НДС)},$$

где M – мощность объекта капитального строительства, планируемого к строительству. Здесь $M = 2137,57 \text{ м}^2$ (общая площадь здания);

$K_{\text{пер.}}$ – коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен Ленинградской области. Здесь $K_{\text{пер.}} = 0,98$;

$K_{\text{рег1}}$ – коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства в Ленинградской области по отношению к базовому району. Здесь $K_{\text{рег1}} = 1,00$;

K_c – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации по отношению

к базовому району. Здесь $K_c = 1,00$ (сейсмическая интенсивность площадки строительства в г. Тосно (Ленинградская область) – менее 6 баллов).

$C = 48,19 \times 2137,57 \times 0,98 \times 1,00 \times 1,00 = 100\,949,31$ тыс. руб. (без НДС).

«Аналогично, с использованием соответствующих поправочных коэффициентов, учитывающих особенности осуществления строительства, расчет выполняется для работ по укладке железнодорожных путей, благоустройству и озеленению» [16].

5.2 Сметные расчеты

Сводный сметный расчет стоимости объекта строительства составлен в ценах по состоянию на 01.01.2020 г. и представлен в таблице 5.1.

Объектные сметные расчеты стоимости объекта строительства, укладки железнодорожных путей, благоустройства и озеленения территории представлены в таблицах 5.2, 5.3 и 5.4.

Таблица 5.1 – Сводный сметный расчёт стоимости строительства

В ценах на 01.01.2020 г. Стоимость 218 945,44 тыс. руб.

«Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.» [16]
ОС-02-01	«Глава 2. Основные объекты строительства. Здание ремонтно-восстановительного депо	100 949,31
ОС-05-01	Глава 5. Объекты транспортного хозяйства и связи. Устройство новой железнодорожной линии	76 193,46
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории. Устройство проездов, устройство покрытий территорий, посадка деревьев, кустарников, устройство клумб, газонов» [16].	5 311,76
	Итого	182 454,53
	НДС 20%	36 490,91
	ВСЕГО по смете	218 945,44

Таблица 5.2 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01

Основные объекты строительства

«Объект	Здание ремонтно-восстановительного депо				
Общая стоимость	100 949,31 тыс. руб.				
В ценах на	01.01.2020 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб.» [16]
НЦС 81-02-02-2020 Таблица 02-01-001	Здание ремонтно-восстановительного депо	1 м ²	2137,57	48,19	$48,19 \cdot 2137,57 \cdot 0,98 \cdot 1,00 \cdot 1,00 = 100\,949,31$
	Итого:				100 949,31

Таблица 5.3 – Объектный сметный расчет № ОС-05-01

Объекты транспортного хозяйства и связи

«Объект	Здание ремонтно-восстановительного депо				
Общая стоимость	76 193,46 тыс.руб.				
В ценах на	01.01.2020 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб.» [16]
НЦС 81-02-07-2020 Таблица 07-01-002 Код показателя 07-01-002-03	Устройство новой однопутной железнодорожной линии на автономной тяге с сооружением земляного полотна «насыпь из карьера до 100%», грунты 1-2 группы. Категория местности по рельефу I, категория линии 3	1 км пути	0,539	117 631,2	$117631,25 \times 0,539 \times 0,91 \times 1,00 = 57\,696,95$
НЦС 81-02-07-2020 Таблица 07-05-001 Код показателя 07-05-001-03	Электрификация новой однопутной железнодорожной линии переменного тока, категория линии 3	1 км пути	0,539	37 710,27	$37710,27 \times 0,539 \times 0,91 \times 1,00 = 18\,496,51$
	Итого:				76 193,46

Таблица 5.4 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01.

Благоустройство и озеленение территории

«Объект	Здание ремонтно-восстановительного депо				
Общая стоимость	5 311,76 тыс. руб.				
В ценах на	01.01.2020 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб.» [16]
«НЦС 81-02-16-2020 Таблица 16-06-002 Код показателя 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары шириной от 2,6 м до 6 м с покрытием из литой асфальтобетонной смеси однослойные	100 м ² покрытия	28,13	166,18	$166,18 \times 28,13 \times 0,95 \times 1,00 = 4\,440,91$
НЦС 81-02-16-2020 Таблица 16-06-002 Код показателя 16-06-002-04	Площадки, дорожки, тротуары шириной от 2,6 м до 6 м с покрытием из мелкогабаритной плитки	100 м ² покрытия	1,163	223,77	$223,77 \times 1,163 \times 0,95 \times 1,00 = 247,23$
НЦС 81-02-17-2020 Таблица 17-02-004 Код показателя 17-02-004-03	Озеленение территорий спортивных объектов с площадью газонов 90% Итоговая стоимость, тыс. руб.» [16]	100 м ² территории	4,216	154,08	$154,08 \times 4,216 \times 0,96 = 623,62$
	Итого:				5 311,76

Налог на добавленную стоимость (НДС) в соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации принят в размере 20 %.

Сметная стоимость строительства здания ремонтно-восстановительного депо составляет 218 945,44 тыс. руб., в т.ч. НДС – 36 490,91 тыс. руб.

Стоимость, приведенная на 1 м² общей площади объекта строительства, составляет 102,427 тыс. руб.

При составлении сметных расчетов руководствовались положениями, приведенными в методике разработки и применения укрупненных нормативов

цены строительства, а также порядка их утверждения (утв. приказом №314/пр. от 29 мая 2019 г.).

5.3. Техничко-экономические показатели

«Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства» [16].

В таблице 5.5 приведены основные показатели стоимости строительства здания ремонтно-восстановительного депо с учётом НДС.

Таблица 5.5 – Основные показатели стоимости строительства

№ п.п.	Показатели	Стоимость в ценах на 01.01.2020, тыс. руб.
1	Стоимость строительства всего	218 945,44
	в том числе:	
1.1	стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации	8 753,91
1.2	стоимость технологического оборудования	23 103,69
1.3	стоимость возведения фундаментов	6 107,73
2	Общая площадь здания, м ²	2137,57
3	Стоимость, приведенная на 1 м ² здания	102,427
4	Стоимость, приведенная на 1 м ³ здания	7,423

Выводы по разделу «Экономика строительства»

В разделе «Экономика строительства» представлены основные сметные расчеты по определению сметной стоимости объекта строительства – здания ремонтно-восстановительного депо станции Тосно.

«Объемы работ и потребность в материальных ресурсах для составления сметных расчетов принимались на основании предшествующих разделов: архитектурно-планировочного, расчетно-конструктивного, технологии строительства и организации строительства» [33].

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

«При составлении объектных смет используются укрупненные показатели стоимости строительства объекта в текущем уровне цен.

Полная стоимость строительства здания депо приведена в сводном сметном расчете, составленном по типовой форме на основе объектных смет и расчетов» [33].

Рассчитаны технико-экономические показатели стоимости строительства, в т.ч. стоимость 1 м³ здания депо.

Также дополнительно представлена информация и сведения с пояснениями расчетов данного раздела.

6 Безопасность и экологичность объекта

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

В Архитектурно-планировочном решении прописаны основные характеристики здания ремонтно-восстановительного депо, расположенного на территории железнодорожной станции в г. Тосно Ленинградской области.

В таблице 6.1 приведена конструктивно - технологическая характеристика на монтаж металлических ферм.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт технического объекта

«Технол. процесс»	Технология. операц., вид выполняемых	Наименование должности работников, участвующих в	Оборуд., тех. условия, приспособления	Материалы вещества» [2]
Монтаж металлических ферм	Подъем, перемещение, установка ферм	Монтажник 6р, 4р Сварщик 5р	Кран, полуатом. Захватное приспособление (фрикционное), лом	Стальная ферма, электроды

6.2 Идентификация профессиональных рисков

На основании ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» подбираем профессиональные риски при строительстве здания ремонтно-восстановительного депо.

Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Идентификация профессиональных рисков представлена в таблице Л.1.

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

«Рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков (далее - Рекомендации) разработаны в целях оказания методической и практической помощи руководителям и специалистам по охране труда организаций, представителям профсоюзов и другим лицам, заинтересованным в создании системы управления профессиональными рисками в рамках системы управления охраной труда у работодателя, в том числе в целях соблюдения требований:

- правил по охране труда;
- методических рекомендаций по учету микротравм;
- положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве;
- примерного положения о системе управления охраной труда;
- общих требований к организации безопасного рабочего места;
- иных федеральных норм и правил в области охраны труда» [35]

Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов указаны в таблице Л.2.

6.4 Пожарная безопасность технического объекта

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

«Классификация пожаров по виду горючего материала используется для обозначения области применения средств пожаротушения.

Классификация пожаров по сложности их тушения используется при определении состава сил и средств подразделений пожарной охраны и других служб, необходимых для тушения пожаров.

Классификация опасных факторов пожара используется при обосновании мер пожарной безопасности, необходимых для защиты людей и имущества при пожаре».

«Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие основные классы:

- I – пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- II – пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- III – пожары газов (С);
- IV – пожары металлов (D);
- V – пожары горючих веществ и материалов электроустановок, – находящихся под напряжением (Е);
- VI – пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F)» [2].

6.4.2 Средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности

Согласно [5, 6, 48, 50, 52] «Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Целью создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре.

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении в полном объеме требований пожарной безопасности, установленных настоящим Федеральным законом, а также одного из следующих условий:

- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в нормативных документах по пожарной безопасности, указанных в пункте 1 части 3 статьи 4 настоящего Федерального закона;
- пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;

- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в специальных технических условиях, отражающих специфику обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений и содержащих комплекс необходимых инженерно-технических и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, согласованных в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;
- выполнены требования пожарной безопасности, содержащиеся в стандарте организации, который согласован в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности;
- результаты исследований, расчетов и (или) испытаний подтверждают обеспечение пожарной безопасности объекта защиты в соответствии с частью 7 настоящей статьи.

Исключение условий образования горючей среды должно обеспечиваться одним или несколькими из следующих способов:

- применение негорючих веществ и материалов;
- ограничение массы и (или) объема горючих веществ и материалов;
- использование наиболее безопасных способов размещения горючих веществ и материалов, а также материалов, взаимодействие которых друг с другом приводит к образованию горючей среды;
- изоляция горючей среды от источников зажигания (применение изолированных отсеков, камер, кабин);
- поддержание безопасной концентрации в среде окислителя и (или) горючих веществ;
- понижение концентрации окислителя в горючей среде в защищаемом объеме;

- поддержание температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
- механизация и автоматизация технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- установка пожароопасного оборудования в отдельных помещениях или на открытых площадках;
- применение устройств защиты производственного оборудования, исключающих выход горючих веществ в объем помещения, или устройств, исключающих образование в помещении горючей среды;
- удаление из помещений, технологического оборудования и коммуникаций пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха.

6.4.3 Мероприятия по предотвращению пожара

Организационные мероприятия, способствующие уменьшению риска возникновения и предупреждения пожара ремонтно-восстановительного депо, приведены в таблице Л.4.

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

«Архитектурно-строительное проектирование, строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства осуществляются в соответствии с требованиями в области охраны окружающей среды, в том числе в соответствии с требованиями к сохранению и восстановлению природной среды, рациональному использованию природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности, предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, нормативами допустимого воздействия на окружающую среду.

При архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства должны предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, применяться ресурсосберегающие,

малоотходные, безотходные и иные технологии, способствующие предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, охране окружающей среды.» [36]

На основании Федерального закона от 09.03.2021 № 39-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» при строительстве здания выявляются вредные экологические факторы, влияющие на гидросферу, литосферу и атмосферу при монтаже металлических ферм.

Таким образом, мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду обозначены в таблице Л.6.

В заключение можно отметить, что в разделе приведена характеристика объекта строительства «Ремонтно-восстановительного депо», перечислены технологические операции, используемое оборудование, машины и механизмы, разработаны мероприятия по безопасности и экологичности объекта.

«Технологический процесс монтажа металлических ферм пригоден по требованиям экологической, пожарной безопасности и охране труда. Организация мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности соответствует требованиям нормативно-правовых законов» [2].

Заключение

В соответствии с заданием на бакалаврскую работу, при строительстве здания ремонтно-восстановительного депо железной дороги дивизиона «Север», расположенного в г. Тосно, были разработаны следующие разделы:

1. Архитектурно-планировочная часть:
 - разработана схема планировочной организации земельного участка, определены её технико-экономические показатели;
 - приведены объемно-планировочные, конструктивные и архитектурно-художественные решения;
 - приведен теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций.
2. Расчетно-конструктивная часть:
 - приведен расчёт и конструирование стропильной фермы пролетом 15м.
3. Технология строительства:
 - разработана технологическая карта на монтаж элементов покрытия;
 - произведен выбор крана и других механизмов для монтажа элементов шатра здания;
 - разработан график производства работ по монтажу шатра здания и график движения рабочих по объекту.
4. Организация строительства:
 - разработан календарный план производства работ по возведению здания и график движения рабочих по объекту;
 - определены техно-экономические показатели строительства.
 - произведен расчет строительного генерального плана;

В экономической части произведены расчеты с использованием укрупненных нормативов цены строительства НЦС 81–02–2020.

Список используемых источников

- 1 Ананьин, М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций. Термины и определения : учебное пособие для вузов. Москва : Издательство Юрайт, 2018. 130 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65955.html>.
- 2 Безопасность в строительстве и архитектуре. Пожарная безопасность при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений. Общие требования пожарной безопасности при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс] : сб. нормат. актов и документов / сост. Ю. В. Хлистун. - Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2017. - 342 с.
- 3 Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О. М. Зиновьева [и др.]. - Москва : МИСиС, 2019. - 84 с.
- 4 Белецкий, Б. Ф. Технология и механизация строительного производства : учебное пособие. Санкт-Петербург : Лань, 2020. 752 с.
- 5 Берлинов, М. В. Основания и фундаменты : учебник для вузов. Санкт-Петербург : Лань, 2019. 320 с.
- 6 Бойкова, М. Л. Организация, планирование и управление строительным производством : учебное пособие. Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. 188 с.
- 7 ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация; введ. 01.03.2017. Москва : Изд-во стандартов, 2015. 9 с.
- 8 ГОСТ 12.01.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Введ. 1992-07-01. – Министерство внутр.дел СССР. Москва: Постановление Государственного комитета, 1983. – 25 с.
- 9 ГОСТ 21.508-93 СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – введ. 31.08.1994. – Москва : Стандартиформ, 2004. – 70 с.

10 ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные. [Текст]. – введ. 01.01.1982. – Москва : Стандартиформ, 2007. – 21 с.

11 ГОСТ Р 21.501-2018 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. [Текст]. – введ. 01.06.2019. – Москва : Росстандарт, 2019. – 48 с.

12 Керро, Н. И. Экологическая безопасность в строительстве: риски и предпроектные исследования. Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. 246 с.

13 Кирнев, А. Д. Организация в строительстве : курсовое и диплом. проектирование : учеб. пособие / А. Д. Кирнев. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2017. - 527 с. : ил. - Библиогр.: с. 520-522.

14 Кузин, Н. Я. Проектирование и расчёт стальных ферм покрытий промышленных зданий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Я. Кузин. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

15 Маслова, Н.В. Организация строительного производства : электрон. учеб.-метод. пособие / Н.В. Маслова, Л.Б. Кивилевич ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Промышленное и гражданское строительство". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 147 с. : ил. - Прил.: с. 115-147. - Глоссарий: с. 107-114. - Библиогр.: с. 104-106. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/77> (дата обращения: 03.08.2021). - Режим доступа: Репозиторий ТГУ. - ISBN 978-5-8259-0890-8. - Текст : электронный.

16 Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации – Утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации" от 4 августа 2020 г. № 421/пр. – Москва: Минстрой России, 2020. – 116 с.

- 17 Плотникова И.А. Сметное дело в строительстве : учебное пособие. Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2018. 187 с.
- 18 Проектирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения : учеб. пособие под редакцией Д. Р. Маилян [и др.]. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. - 412 с.
- 19 Расчет и проектирование элементов металлических конструкций : учебно-методическое пособие / З. В. Беляева, С. В. Кудрявцев ; Министерство науки и высшего образования РФ ; Урал. федерал. ун-т им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Уральский университет, 2019. — 136 с.
- 20 Рыжков, И. Б. Основы строительства и эксплуатации зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. Б. Рыжков, Р. А. Сакаев. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 240 с.
- 21 СП 1.13330.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Введ. 19.09.2020. Москва : Стандартинформ, 2020. 49 с.
- 22 СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые конструкции по охране труда*.[Текст]. – введ. 01.07.2003. –Москва : Госстрой России, 2013. – 151 с.
- 23 СП 12-136-2002. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. Введ. 01.01.2003. Москва : Госстрой России, 2002. 9 с.
- 24 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (С поправкой, с изменениями №1, 2). Введ. 28.08.2017. Москва : Минстрой России, 2017. 140 с.
- 25 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изменениями №1, 2). Введ. 04.06.2017. М : Стандартинформ, 2018. 80 с.

- 26 СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменениями N 1, 2) ЦНИИПромзданий – Москва : Стандартинформ, 2019. – 144 с.
- 27 СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020. Москва : Минрегион России, 2020. 25 с.
- 28 СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изменением №1). Введ. 01.07.2013. Москва : Минрегион России, 2013. 96 с.
- 29 СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.[Текст]. – введ. 20.05.2011. – Москва : Росстандарт, 2011. – 14 с.
- 30 СП 70.13330.2012. «Несущие и ограждающие конструкции» [Текст.] – Введ. 2014–09–01. – Москва: Госстрой, 2012. (Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87). – 78 с.
- 31 СП 131.13330.2018. Строительная климатология. СНиП 23-01-99*. Введ. 29.05.2019. Москва : Стандартинформ, 2019. 120 с.
- 32 Сучилин, Г.Б. Основы организации и управления в строительстве : курс лекций / . — Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. — 140 с. — ISBN 978-5-93026-092-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/100842.html> (дата обращения: 08.09.2021).
- 33 Тошин, Д.С. Промышленное и гражданское строительство. Выполнение бакалаврской работы : электронное учебно-методическое пособие / Д.С. Тошин. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2020. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1538-8.
- 34 Юдина, А. Ф. Технология строительного производства в задачах и примерах (Производство монтажных работ) : учебное пособие. Санкт-Петербург : СПбГАСУ : ЭБС АСВ, 2016. – 88 с.

Приложение А
Спецификация и экспликация

Таблица А.1 – Спецификация фундаментов и фундаментных балок

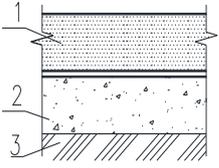
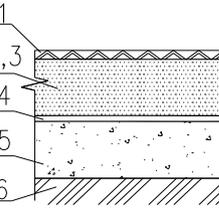
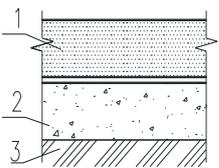
«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание» [9]
Ф1	Индивидуального изготовления	Фм1 (1,6×1,8 м)	16	-	V=2,524 м ³
Ф2	Индивидуального изготовления	Фм2 (1,8×2,0 м)	8	-	V=2,832 м ³
Ф3	Индивидуального изготовления	Фм3 (1,5x1,5 м)	9	-	V=2,258 м ³
Ф4	Индивидуального изготовления	Фм4 (1,2×1,2 м)	6	-	V=1,234м ³
Ф5	Индивидуального изготовления	Фм5 (0,4×0,4 м)	15	-	V=0,096м ³
ФЛ1	Индивидуального изготовления	ФЛм (0,4×0,8м)	1	-	V=5,76м ³
ФБ1	Серия 1.015.1-1.95	5БФМ111-3	4	2700	
ФБ2	Серия 1.015.1-1.95	5БФМ114-3	9	2820	
ФБ3	Серия 1.015.1-1.95	5БФМ58-3	4	1250	
ФБ4	Серия 1.015.1-1.95	5БФМ61-3	4	1315	
ФБ5	Серия 1.015.1-1.95	5БФМ31-3	1	785	

Таблица А.2 – Спецификация колонн

«Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание» [9]
К1	Серия 1.424.3-7.3	КК 96 П8-2	8	1373	
К2	Серия 1.424.3-7.3	КС 110 П9-2	8	1606	
К3	Серия 1.424.3-7.3	КК 96 П7-2	8	1133	
К4	Серия 1.427.3-9.1	Т7	6	380	Гн. 200×200×6
К5	Серия 1.427.3-9.1	Т12	3	550	Гн. 200×200×8

Продолжение Приложения А

Таблица А.3 – Экспликация полов

«Наименование или номер помещения»	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
Вагоноборочный участок	I		<p>1. Асфальтобетон – 40; 2. Бетонная подготовка - 100; 3. Уплотненный щебнем грунт</p>	900
Административно-бытовые помещения	II		<p>Покрытие – плитка керамическая – 5 мм. Прослойка и заполнение швов из цем. – песч. раствора М150 – 15 мм. Подстилающий слой – бетон В12,5 – 80 мм. Гидроизоляция – 2 слоя. Стяжка из цем. – песч. Раствора М150 – 50 мм. Грунт основания с втрамбованным щебнем крупностью 40 – 60 мм» [9]</p>	286
Производственные помещения, ремзона	I		<p>1. Бетон с пропиткой «Перетрон» – 50; 2. Бетонная подготовка - 100; 3. Уплотненный щебнем грунт</p>	887

В соответствии с п. 11.3.2 [26], вертикальные связи (рисунок Б2) между фермами размещают между теми осями, в которых расположены горизонтальные связи. Вертикальные связи устанавливаются в плоскости стоек стропильных ферм на опорах.

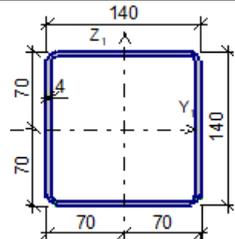
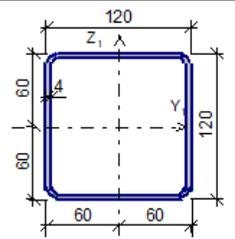
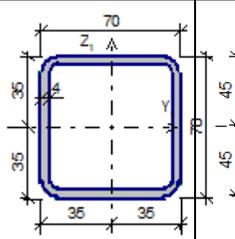
«Сечения элементов связей зависят от их конструктивной схемы и шага стропильных ферм. Для горизонтальных связей при шаге ферм 12 м применяют крестовую решётку. Для вертикальных связей по фермам используется решетчатая конструкция связей» [14].

Элементы решетки могут быть как сжаты, так и растянуты, поэтому их проектируют обычно из гнутых профилей.

Элементы связей рассчитываются, как правило, по гибкости. предельная гибкость для сжатых элементов этих связей – 200, для растянутых – 400г. Определить растянут элемент связи или сжат, можно, если учесть, что связи воспринимают условные поперечные силы, ветровые воздействия на торец здания, продольные и поперечные воздействие мостовых кранов и что эти силы могут быть направлены в одну или другую сторону.

Растянутый нижний пояс фермы не может потерять устойчивость и при пролете 15 м колебания нижнего пояса незначительны поэтому распорки не используются.

Приложение В
Подбор сечений элементов фермы. Их проверки

«Конструктивная группа	Верхний пояс	Нижний пояс	Опорный раскос	Раскос растянутый	Стойки	Сжатый раскос
Элемент №	2	8	17	21	14	20
Сталь	C255	C255	C255	C255	C255	C255
Длина элемента, м	3,015	3,015	3,78	3,78	2,0	3,448
Предельная гибкость	180-60 α	400	180-60 α	400	210-60 α	210-60 α
Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OZ_1	1	1	1	1	0,9	0,9
Коэффициент расчетной длины в плоскости X_1OY_1	1	2	1	1	0,9	0,9
Сечение						
	140×4	140×4	120×4	120×4	70×4	90×4
ГОСТ	30245–2003					
Проверка. Коэффициент использования	0,97	0,702	0,985	0,616	0,169	0,723
Прочность при действии изгибающего момента M_y	0,12	0,077	0,017	0,003	0,049	0,047
Прочность при действии поперечной силы Q_z	0,008	0,003	0,003	0,616	0,004	0,003
Прочность при совместном действии N и M_y	0,855	0,702	0,737	0,012	0,044	0,5
Устойчивость при сжатии (растяжении) в плоскости XOY	0,822	0,273	0,95	0,201	0,043	0,651
Устойчивость при сжатии (растяжении) в плоскости XOZ	0,822	0,136	0,95	0,201	0,169	0,651
Устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,97	-	0,982	-	-	0,711
Устойчивость из плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,966	-	0,013	-	-	0,723
Предельная гибкость в плоскости XOY	0,418	-	0,653	-	-	0,036
Предельная гибкость в плоскости XOZ	0,418	-	0,653	-	-	0,521» [24]

Приложение Г

Расчет и конструирование узлов фермы

Расчет и конструирование узлов фермы ведем согласно СП 294.1325800.2017. «При конструировании узлов в целях обеспечения зазора для возможности наложения сварных швов в месте крепления элементов решетки, оси элементов решетки отклоняются от центра узла, вызывая образование эксцентриситета и соответственно момента» [14]. Возникающие моменты учитываем при проверке несущей способности элементов фермы в ниже указанных случаях:

- «несущую способность стенки пояса проверяем для каждого примыкающего элемента, в зависимости от типа примыкания, по формулам 86 и 87;
- несущую способность боковой стенки в плоскости узла в месте примыкания сжатого элемента при $d/D > 0,85$ проверяем по формуле 88;
- несущую способность элемента решетки вблизи примыкания к поясу проверяем, в зависимости от типа примыкания, по формулам 89 и 90;
- прочность сварных швов, прикрепляющих элементы решетки к поясу проверяем, в зависимости от типа примыкания, по ф. 86 и 87» [24].

С целью снижения веса ферм, при недостаточной толщине стенки пояса, в узле устанавливаем дополнительную пластину толщиной 6 мм.

Результаты расчета сводим в таблицу Г.1.

Продолжение Приложения Г

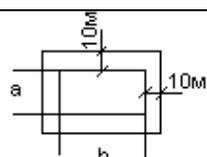
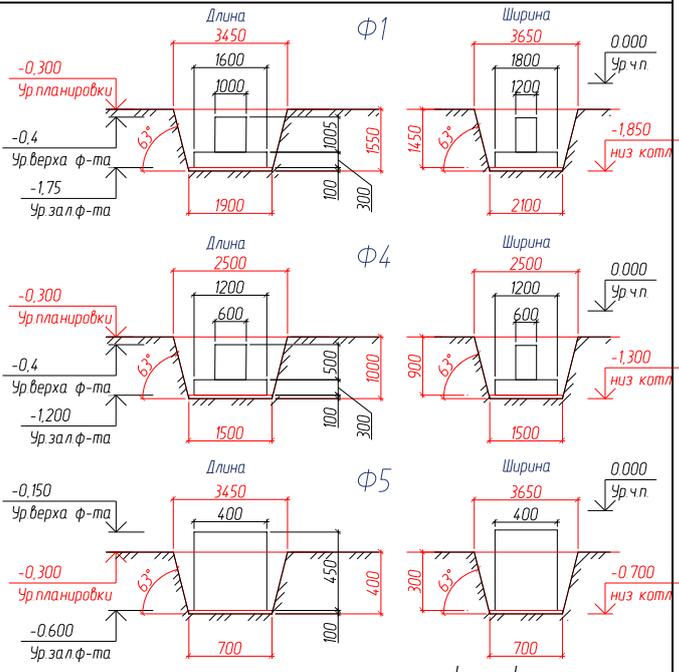
Таблица Г.1 – Результаты конструирования узлов

№ узла	№ эл-та	Пояс		Раскос			R _y , МПа	Усилие в поясе F, кН	Усилие в раскосе N, кН	M, кН·м	Несущая способность стенки пояса	Несущая способность боковой стенки	Несущая способность элемента решетки	R _{wf} , МПа	Прочность сварных швов
		D, мм	t, мм	d, мм	t _b , мм	b, мм									
1	11	140	4	70	7	70,4	255	-0,9	-42,3	0	0,78	-	0,38	215	0,58
2	7	140	4	120	7	226,4	255	-0,9	-313,8	-4,59	0,80	0,45	0,77	215	0,79
	12	140	4	70	7	70,4	255	-0,9	0,1	0	0,00	-	0,00	215	0,00
	18	140	4	70	7	122	255	-376,3	142,2	4,68	0,59	-	0,56	215	0,70
3	13	140	4	70	7	70,4	255	-376,3	-81,5	0	0,65	-	0,52	215	0,8
4	19	140	10*	70	7	132,1	255	-376,4	-1,4	0,94	0,05	-	0,03	215	0,03
	14	140	10*	70	7	70,4	255	-376,4	0,8	0	0,01	-	0,00	215	0,01
	20	140	10*	90	7	153,1	255	-250,7	-144,7	0,93	0,30	-	0,53	215	0,57
5	15	140	10*	70	7	70,4	255	-250,7	-80,9	0	0,64	-	0,51	215	0,79
6	21	140	10*	120	7	220,3	255	-249,7	310,8	6,33	0,18	-	0,57	215	0,84
	16	140	10*	90	7	90,5	255	-249,7	-207,5	0	0,97	-	0,98	215	1,96
7	11	140	4	70	7	70,4	255	251	-42,3	0	-	-	-	215	0,51
	17	140	4	120	7	226,4	255	251	-313,8	0	-	-	-	215	0,75
8	12	140	4	70	7	70,4	255	252	0,1	0	0,00	-	0,00	215	0,00
9	18	140	10*	70	7	122	255	252	142,2	0,56	0,96	-	0,52	215	0,69
	13	140	10*	70	7	70,4	255	377,6	-81,5	0	0,53	-	0,51	215	0,83
	19	140	10*	70	7	132,1	255	377,6	-1,4	0,56	0,03	-	0,02	215	0,02
10	14	140	4	70	7	70,4	255	377,4	0,8	0	0,02	-	0,01	215	0,01
11	20	140	4	90	7	153,1	255	377,4	-144,7	-5,95	0,46	-	0,53	215	0,57
	15	140	4	70	7	70,4	255	2,2	-80,9	0	0,63	-	0,53	215	0,83
	21	140	4	120	7	220,3	255	2,2	310,8	-5,88	0,18	-	0,56	215	0,71
12	16	140	4	90	7	90,5	255	2,2	207,5	0	-	-	-	215	2,27

* - толщина указана с учетом добавочной пластины толщиной бмм

Приложение Д
Таблицы ведомости объемов СМР и расхода материалов

Таблица Д.1 – Ведомость объёмов строительно-монтажных работ

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Методика расчета и эскиз
		Ед. изм.	Кол-во	
1	2	3	4	5
I. Земляные работы				
1	Планировка площади бульдозерами со срезкой растительного слоя	1000 м ²	5,2	 $F = (30 + 20) \cdot (84 + 20) = 5200 \text{ м}^2$ $V = F \cdot t = 5200 \cdot 0,15 = 780 \text{ м}^3$
2	Разработка грунта в котловане экскаваторами с ковшом вместимостью 0,65 м ³ , группа грунтов: 3 (всего) (суглинок, угол откоса 63° m=0,5) - в отвал	1000 м ³	0,393	 $V_{\text{кот.}} = 1/3 \cdot H_{\text{котл}} (F_B + F_H + \sqrt{F_B \cdot F_H})$

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
	- в отвал	1000 м ³	0,393	<p> $\Phi 1: F_H=1,9 \cdot 2,1=3,99 \text{ м}^2$ $F_B=3,45 \cdot 3,65=12,59 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,55 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}}=(1/3 \cdot 1,55(12,59+3,99+\sqrt{12,59 \cdot 3,99})) \times$ $\times 16 \text{ шт.} = 195,68 \text{ м}^3$ </p> <p> $\Phi 2: F_H=2,1 \cdot 2,3=4,83 \text{ м}^2$ $F_B=3,65 \cdot 3,85=14,05 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,55 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}}=(1/3 \cdot 1,55(14,05+4,83+\sqrt{14,05 \cdot 4,83})) \times$ $\times 8 \text{ шт.} = 112,1 \text{ м}^3$ </p> <p> $\Phi 3: F_H=1,8 \cdot 1,8=3,24 \text{ м}^2$ $F_B=3,35 \cdot 3,35=11,22 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,55 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}}=(1/3 \cdot 1,55(11,22+3,24+\sqrt{11,22 \cdot 3,24})) \times$ $\times 9 \text{ шт.} = 95,29 \text{ м}^3$ </p> <p> $\Phi 4: F_H=1,5 \cdot 1,5=2,25 \text{ м}^2$ $F_B=2,5 \cdot 2,5=6,25 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,0 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}}=(1/3 \cdot 1,0(6,25+2,25+\sqrt{6,25 \cdot 2,25})) \times$ $\times 6 \text{ шт.} = 24,5 \text{ м}^3$ </p> <p> $\Phi 5: F_H=0,7 \cdot 0,7=0,49 \text{ м}^2$ $F_B=1,1 \cdot 1,1=1,21 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=0,4 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}}=(1/3 \cdot 0,4(1,21+0,49+\sqrt{1,21 \cdot 0,49})) \times 15 \text{ шт.} = 4,94 \text{ м}^3$ </p> <div data-bbox="925 1164 1404 1411" style="text-align: center;"> </div> <p> $V_{\text{тр}}=(h_{\text{тр}} \cdot A_H + m \cdot h_{\text{тр}}^2) \cdot L$ $\Phi \text{Л1: } h_{\text{тр}}=0,6 \text{ м; } A_H=0,4+1=1,4 \text{ м; } L=18,0 \text{ м}$ $V_{\text{тр}}=(0,6 \cdot 1,4 + 0,5 \cdot 0,6^2) \cdot 18 = 18,36 \text{ м}^3$ Итого $\Phi 1+\Phi 2+\Phi 3+\Phi 4+\Phi 5+\Phi \text{Л1}=195,68 +$ $112,1 + 95,29 + 24,5 + 4,94 + 18,36 =$ $450,87 \text{ м}^3$ </p> <p> $V_{\text{констр}} = V_{\text{фунд.стак+лент}} + V_{\text{подбет}} + V_{\text{ФБ}}$ $V_{\text{констр}} = 95,2 + 16,51 + 5,76 + 18,89 = 136,36 \text{ м}^3$ </p> <p> $V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = (V_0 - V_{\text{констр}}) \cdot k_p$ $V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = (450,87 - 136,36) \cdot 1,25 = 393,1 \text{ м}^3$ </p>
3	- с погрузкой	1000 м ³	0,17	$V_{\text{изб}} = V_0 \cdot k_p - V_{\text{обр}}^{\text{зас}} = 450,87 \cdot 1,25 - 393,1 = 170,5 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения К

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
4	Доработка вручную	100м ³	0,23	$V_{р.з.} = 0,05 \cdot V_{котл} = 0,05 \cdot 450,87 = 22,5 \text{ м}^3$
5	Обратная засыпка бульдозером	1000м ³	0,39	$V_{зас}^{обр} = 393,1 \text{ м}^3$
6	Уплотнение грунта вибротрамбовкой	100м ³	3,93	$V_{упл} = V_{зас}^{обр} = 393,1 \text{ м}^3$
II. Основания и фундаменты				
7	Устройство подбетонного основания	100 м ³	0.17	<p>Площадь подбетонки равна площади всех котлованчиков по низу</p> <p>Ф1: $\Sigma F_1^H = 1,9 \cdot 2,1 = 3,99 \text{ м}^2 \times 16 \text{ шт.} = 63,84 \text{ м}^2$</p> <p>Ф2: $\Sigma F_2^H = 2,1 \cdot 2,3 = 4,83 \text{ м}^2 \times 8 \text{ шт.} = 38,64 \text{ м}^2$</p> <p>Ф3: $\Sigma F_3^H = 1,8 \cdot 1,8 = 3,24 \text{ м}^2 \times 9 \text{ шт.} = 29,16 \text{ м}^2$</p> <p>Ф4: $\Sigma F_4^H = 1,5 \cdot 1,5 = 2,25 \text{ м}^2 \times 6 \text{ шт.} = 13,5 \text{ м}^2$</p> <p>Ф5: $\Sigma F_5^H = 0,7 \cdot 0,7 = 0,49 \text{ м}^2 \times 15 \text{ шт.} = 7,35 \text{ м}^2$</p> <p>ФЛ1: $\Sigma F_{Л1}^H = 0,7 \cdot L = 0,7 \cdot 18,0 = 12,6 \text{ м}^2$</p> <p>$\Sigma F_i^H = 165,1 \text{ м}^2$</p> <p>$V_{\text{подбет}} = \delta_{\text{подбет}} \cdot \Sigma F_i^H = 0,1 \cdot 165,1 = 16,51 \text{ м}^3$</p>
8	Устройство монолитных фундаментов	100 м ³	0,95	$V = V_1 \cdot 16 + V_2 \cdot 8 + V_3 \cdot 9 + V_4 \cdot 6 + V_5 \cdot 15 = 2,524 \cdot 16 + 2,832 \cdot 8 + 2,258 \cdot 9 + 1,234 \cdot 6 + 0,096 \cdot 15 = 95,2 \text{ м}^3$
9	Устройство ленточных фундаментов	100м ³	0,06	<p>ФЛ1 под лестничную клетку в осях Б-В/2-3</p> $V = 0,4 \times 0,8 \times (6,4 + 6,4 + 2,6 + 2,6) = 5,76$
10	Обмазочная гидроизоляция фундаментов	100м ²	5,35	<p>«ФМ1:</p> $2 \times (1,6 \cdot 0,3 + 1,8 \cdot 0,3 + 1,0 \cdot 1,55 + 1,2 \cdot 1,55) = 17,5 \text{ м}^2$ $(1,6 \cdot 1,8) - (1,0 \cdot 1,2) = 1,68 \text{ м}^2$ $(17,5 + 1,68) \times 16 \text{ шт.} = 307 \text{ м}^2$ <p>ФМ2:</p> $2 \times (1,8 \cdot 0,3 + 2,0 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1,55 + 1,4 \cdot 1,55) = 10,34 \text{ м}^2$ $(1,8 \cdot 2,0) - (1,2 \cdot 1,4) = 1,92 \text{ м}^2$ $(10,34 + 1,92) \times 8 \text{ шт.} = 98 \text{ м}^2$ <p>ФМ3:</p> $2 \times (1,6 \cdot 0,3 + 1,6 \cdot 0,3 + 1,0 \cdot 1,55 + 1,0 \cdot 1,55) = 8,12 \text{ м}^2$ $(1,6 \cdot 1,6) - (1,0 \cdot 1,0) = 1,56 \text{ м}^2$ $(8,12 + 1,56) \times 8 \text{ шт.} = 77 \text{ м}^2$ <p>ФМ4:</p> $2 \times (1,5 \cdot 0,3 + 1,5 \cdot 0,3 + 0,9 \cdot 0,9 + 0,9 \cdot 0,9) = 5,04 \text{ м}^2$ $(1,5 \cdot 1,5) - (0,9 \cdot 0,9) = 1,44 \text{ м}^2$ $(5,04 + 1,44) \times 3 \text{ шт.} = 20 \text{ м}^2$ <p>ФМ5:</p> $2 \times (1,2 \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 0,3 + 0,6 \cdot 1,55 + 0,6 \cdot 1,55) = 5,16 \text{ м}^2$ $(1,2 \cdot 1,2) - (0,6 \cdot 0,6) = 1,08 \text{ м}^2$ $(5,16 + 1,08) \times 3 \text{ шт.} = 19 \text{ м}^2$ <p>ФМ6: $2 \times (0,4 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,6) \times 15 \text{ шт.} = 14 \text{ м}^2$</p> <p>Итого: $307 + 98 + 77 + 20 + 19 + 14 = 535 \text{ м}^2$ [15]</p>

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
11	Устройство монолитных ж/б фундаментных балок длиной до 12 м	100 м ³	0.18	$V = V_1 \cdot 4 + V_2 \cdot 9 + V_3 \cdot 4 + V_4 \cdot 4 + V_5 \cdot 1 =$ $= 1,08 \cdot 4 + 1,14 \cdot 9 + 0,5 \cdot 4$ $+ 0,526 \cdot 4 + 0,314 \cdot 1 = 18,19 \text{ м}^3$
III. Возведение конструкций надземной части здания				
12	Монтаж колонн	т	35.16	<p>Колонны металлические по серии 1.424.3-7.3 К1: 8шт, Н – 9.6м, из двутавра 50Ш2 К2: 8шт, Н – 11м, из двутавра 60Ш1 К3: 8шт, Н – 9.6м, из двутавра 50Ш1 Колонны навеса металлические К4: 6шт, Н – 9.0м, из ГСП 200×200×8</p> $\sum M = 8 \cdot 1,37 + 8 \cdot 1,61 + 8 \cdot 1,13 + 6 \cdot 0,38 =$ $= 35,16 \text{ т}$
13	Монтаж связей	т	10,39	<p>Индивидуального изготовления из профильной трубы 100х6 по ГОСТ 30245–2003</p> $\sum M = 2 \cdot 0,82 + 3 \cdot 0,65 + 10 \cdot 0,68 = 10,39 \text{ т}$
14	Монтаж блоков подкрановых балок	т	26,68	<p>Подкрановые балки длиной 12м по серии 1.426.2-7 ПБ1 – 8 шт, ПБ2 – 2 шт: двутавр 90Б1 ПБ3 – 8 шт, ПБ4 – 2 шт: двутавр 60Б1</p> $\sum M = 8 \cdot 1,65 + 2 \cdot 1,66 + 8 \cdot 1,01 + 2 \cdot 1,04$ $= 26,68 \text{ т}$
15	Монтаж стропильных ферм покрытия пролетом 15м	т	7,34	<p>Индивидуального изготовления из профильной трубы по ГОСТ 30245–2003</p> $\sum M = 8 \cdot 0,918 = 7,34 \text{ т}$
16	Монтаж стропильных балок	т	10,71	<p>Балки покрытия индивидуального изготовления из прокатного двутавра 50Б2</p> $\sum M = 8 \cdot 0,845 + 6 \cdot 0,659 =$ $= 10,71 \text{ т}$
17	«Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	29,3	<p>Профильная труба 200х6 по ГОСТ 30245–2003 П: 83шт×353кг= 29299кг» [15]</p>

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
18	Монтаж стоек фахверка	т	1,65	Профильная труба 200x8 по ГОСТ 30245-2003 $\sum M = 3 \cdot 0,55 = 1,65\text{т}$
19	Монтаж металлических колонн (стоек каркаса встроенных помещений)	т	4,04	Стойки каркаса АБК из прокатного двутавра 40К1 $\sum M = 6 \cdot 0,673 = 4,04\text{т}$
20	Монтаж балок перекрытия, покрытия встроенных помещений	т	2,11	балки покрытия каркаса встроенных помещений АБК из прокатного двутавра 30Б2 $\sum M = 10 \cdot 0,192 + 2 \cdot 0,096 = 2,11\text{т}$
21	Монтаж металлического профнастила перекрытия	т	3,58	профнастил под перекрытие АБК $S = 196,9 + 215,6 = 412,5 \text{ м}^2$ $M = S \cdot 8,67(\text{кг}/\text{м}^2) = 412,5 \cdot 8,67 / 1000 = 3,58\text{т}$
22	Монтаж металлических: лестниц и площадок	т	0,88	Индивидуального изготовления по косоурам из прокатного швеллера № 20 $\sum M = 4 \cdot 2,82 \cdot 18,4 + 16 \cdot 21,32 + 2 \cdot 168,4 = 878,3\text{кг}$
23	Монтаж лестниц прямолинейных пожарных с ограждением	т	0,74	Лестница пожарная тип П-1.2 $\sum M = (89,1 + 84,2 + 84,2) \cdot 2 + (89,1 + 25,3) \cdot 2 = 743,8\text{кг}$
24	Устройство кирпичного цоколя высотой 1,2м	м ³	65,2	$S_{\text{ст}} = (217,2 - 4,8 \cdot 4 - 3,6 \cdot 2 - 0,9) \cdot 1,2 = 260,64 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 260,64 \cdot 0,25 = 65,16\text{м}^3$
25	Кладка внутренних стен лестничной клетки из кирпича	м ³	40,01	$S_{\text{ст}} = 18 \cdot 6,2 = 111,6 \text{ м}^2$ $S_{\text{пр}} = 2,1 \cdot 3 = 6,3 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = (111,6 - 6,3) \cdot 0,38 = 40,0\text{м}^3$
26	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	21,69	сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата фирмы «Профмодуль» $S = 24,41 \cdot 12 \cdot 2 + 84 \cdot 12,45 \cdot 2 - 258 - 155,5 - 92,9 - 1,89 = 2169,2 \text{ м}^2$
27	Укладка бетона на перекрытия АБК	100 м ³	0,24	$S = 196,9 \text{ м}^2$ $V = 196,9 \cdot 0,12 = 23,59\text{м}^3$
28	Укладка бетона на покрытие АБК	100 м ³	0,26	$S = 215,6 \text{ м}^2$ $V = 215,6 \cdot 0,12 = 25,87\text{м}^3$

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
29	«Монтаж перегородок встроенных помещений из ГКЛ	100м ²	5,02	$S_{ст}=179.32 \cdot 3.1 = 555.9 \text{ м}^2$ $S_{пр}=2,1 \cdot 1 \cdot 8 + 2,1 \cdot 0.9 \cdot 14 + 3.0 \cdot 1.2 \cdot 2 = 50,46 \text{ м}^2$ $S_{общ} = S_{ст} - S_{пр} = 555.9 - 50.46 = 501,84 \text{ м}^2$ » [15]
30	Монтаж стальных перегородок	100м ²	1,35	$S = 45 \cdot 3 = 135 \text{ м}^2$
IV. Кровельные работы				
31	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100м ²	24,35	$S = 84 \cdot 15,37 + 84 \cdot 9,22 + 60 \cdot 6,15 = 2434,6 \text{ м}^2$
V. Полы				
32	Уплотнение грунта щебнем	м ³	300	Помещения: №1 – 899,88 м ² , №2 – 355,32 м ² , №3 – 108,38 м ² , №4 – 107,93 м ² , №5 – 215,93 м ² , №6 – 108 м ² , №7 – 14,7 м ² , №8 – 16,33 м ² , №9 – 16,64 м ² , №10 – 16,87 м ² , №11 – 44,26 м ² , №12 – 22,96 м ² , №13 – 22,96 м ² , №14 – 22,96 м ² , №15 – 23,26 м ² $S = 1996,4 \text{ м}^2$ $V = S \cdot t = 1996 \cdot 0,15 = 299,5 \text{ м}^3$
33	Устройство бетонного основания под полы	м ³	200	Помещения: №1 – 899,88 м ² , №2 – 355,32 м ² , №3 – 108,38 м ² , №4 – 107,93 м ² , №5 – 215,93 м ² , №6 – 108 м ² , №7 – 14,7 м ² , №8 – 16,33 м ² , №9 – 16,64 м ² , №10 – 16,87 м ² , №11 – 44,26 м ² , №12 – 22,96 м ² , №13 – 22,96 м ² , №14 – 22,96 м ² , №15 – 23,26 м ² $S = 1996,4 \text{ м}^2$ $V = S \cdot t = 1996,4 \cdot 0,1 = 199,6 \text{ м}^3$
34	Устройство гидроизоляции под полы	100м ²	0,82	Помещения: №8 – 16,33 м ² , №9 – 16,64 м ² , №16 – 16,33 м ² , №18 – 14,72 м ² , №19 – 17,55 м ² , $S = 81,6 \text{ м}^2$
35	Асфальтобетонное покрытие пола толщиной 40мм	100м ²	9,0	Вагоносборочный участок (помещение №1 – 899,88 м ²) $S = 900 \text{ м}^2$ $V_{общ} = 900 \times 0,04 \text{ м} = 36 \text{ м}^3$
36	Устройство покрытия пола из бетона с пропиткой «Пенетрон» толщиной 40мм	100м ²	8,95	Производственные помещения, ремзона №2 – 355,32 м ² , №3 – 108,38 м ² , №4 – 107,93 м ² , №5 – 215,93 м ² , №6 – 108 м ² , $S = 895,6 \text{ м}^2$
37	Устройство плиточного покрытия пола	100 м ²	3,35	Помещения АБК 1 этаж: №7 – 14,7 м ² , №8 – 16,33 м ² , №9 – 16,64 м ² , №10 – 16,87 м ² , №11 – 44,26 м ² , №12 – 22,96 м ² , №13 – 22,96 м ² , №14 – 22,96 м ² , №15 – 23,26 м ² 2 этаж: №16 – 16,33 м ² , №17 – 16,67 м ² , №18 – 14,72 м ² , №19 – 17,55 м ² , №20 – 22,96 м ² , №21 – 22,96 м ² , №22 – 22,96 м ² , $S = 335,09 \text{ м}^2$
VI. Окна, ворота, двери				
38	Окна	100м ²	2,58	Окна ПВХ по ГОСТ 30674-99 - 41 шт $S = 30 \cdot (6,0 \cdot 1,2) + 9 \cdot (3,0 \cdot 1,2) + 2 \cdot (2,0 \cdot 2,4) = 258 \text{ м}^2$

Продолжение Приложения К

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5
39	Ворота наружные металлические с калиткой	т	6,0	Ворота распашные по серии 1.435.2-28 – 9 шт $S=3,6 \cdot 3,6 \cdot 3 + 3,0 \cdot 3,0 \cdot 6 = 92,9 \text{ м}^2$ $m=3 \cdot 0,968 + 6 \cdot 0,517=6,0$
40	Ворота наружные металлические подъемно-поворотные	100м ²	1,56	Ворота подъемно-поворотные по серии 1.435.9-25 – 6 шт $S=4,8 \cdot 5,4 \cdot 6=155,5 \text{ м}^2$ $m=6 \cdot 1,389=8,33\text{т}$
41	Монтаж дверей деревянных	100м ²	0,5	Двери деревянные внутренние индивидуального изготовления по ГОСТ 475-2016 – 25 шт (в помещениях АБК $S_{\text{дв}}=11 \cdot 2,1 \cdot 1,0 + 14 \cdot 2,1 \cdot 0,9=49,56 \text{ м}^2$
42	Установка металлических дверных блоков в сэндвич-панелях	м ²	1,89	Двери наружные индивидуального изготовления по ГОСТ 475-2016 – 1 шт $S_{\text{дв}}=1 \cdot 2,1 \cdot 0,9=1,89 \text{ м}^2$
VII. Отделочные работы				
43	Облицовка цоколя металлическим профнастилом на высоту 1,2 м	100м ²	2,61	$S_{\text{ст}}=(217,2-4,8 \cdot 4 - 3,6 \cdot 2 - 0,9) \cdot 1,2= 260,64 \text{ м}^2$
44	Оштукатуривание кирпичных стен лестничной клетки	100м ²	2,1	$S_{\text{ст}}=18 \cdot 6,2= 111,6 \text{ м}^2$ $S_{\text{пр}}=2,1 \cdot 1 \cdot 3 = 6,3 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}}=(111,6-6,3) \cdot 2=210,6 \text{ м}^2$
45	Покраска стен	100м ²	12,14	В помещениях АБК $S_{\text{ст АБК}}=179,32 \cdot 3,1= 555,9 \text{ м}^2$ $S_{\text{пр}}=2,1 \cdot 1 \cdot 8 + 2,1 \cdot 0,9 \cdot 14 + 3,0 \cdot 1,2 \cdot 2 = 54,06 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}}=2 (S_{\text{ст АБК}} - S_{\text{пр}}) + S_{\text{ст л.к.}}=1214,4 \text{ м}^3$
46	Водоэмульсионная окраска потолков	100м ²	2,86	В помещениях АБК $S = 286 \text{ м}^2$
47	Облицовка стен керамической плиткой на клею из сухих смесей	100м ²	0,99	В санузлах и душевых АБК $S = 58,2 \cdot 1,7 = 98,94 \text{ м}^2$
VIII. Благоустройство территории				
48	«Подготовка почвы для устройства газона	100м ²	4,261	по штриховке СПОЗУ определяем площадь
49	Посадка деревьев, кустов	1шт	3	
50	Засев газона	100м ²	4,261	См. п. 48
51	Асфальтирование проездов	1000м ²	2,813	по штриховке СПОЗУ определяем площадь асфальтового проезда $S_{\text{асф}}= 2813 \text{ м}^2$
52	Укладка плитки	100м ²	1,16	$S_{\text{плит.}}= 116,3 \text{ м}^2$
53	Укладка железнодорожных путей	км пути	0,539	Длина железнодорожных путей составила: $L=539\text{м пути}$ [15]

Продолжение Приложения Д

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

№ п/п	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на единицу объема работ	Потребность на весь объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8
II. Основания и фундаменты							
1	Устройство подбетонного основания 100мм	м ³	16,5	Бетон В7,5	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{16,51}{41,3}$
2	Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м ³	95,2	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{95,2}{231,25}$
				арматура	т	0,3т/м ³	95,2*0,3=28,6т
				опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{458,2}{6,8}$
3	Устройство ленточных фундаментов	м ³	5,76	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{5,76}{14,4}$
				арматура	т	0,3т/м ³	5,76*0,3=1,7т
				опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{28,8}{0,432}$
4	Устройство обмазочной гидроизоляции фундаментов	м ²	535	Битумная бутилкаучуковая мастика	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,002}$	$\frac{535}{1,07}$
5	Укладка фундаментных балок	м ³	18,19	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{18,2}{45,5}$
				арматура	т	0,3т/м ³	18,2*0,3=5,46т
				опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{28,8}{0,432}$
III. Возведение конструкций надземной части здания							
6	Монтаж колонн	шт	30	Колонны металлические по серии 1.424.3-7.3	шт	1	8
					т	1,37	10,96
					шт	1	8
					т	1,61	12,88
					шт	1	8
				т	1,13	9,04	
Колонны металлические по серии 1.427.3-9.1	шт	1	6				
т	0,38	2,28					

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

7	Монтаж блоков металлических подкрановых балок	шт	20	Подкрановые балки по серии 1.426.2-7 в. 3	шт	1	8
					т	1,65	13,2
					шт	1	2
					т	1,66	3,32
				Подкрановые балки по серии 1.426.2-7 в. 1	шт	1	8
					т	1,01	8,08
8	Монтаж металлических связей	шт	15	Портальные связи $l=16,4\text{м}$	шт	1	2
					т	0,82	1,64
				Крестообразные связи $l=25,4\text{м}$	шт	1	3
					т	0,65	1,95
				Крестообразные связи $l=25,4\text{м}$	шт	1	10
					т	0,68	6,8
9	Монтаж металлических стропильных ферм покрытия	шт	8	Металлические фермы ФС-12-2,2 пролетом 15м из ГСП: по ГОСТ 30245-2003 согласно раздела РКР	шт	1	8
					т	0,918	7,34
10	Монтаж металлических стропильных балок покрытия	шт	14	Балки покрытия из прокатного двутавра 50Б2 $l=8,75\text{м}$	шт	1	8
					т	0,845	6,76
				Балки покрытия из прокатного двутавра 50Б2 $l=6,03\text{м}$	шт	1	6
					т	0,659	3,95
11	Монтаж металлических прогонов	шт	83	ГСП 200х6 по ГОСТ 30245-2003 $l=25,27\text{м}$	шт	1	83
					т	0,353	29,3
12	Монтаж металлического фахверка по серии 1.030.9-2	шт	3	марка «Т12» по серии 1.427.3-9.1	шт	1	3
					т	0,55	1,65
13	Монтаж стоек каркаса встроенных помещений	шт	6	Стойки каркаса из прокатного двутавра 40К1	шт	1	6
					т	0,673	4,04

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	Монтаж балок перекрытия АБК	шт	10	прокатный двутавр 30Б2	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,176}$	$\frac{12}{2,11}$
15	Монтаж металлического профнастила покрытия и перекрытия АБК	т	3,58	Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства по ОСТ 24045-2016 Н75-750-0.8	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,00867}$	$\frac{412,5}{3,58}$
16	Укладка бетонной смеси перекрытия (покрытия) по металлическим балкам и профнастилу	100 м ²	4,13	Бетон В25	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{49,46}{123,65}$
				арматура	т	0,3т/м ³	49,46*0,3 =14,84т
17	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	21,7	Сэндвич-панель	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,01443}$	$\frac{2169,2}{31,3}$
18	Устройство кирпичного цоколя высотой 1,2м	м ³	65,16	кирпич керамический по ГОСТ 530-2012	$\frac{\text{м}^3}{\text{шт}}$	$\frac{1}{394}$	$\frac{65,16}{25673}$
				Цементно-песчаный раствор М50 при норме объема раствора 0,25м ³ /куб.м. кладки	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,6}$	$\frac{16,29}{26,1}$
19	Устройство кирпичных стен δ=0,25м	м ³	40,01	кирпич керамический по ГОСТ 530-2012	$\frac{\text{м}^3}{\text{шт}}$	$\frac{1}{394}$	$\frac{40,01}{15764}$
				Цементно-песчаный раствор М50	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,6}$	$\frac{10,00}{16,26}$
20	Монтаж лестниц металлических	шт	1	Швеллер №20 по ГОСТ 8240-97 l = 2,82м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,052}$	$\frac{4}{0,21}$
				равнополочные уголки по ГОСТ 8509-93 L50x5 l = 1,2м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{84}{0,34}$
				Листы стальные с ромбическим и чечевичным рифлением	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,008}$	$\frac{40}{0,336}$
21	Монтаж встроенных из ГКЛ	м ²	502	Гипсокартонные листы	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,023}$	$\frac{501,8}{11,54}$

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
22	Монтаж лестниц металлических пожарных	шт	4	пожарные лестницы типа П-1.2 по ГОСТ Р 53254-2009	шт т	$\frac{1}{0,258}$	$\frac{2}{0,515}$
				пожарные лестницы типа П-1.2 по ГОСТ Р 53254-2009	шт т	$\frac{1}{0,114}$	$\frac{2}{0,229}$
23	Монтаж стальных перегородок	м ²	135	Профили стальные листовые гнутые по ГОСТ 24045-2016 Н75-750-0.8	м ² т	$\frac{1}{0,00867}$	$\frac{135}{1,17}$
IV. Кровельные работы							
24	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100 м ²	24,35	Сэндвич панель	м ² т	$\frac{1}{0,01443}$	$\frac{2434,6}{87}$
V. Полы							
25	Уплотнение грунта щебнем слоем 100мм	м ³	300	Щебень М600 по ГОСТ 8267-93 фракции 40-70 мм $\gamma=1300$ кг/м ³	м ³ т	$\frac{1}{1,53}$	$\frac{300}{459}$
26	Устройство бетонного основания под полы	м ³	200	Бетон $\gamma=2,5$ т/м ³	м ³ т	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{200}{500}$
27	Устройство гидроизоляционного слоя	100 м ²	0,86	Ceresit CR 65 – обмазочная гидроизоляция (4кг/м ²)	м ² т	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{81,6}{0,326}$
28	Асфальтобетонное покрытие пола	м ³	36	Асфальтовая мастика, песок и битум	м ³ т	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{36}{79,2}$
29	Бетонное покрытие пола	м ³	35,82	Бетон класса В20	м ³ т	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{35,82}{89,6}$
30	Устройство плиточного покрытия пола	100 м ²	3,35	Керамическая плитка 300х300	м ² т	$\frac{1}{0,03}$	$\frac{335,1}{10,05}$
				Клей	м ² т	$\frac{1}{0,0035}$	$\frac{335,1}{1,17}$
VI. Окна, ворота, двери							
31	Монтаж металлических ворот распашных	шт	9	Ворота распашные по серии 1.435.2-28	шт т	$\frac{1}{0,67}$	$\frac{9}{6}$
32	Монтаж металлических ворот подъемных	шт	6	металлические ворота подъемные по серии 1.435.9-25	шт т	$\frac{1}{1,389}$	$\frac{6}{8,33}$
33	Установка окон ПВХ	м ²	258	Окно ПВХ	м ² т	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{258}{6,45}$
34	Монтаж дверей внутренних	шт	25	Дверь деревянная	шт т	$\frac{1}{0,037}$	$\frac{25}{0,925}$

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
35	Монтаж дверей металлических наружных	шт	1	Дверь металлическая	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,042}$	$\frac{1}{0,042}$
VII. Отделочные работы							
36	«Облицовка цоколя металлическим профнастилом на высоту 1,2 м	100 м ²	2,61	Профнастил ПС10	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0063}$	$\frac{260,6}{1,641}$
37	Оштукатуривание кирпичных стен	100 м ²	2,1	Водоэмульсионка акриловая	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,016}$	$\frac{210,6}{3,39}$
38	Покраска стен	100 м ²	12,14	Водоэмульсионка акриловая	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0002}$	$\frac{1214}{0,242}$
39	Покраска потолков	100 м ²	2,86	Водоэмульсионка акриловая	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0004}$	$\frac{286}{0,114}$
40	Облицовка стен плиткой	100 м ²	0,99	Керамическая плитка гладкая 200x300	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{99}{2,47}$
				Клей	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0035}$	$\frac{99}{0,346}$
VIII. Благоустройство территории							
41	Посадка деревьев, кустов	1шт	3	Береза бородавчатая, 5 лет, с комом 0,8x0,8x0,6 м	шт	3	3
42	Засев газона	100 м ²	4,261	Газон партерный	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{4216}{84,32}$
43	Асфальтирование проездов	100 м ²	2,813	Асфальтобетон, бортовой камень БР 100.20.8,	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{112,5}{258,3}$
44	Устройство плиточного покрытия	100 м ²	116,3	Брусчатка прямоугольная	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,115}$	$\frac{116,3}{13,37}$
45	Укладка железнодорожных путей	км пути	0,539	Рельсы железнодорожный	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,065}$	$\frac{539}{35,04}$ » [1

Приложение Е
Ведомость трудоемкости и машиноемкости СМР

Таблица Е.1 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

1	«Наименование работ»	Ед. изм.	Обоснование НЭСГ § ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Профессиональный, квалификационный состав звена, рекомендуемый ЕНиР или ГЭСН
				Чел.- час	Маш.- час	Объём работ	чел.-дн.	маш.- смен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
НУЛЕВОЙ ЦИКЛ									
I. Земляные работы									
1	Планировка площадки бульдозером со срезкой растительного слоя	1000м ²	ГЭСН 01-01-036-01	0,35	0,35	5,2	0,23	0,23	Маш. бр.-1
2	Разработка грунта в экскаваторах в отвал	1000м ³	ГЭСН01-01-003-09	11,2	24,5	0,39	0,55	1,19	Маш. бр.-1 Маш. бр.-1 Разнорабочий
3	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами	1000м ³	ГЭСН01-01-013-09	12,9	37,33	0,17	0,27	0,79	
4	Зачистка котлованов вручную	100м ³	ГЭСН 01-02-056-09	424	0	0,23	12,19	0,00	
5	Уплотнение грунта вибротрамбовками	100м ³	ГЭСН 01-02-005-02	14,96	3,13	3,93	7,35	1,54	Разнорабочий Маш. бр.-1» [15]
6	Обратная засыпка бульдозером	1000м ³	ГЭСН 01-03-031-03	10,36	10,36	0,39	0,51	0,51	

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
II. Основания и фундаменты									
7	«Устройство подбетонного основания под фундаменты	100м ³	ГЭСН 06-01-001-01	135	18,12	0,17	2,87	0,39	Бетонщ. 5р.-2 Монт. 2р.-3
8	Устройство монолитных фундаментов под металлические колонны	100м ³	ГЭСН06-02-001-04	405	25,39	0,95	48,09	3,02	Изол. 4р. -2
9	Устройство монолитных ленточных фундаментов	100м ³	ГЭСН06-02-001-05	306	19,19	0,06	2,30	0,14	
10	Обмазочная гидроизоляция фундаментов	100м ²	ГЭСН 08-01-003-09	3,57	0,02	5,35	2,39	0,01	
11	Устройство фундаментных балок	100м ³	ГЭСН 06-07-001-01	1100	60,8	0,18	24,75	1,37	Бетонщ. 5р.-2 Монт. 2р.-3
НАДЗЕМНЫЙ ЦИКЛ									
III. Возведение конструкций надземной части здания									
12	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 3,0 т	т	ГЭСН09-03-002-04	12,5	3,15	35,16	54,94	13,84	Монт. 5р.-2 Монт. 2р.-3 Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
13	Монтаж металлических связей по колоннам	т	ГЭСН09-03-014-01	39,55	4,01	10,39	51,37	5,21	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1» [15]
14	Монтаж подкрановых балок	т	ГЭСН 09-03-003-07	22,09	5,54	26,68	73,67	18,48	
15	Монтаж стропильных ферм покрытия	т	ГЭСН09-03-012-01	23	4,82	7,34	21,10	4,42	

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	Монтаж балок покрытия при высоте здания: до 25 м	т	ГЭСН09-03-002-12	15,6	2,88	10,71	20,88	3,86	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1 Маш. 6р.-1
17	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	ГЭСН09-03-015-01	14,1	1,75	29,3	51,64	6,41	
18	Монтаж фахверка	т	ГЭСН 09-04-006-01	25,3	3,08	1,65	5,22	0,64	
19	Монтаж металлических колонн каркаса встроенных помещений	т	ГЭСН 09-04-006-01	25,3	3,08	4,04	12,78	1,56	
20	Монтаж балок перекрытия, покрытия встроенных помещений)	т	ГЭСН09-03-002-12	15,6	2,88	2,11	4,11	0,76	
21	Монтаж металлического профнастила перекрытия и покрытия АБК	т	ГЭСН46-02-005-04	22,2	1,51	3,58	9,93	0,68	
22	Монтаж: лестниц, площадок, ограждений	т	ГЭСН 39-01-009-05	37,28	10,05	0,88	4,1	1,1	
23	Монтаж пожарных лестниц	т	ГЭСН 09-03-029-01	28,9	5,83	0,74	2,67	0,54	
24	Кирпичная кладка цоколя	1м ³	ГЭСН 08-02-001-01	4,54	0,4	65,2	37,00	3,26	Каменщ. 4р.-3 Разнораб 2р.-3
25	Кирпичная кладка внутренних стен	1м ³	ГЭСН 08-02-001-07	4,38	0,4	40,01	21,91	2,00	
26	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100м ²	ГЭСН 09-04-006-04	152	36,14	21,69	412,11	97,98	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27	Бетонирование перекрытий с помощью автобетононасоса в крупнощитовой опалубках толщиной: до 16 см	10м ²	ГЭСН 06-16-005-06	1,61	0,81	19,7	4,0	2,0	Бетонщ. 5р.-2 Разнораб. 2р.-3
28	Бетонирование покрытий с помощью автобетононасоса в крупнощитовой опалубках толщиной: до 16 см	10м ²	ГЭСН 06-16-005-06	1,61	0,81	21,6	4,3	2,2	
29	Устройство перегородок из гипсокартонных листов (ГКЛ) по системе "КНАУФ" с одинарным металлическим каркасом	100м ²	ГЭСН 10-05-002-02	136	0	5,02	85,34	0,00	Монт. 5р.-2 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-1
30	Монтаж перегородок: стальных, консольных, сетчатых	100м ²	ГЭСН 09-03-046-03	52,1	0,31	1,35	8,79	0,05	
IV. Кровельные работы									
31	Монтаж кровельных сэндвич-панелей покрытия	100м ²	ГЭСН 09-04-002-03	45,2	10,76	24,35	137,58	32,75	Кров. 5р. - 1 Кров. 4р. - 2 Кров. 3р. - 1
V. Полы									
32	Устройство уплотненного щебеночного подстилающего слоя	1м ³	ГЭСН 11-01-003-03	3	0,48	300	112,50	18,00	Разнорабочий Маш. бр.-1
33	Устройство бетонного основания под полы	1м ³	ГЭСН 11-01-002-09	3,66	0,48	200	91,50	12,00	Бетонщ. 5р.-2 Разнораб. 2р.-3
34	Устройство гидроизоляционного слоя	100м ²	ГЭСН 11-01-004-05	40,7	0,91	0,82	4,17	0,09	Изол. 4р. -2
35	Устройство асфальтобетонного покрытия пола	100м ²	ГЭСН 11-01-019-01	35,18	0,09	9	39,58	0,10	Асфальтобет.. 4р.-1 Асфальтобет.. 2р.-1 Маш. бр.-1

Продолжение Приложения Ж

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	Устройство бетонного покрытия пола	100м ²	ГЭСН 11-01-024-01	109,39	27,02	8,95	122,38	30,23	
37	Устройство плиточного покрытия пола	100м ²	ГЭСН 11-01-027-03	106	2,94	3,35	44,39	1,23	Плиточник
VI. Окна, ворота, двери									
38	«Монтаж ПВХ оконных блоков	100м ²	ГЭСН 09-04-009-04	437,92	19,31	2,58	141,23	6,23	Монт. - 5р. - 2 Монт. - 3р. - 2
39	Монтаж подъемных ворот	100м ²	ГЭСН 09-08-007-01	119,43	0,68	1,56	23,29	0,13	Монт. 5р.-1 Монт. 4р.-2 Монт. 2р.-2 Маш. 6р.-1
40	Монтаж каркасов ворот зданий без механизмов открывания	т	ГЭСН 09-04-011-01	41,4	8,87	6	31,05	6,65	
41	Монтаж наружных дверей	1м ²	ГЭСН 09-04-012-01	2,4	0,17	1,89	0,57	0,04	
42	Монтаж дверей деревянных внутренних	100м ²	ГЭСН 10-04-013-01	67,1	3,32	0,5	4,19	0,21	
VII. Отделочные работы									
43	Облицовка цоколя металлическим профнастилом	100м ²	ГЭСН09-04-006-02	94	16,9	2,61	30,67	5,51	Облиц. - 4р. - 2 Облиц. - 3р. - 3
44	Оштукатуривание кирпичных стен лестничной клетки	100м ²	ГЭСН 15-02-016-03	85,84	109,64	2,1	22,53	28,78	
45	Покраска стен	100м ²	ГЭСН 15-04-007-01	43,56	0,17	12,14	55,21	0,22	Маляр Облиц. - 4р. - 2 Облиц. - 3р. - 2»
46	Покраска потолков	100м ²	ГЭСН 15-04-007-02	63	0,02	2,86	22,52	0,01	[15]

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

47	«Облицовка стен плиткой	100м ²	ГЭСН 15-01- 020-13	157,32	1,65	0,99	19,47	0,20	
	Итого СМР						1890,2	317,8	
VIII. Благоустройство территории									
48	Подготовка почвы для устройства газона	100м ²	ГЭСН 47-01- 001-01	40	0	4,26	21,30	0,00	Разнорабочий
49	Посадка деревьев и кустарников с комом земли	10 шт	ГЭСН 47-01- 009-06	36,6	2,47	0,3	1,37	0,09	Разнорабочий
50	Засев газона	100м ²	ГЭСН 47-01- 046-06	5,25	2,74	4,26	2,80	1,46	Разнорабочий
51	Асфальтирование проездов	1000м ²	ГЭСН 27-06- 019-01	50,96	6,6	2,81	17,90	2,32	Асфальтобет. 5р.-1 Асфальтобет.. 4р.-3 Асфальтобет.. 2р.-1 Маш. 6р.-1
52	Устройство плиточного покрытия	100м ²	ГЭСН 27-07- 014-01	115	9,9	1,16	16,68	1,44	Плиточник
53	Укладка железнодорожных путей	1 км пути	ГЭСН 32-04- 001-01	1874,8	264,59	0,539	126,31	17,83	Монтер 5р. - 1 Монтер 4р. - 3 Монтер 3р. - 5» [15]

Продолжение Приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

ДРУГИЕ РАБОТЫ									
54	«Подготовительный период	% от СМР				10	189,1	31,9	Разнорабочий
55	Санитарно-технические работы	% от СМР				7	132,4	22,3	Сантехник
56	Электромонтажные работы	% от СМР				5	94,6	16	Электрик
57	Неучтенные работы	% от СМР				16	302,5	50,9	Разнорабочий» [15]
	Всего						2795,2	462	

Приложение Ж
Подбор машин и механизмов для производства работ, не определенных в техкарте

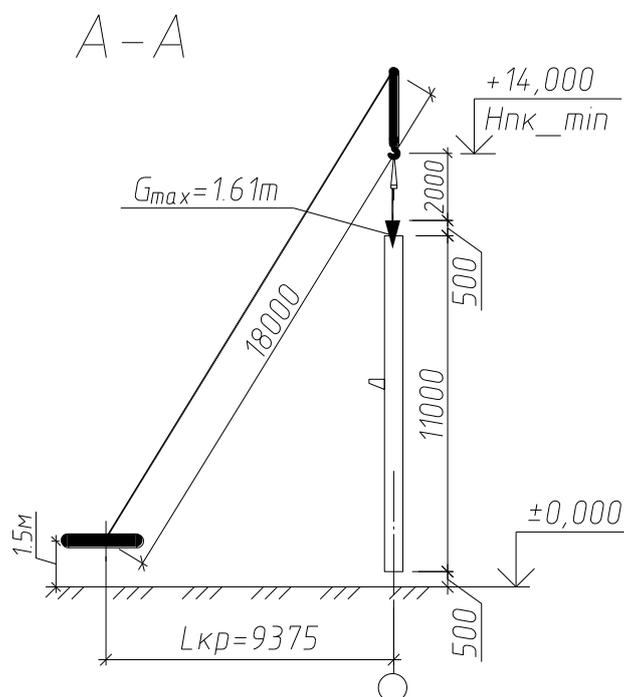
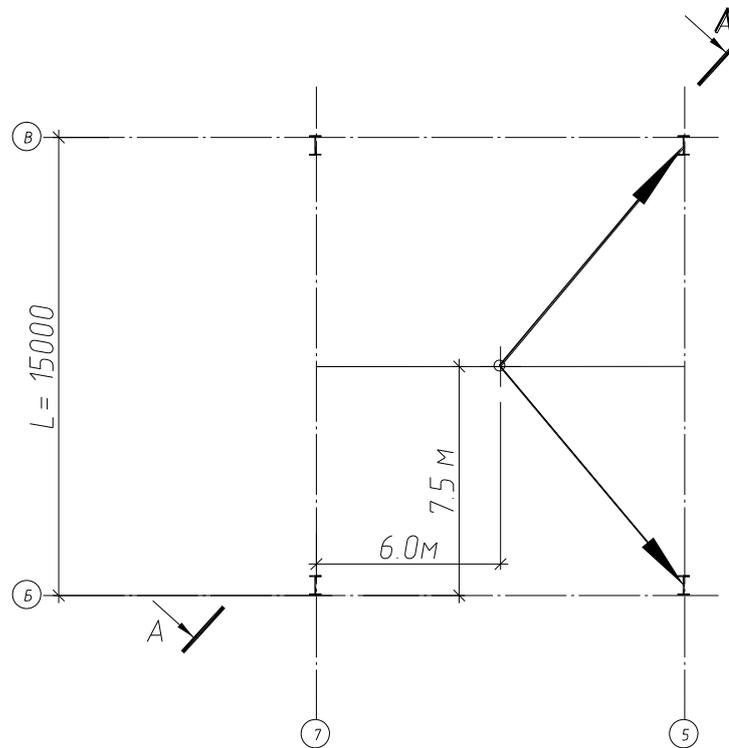


Рисунок Ж.1 – Графо-аналитический выбор крана при монтаже колон с одной стоянки (КС-35715)

Продолжение Приложения Ж

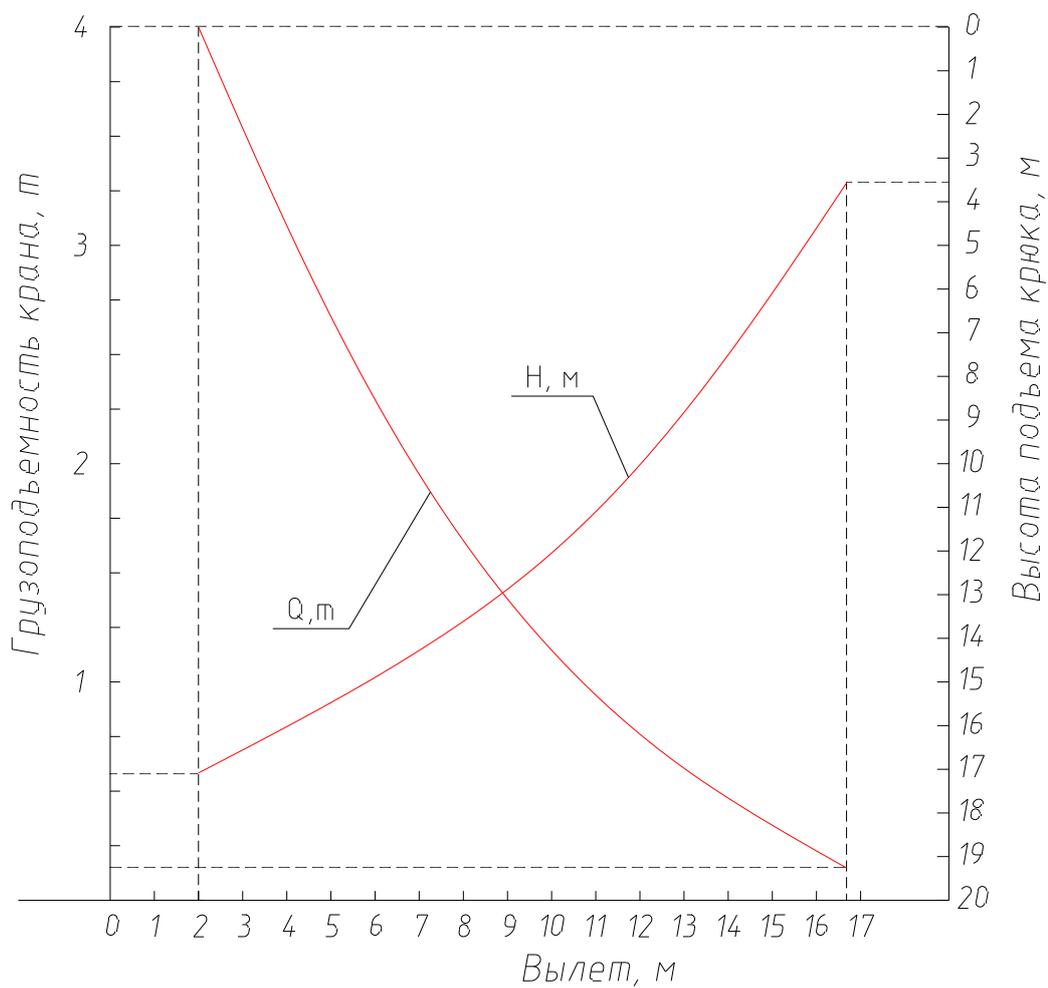


Рисунок Ж.2 – Грузовысотная характеристика стрелового крана КС-35715

Продолжение Приложения Ж

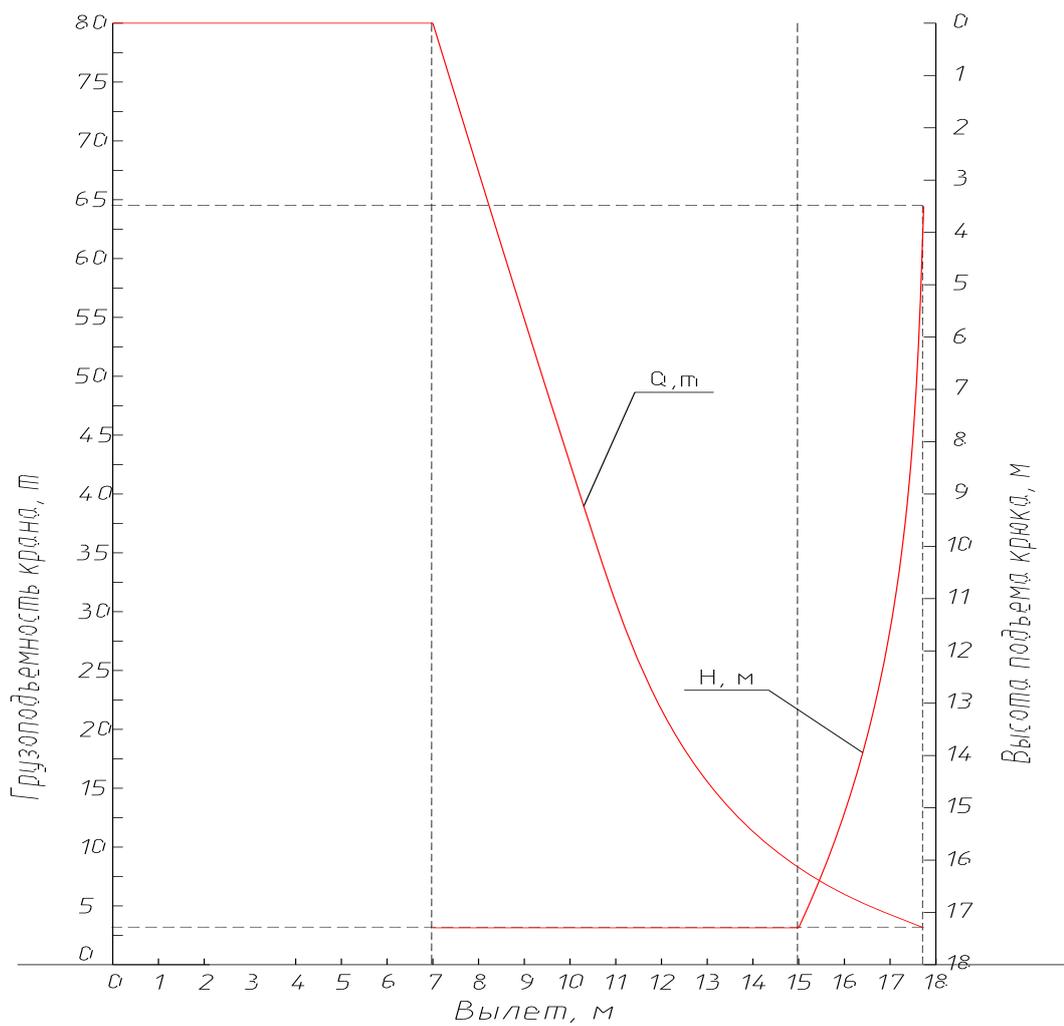


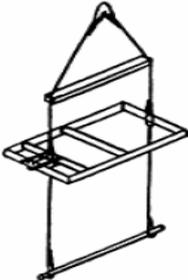
Рисунок Ж.3 – Грузовысотные характеристики ж/д крана КЖ-971

Продолжение Приложения Ж

Таблица Ж.1 – «Машины, механизмы и оборудование для производства работ

Наименование	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во» [15]
Бульдозер	Cat® D3	двигатель Cat C3.6	земляные работы	1
Экскаватор	Cat 320	220 л.с	земляные работы	1
ж/д кран	КЖ-971	$L_{стр}= 22,37м$; $Q=80т$	Монтаж МК	1
Автокран	КС-35715	$L_{стр}= 18м$; $Q=16т$	Монтаж МК	1
Автобетоносмеситель	АБС 58145У	$5м^3$	перевозка бетона	1
Автогидроподъёмник	АГП-14Т	$14,5м$	Монтаж МК	2
Самосвал	КамАЗ-6520	$Q — 20т$; мощность— $235 л.с.$	логистика	3
Бетононасос строительный передвижной	Putzmeister BSA 1004 E	Мощность кВт(л.с.) — $5,6 15м^3/час (16)$	Бетонные работы	1
Аппарат для сварки переменным и постоянным током	РЕСАНТА САИ-250К	Сварочный ток $500 А$; $7,2 кВт$	Сварочные работы	2
Дрель ударная	Makita HP1631	Мощность $870 Вт$	Монтажные работы	2
Шлифмашина угловая	УШМ-230-2100	Мощность $2100 Вт$	-//-	2
Вибратор	Н-22	Мощность $500 Вт$	Бетонные работы	2
Виброрейка	СО-47	Мощность $600 Вт$	-//-	2

Таблица Ж.2 – Ведомость грузозахватных приспособлений

Монтаж	G, т	марка	Эскиз	Q, т	m, т	$h_{ст, м}$
Самый тяжелый элемент – колонна К1	1,61	2СК-4,0		4	0,06	2
		Строп 2СК2-6		2	0,02	

Приложение И
Ведомости электропотребления

Таблица И.1 – «Потребная мощность на машины и установки с учетом значений средних коэффициентов спроса K_c и мощности $\cos\varphi$ для стройплощадки» [12]

«Наименование потребителя	Ед. изм.	Установленная мощность	Кол-во	K_c	$\cos\varphi$	Общая установленная мощность, кВт
Сварочный аппарат инверторного типа РЕСАНТА САИ-250К	шт	7,2	2	0,35	0,4	$7,2 \cdot 2 \cdot 0,35 / 0,4 = 12,6$ кВт
Бетононасос строительный передвижной Putzmeister BSA 1004 E	шт	5,6	1	0,4	0,5	$5,6 \cdot 1 \cdot 0,4 / 0,5 = 4,48$ кВт
Дополнительные мелкие механизмы:				0,1	0,4	$(1+1,2+4,2) \cdot 0,1 / 0,4 = 1,6$ кВт
- вибратор Н-22	шт	0,5	2			$0,5 \cdot 2 = 1$
- виброрейка СО-47	шт	0,6	2			$0,6 \cdot 2 = 1,2$
- углошлифмашина УШМ-230-2100	шт	2,1	2			$2,1 \cdot 2 = 4,2$
- дрель ударная Makita HP1631	шт	0,87	2			$0,87 \cdot 2 = 1,74$
Итого P_c						20,1 кВт» [15]

Таблица И.2 – Потребная мощность для внутреннего освещения

«Наименование потребителя	Ед. изм.	Уд. мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Общая установленная мощность, кВт
Контора прораба	100м ²	1	75	0,18м ²	$1 \cdot 0,18 = 0,18$
Гардеробные	100м ²	1	50	0,18м ²	$1 \cdot 0,18 = 0,18$
Комната для отдыха, обогрева, приема пищи	100м ²	1	75	0,16м ²	$1 \cdot 0,16 = 0,16$
Душевая	100м ²	1	50	0,18м ²	$1 \cdot 0,18 = 0,18$
Проходная	100м ²	1	50	0,12м ²	$1 \cdot 0,12 = 0,12$
Туалет	100м ²	0,8	50	0,12м ²	$0,8 \cdot 0,12 = 0,096$
Закрытый склад	1000м ²	1,2	15	0,043м ²	$1,2 \cdot 0,043 = 0,052$
Итого $P_{вс}$					0,97» [15]

Таблица И.3 – Потребная мощность для наружного освещения

«Наименование потребителя	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Общая установленная мощность, кВт
Монтаж конструкций	1000 м ²	3	20	2,0485	$3 \cdot 2,0485 = 6,15$
Открытые склады	1000 м ²	1	10	0,439 м ² (таблица 7.2)	$1 \cdot 0,439 = 0,439$
Итого $P_{но}$:					6,56» [15]

Приложение К
Таблица расчета временных зданий и складов

Таблица К.1 – Ведомость временных зданий

«Наименование зданий	Численность	Норма площади	Расчётная площадь $S_p, \text{м}^2$	Принимаемая площадь $S_{ф}, \text{м}^2$	Размеры А×В, м	Кол-во	Характеристика» [15]
Прорабская	3	3	9	18	6,7×3×3	1	Контейнерный 31315
Гардеробная	22	0,9	18	18	6,7×3×3	1	Контейнерный 31315
Комната для отдыха, обогрева, приема пищи, сушки одежды	22	0,75	15	16	6,5×2,6×2,8	1	Передвижной 4078-100-00.000.СБ
Проходная				6	2×3	2	Сборно-разборная
Туалет	29	0,07	1,89	6	2×3×3	1	Передвижной ГОСС Т-6
				6	2×3×3	1	
Душевая	22	0,43	7,74	18	6,7×3×3	1	Контейнерный

Продолжение Приложения К

Таблица К.2 – Ведомость потребности в складах

«Наименование конструкций и деталей»	Продолжительность потребления, дн	Потребность в строительных ресурсах		Запас стройматериала		Площадь помещений склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	На сколько дней	Кол-во	Норматив на 1 м ²	Полезная Fпол, м ²	Общая Fобщ, м ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Открытый									
Стеновые сэндвич-панели	35	2169,2м ²	$2169,2:35=62 \text{ м}^2$	10	$62 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 886,6 \text{ м}^2$	9 м ²	$886,6:9=98,5 \text{ м}^2$	$19,7 \cdot 1,2 = 120 \text{ м}^2$	Пачками в горизонтальном положении» [15]
Ворота	6	248,4м ²	41,4м ²	1	$41,4 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 59,2 \text{ м}^2$	1 м ²	$59,2:1,0=59,2 \text{ м}^2$	$59,2 \cdot 1,25 = 74 \text{ м}^2$	13x6
Все металлоконструкции, не относящиеся к шатру покрытия	18+4+2+ 10=34	$35,16 + 10,39 + 26,68 + 1,65 + 4,04 + 2,11 + 0,88 + 0,74 + 1,35 = 83$	$83:34 = 2,44$	5	$2,44 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 17,5 \text{ т}$	0,5 т/м ²	$17,5:0,5 = 35 \text{ м}^2$	$35 \cdot 1,2 = 42 \text{ м}^2$	7x6
Щебень	12	300м ³	$300:12 = 25 \text{ м}^3$	5	$25 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 178,3 \text{ м}^3$	2м ³	$178,3:2 = 89,4 \text{ м}^2$	$89,4 \cdot 1,15 = 103 \text{ м}^2$	20x6
Арматура	6	28,5т	$28,5:6 = 4,7 \text{ т}$	3	$4,7 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20,4 \text{ т}$	1т/м ²	$20,4:1 = 20,4 \text{ м}^2$	$20,4 \cdot 1,2 = 25 \text{ м}^2$	5x6
Кирпич	5	$25673+16020 = 41693$	$41963:5 = 8339 \text{ шт.}$	2	$8339 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 23850$	400 шт/м ²	$23850:400 = 59,6 \text{ м}^2$	$29,6 \cdot 1,25 = 75 \text{ м}^2$	Штабель 15x5
					Итого		439м ²		

Продолжение Приложения К

Продолжение таблицы К.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Закрытый				
«Дверные блоки	1	51,45м ²	51,45 м ²	1	51,45·1·1,1·1,3= =73,4 м ²	15 м ²	73,4:15= =4,9 м ²	4,9·1,25= =6 м ²	штабель в вертикаль- ном положении
Оконные блоки	12	258м ²	258:12= =21,5 м ²	4	21,5·4·1,1·1,3= =123 м ²	20 м ²	123:20= =6,2 м ²	6,2·1,4= =8 м ²	
ГВЛ	10	502м ²	502:10= =50,2 м ²	5	50,2·5·1,1·1,3= =358,4 м ²	29 м ²	358,4:29= =12,4 м ²	12,4·1,2= =15 м ²	Штабель
Плитка	5+2=7	99+335= =434м ²	343:3= =114 м ²	3	114·3·1,1·1,3= =489 м ²	80 м ²	489:80= =6,1 м ²	6,1·1,25= =8 м ²	Пачками в горизонтальном положении» [15]
Краска	8	356кг	356:8= =44,6 кг	4	44,6·4·1,1·1,3= =180кг	400 кг	180:400= =0,45 м ²	0,45·1,2= =1 м ²	на поддоне
Битумная мастика	1+1=2	1,07т	1,07:2= =0,54 т	2	0,54·2·1,1·1,3= =1,54кг	0,5т	1,54:0,5т= =3,1 м ²	3,1·1,5= =5 м ²	на поддоне
						Итого	30,3 м ²	43 м ²	5х9
Навес									
Опалубка	6	178,5м ³ . ·3,01м ² /м ³ = =537,4м ²	537,4:6= =89,6м ³	3	89,6·5·1,1·1,3= =384,2м ²	10м ²	384,2:10= =38,4м ²	38,4·1,5= =58 м ²	Штабель
Металлический профнастил	4+4=8	3,58+1,64= =5,22т	5,22: 8= =0,65т/дн.	4	0,65·4·1,1·1,3= =3,72т	3 т/м ²	3,72:3= =1,24м ²	1,24·1,25= =2 м ²	Пачка
						Итого		60 м ²	10х6

Приложение Л
Таблицы к разделу БиЭТО

Таблица У.1 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид работ	Вредный и опасный производственный фактор	Источник вредного и опасного производственного фактора» [2]
Монтаж металлических ферм	Высотные работы	Монтаж ферм
	Физические перегрузки, связанные с рабочей позой	Кран, сварочный аппарат
	Загрязнение и загазованность воздуха	Сварочные работы, рабочие механизмы
	Режущие-колющие кромки фермы	Металлоконструкция
	Режущие-колющие края инструмента	Ручной инструмент

Таблица У.2 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного /или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Высотные работы	Устройство ограждения, лесов и подмостей	Страховочный канат, каска, жилет сигнальный
Физические перегрузки связанные с рабочей позой	Проведение инструктажа по ТБ, установка перерывов в работе	Применение витаминов, мазей, массаж
Загрязнением и загазованность воздуха	Устранение источников загрязнения, поливка дорог для обеспыливания, фильтрация воздуха, установка пыле- и дымоуловителей	Респираторы
Режущие-колющие кромки фермы	Проведение инструктажа по ТБ	Перчатки
Режущие-колющие края инструмента	Проведение инструктажа по электробезопасности и безопасному ведению СМР	Перчатки» [2]

Продолжение Приложения Л

Таблица Л.3 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Установленные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный Инст-т (механический и немеханический)	Пожарная сигнализация, связь и оповещение» [2]
Огнетушители, негорючие мат-лы, пожарные краны, пожарный инвентарь	Пожарные машины	Пожарный гидрант, пожарная сигнализация, огнетушители разл. типа	На строительной площадке предусмотрены	Пожарный извещатель, пожарный гидрант, пожарные рукава, ящик для песка	Ватно-марлевые повязки, респираторы, пожарные выходы,	Лопата совковая, песок, вода	Пожарный сигнал, связь с вызовом пожарных телефону 01, сотовый тел. 112

Таблица Л.4 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [2]
Ремонтно-восстановительное депо, монтаж стропильных ферм (раскладка, строповка, подъем, закрепление, расстроповка)	Инструктаж по пожарной безопасности, разработка схем эвакуации и обеспечение площадки средствами пожаротушения	Обеспечение пожарной безопасности согласно действующих нормативов, проведение инструктажей, применение СИЗ

Продолжение Приложения Л

Таблица Л.5 – Идентификация негативных экологических факторов процесса

«Наименование технического объекта, процесса»	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [2]
Ремонтно-восстановительное депо. Монтаж металлических ферм	Подъем, перемещение, установка ферм	Выброс вредных веществ в атмосферный воздух при сварочных работах. Выбросы от работающей техники	Сброс неочищенных ливневых стоков с дорог в канализацию	Складирование отходов строительства Аварийные сливы маслянистых жидкостей от рабочих машин и механизмов

Таблица Л.6 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Ремонтно-восстановительного депо железнодорожной станции г. Тосно
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Поддержание машин и механизмов в надлежащем состоянии с целью уменьшения выброса вредных веществ от двигателей.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Контроль за расходом воды на строительные нужды. Очистка сточных производственных вод. Постоянный надзор за герметичностью технологического оборудования
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	«Запрещается слив загрязненной воды со строительной площадки в почву. Строительный мусор должен храниться в специальных контейнерах с последующим вывозом на специализированные площадки» [2]