

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

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

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства
(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Цех по производству облицовочных фасадных систем

Обучающийся	<u>С.А. Наймушина</u> (Инициалы Фамилия)	<u></u> (личная подпись)
Руководитель	<u>С.Г. Никишева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
Консультанты	<u>С.Г. Никишева</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд.техн.наук., доцент, М.М. Гайнуллин</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд.экон.наук., Э.Д. Капелюшный</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>В.Н. Чайкин</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	
	<u>канд. биол. наук, П.В. Ямборко</u> (ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)	

Аннотация

В данной работе представлены результаты разработки комплексных решений по проектированию цеха по производству облицовочных фасадных систем в г. Череповце, Вологодской области, а именно разработка:

- архитектурной части проекта (планировочная организация участка, фасады, планы, разрезы);
- конструктивной части проекта (расчет конструкции);
- разделов технологии и организации строительства;
- экономической части проекта;
- раздела по безопасности и экологичности проекта.

Данная работа включает в себя пояснительную записку объемом 103 страницы и 8 листов графической части.

Содержание

Введение	6
1 Архитектурно-планировочный раздел	8
1.1 Исходные данные	8
1.2 Описание схемы планировочной организации земельного участка	9
1.3 Объемно - планировочное решение здания	10
1.4 Конструктивная решение здания	11
1.4.1 Фундаменты	12
1.4.2 Колонны	12
1.4.3 Подкрановые балки	13
1.4.4 Покрытие, перекрытия	13
1.4.5 Стены и перегородки	14
1.4.6 Кровля	14
1.4.7 Окна, двери, ворота	14
1.4.8 Лестницы	15
1.4.9 Полы	15
1.5 Архитектурно-художественное решение здания	15
1.6 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций	16
1.6.1 Теплотехнический расчет стенового ограждения	16
1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия	19
1.7 Инженерные системы	20
2 Расчетно-конструктивный раздел	22
2.1 Описание конструкции, принятой для расчета и конструирования, исходные данные для проектирования	22
2.2 Сбор нагрузок	23
2.2.1 Постоянная нагрузка	24
2.2.2 Кратковременная (снеговая) нагрузка	26
2.3 Описание расчетной схемы	27
2.4 Определение усилий в расчетных сечениях	30

2.5	Результаты расчета по первой группе предельных состояний	31
2.6	Результаты расчета по второй группе предельных состояний	33
3	Технология строительства	35
3.1	Область применения	35
3.2	Организация и технология выполнения работ	36
3.2.1	Требования законченности предшествующих работ	37
3.2.2	Определение объемов работ.....	37
3.2.3	Выбор приспособлений и механизмов	38
3.2.4	Методы и последовательность производства работ	40
3.3	Требования к качеству и приемки работ	41
3.4	Потребность в материально технических ресурсах	42
3.5	Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность.....	43
3.5.1	Безопасность труда	43
3.5.2	Пожарная безопасность	44
3.5.3	Экологическая безопасность.....	44
3.6	Технико-экономические показатели	45
4	Организация строительства	47
4.1	Определение объемов строительно-монтажных работ.....	47
4.2	Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах	47
4.3	Подбор машин и механизмов для производства работ	47
4.4	Определение требуемых затрат труда и машинного времени.....	49
4.5	Разработка календарного плана производства работ	49
4.5.1	Определение нормативной продолжительности строительства	50
4.5.2	Проектирование календарного графика производства работ.....	50
4.6	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях	51
4.6.1	Расчёт и подбор временных зданий	51
4.6.2	Расчет площадей складов	52
4.6.3	Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения	53

4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения	54
4.8 Проектирование строительного генерального плана	56
4.9 Техничко-экономические показатели ППР	57
5 Экономика строительства	59
5.1 Пояснительная записка	59
6 Безопасность и экологичность технического объекта	64
6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика	64
6.2 Идентификация профессиональных рисков	64
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	65
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	67
6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара	68
6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	69
6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара	70
6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	71
6.5.1 Анализ негативных экологических факторов	71
6.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду	73
Заключение	74
Список используемой литературы и используемых источников	75
Приложение А Дополнительные сведения к «Архитектурно-планировочному разделу»	79
Приложение Б Дополнение к разделу технологии строительства	82
Приложение В Дополнение к разделу организации строительства	84

Введение

Темой данной выпускной квалификационной работы является проектирование объекта: «Цех по производству облицовочных фасадных систем».

Российский рынок наружных фасадных систем, составивший в стоимостном выражении в прошлом году около 158 млрд рублей, по предварительным прогнозам, на 2025 год, по объемам монтажа возрастет на 2%. Сейчас архитекторы активно используют модульные навесные фасадные системы, приобретая больше свободы для создания уникального образа здания, значительно сокращая время строительства, что, в свою очередь, увеличивает спрос на изделия, удовлетворяющие эту потребность [2], .

На протяжении многих лет облицовочная промышленность переживала значимые изменения. Наряду с потоком инновационных материалов и конструкций, представленных на рынке, сформировался прогресс в технологиях применения [3].

Навесной фасад с облицовочными фасадными системами (ОФС) – более современное решение в сравнении с устаревшими методами с видимыми креплениями или оштукатуриванием. ОФС расширяет горизонты, позволяя осуществить любую архитектурную задумку любой формы и конфигурации [10].

Объединение четырех принципов внедрения (инвестиционный, архитектурно-моделированный, конструкторский и строительный) способствует появлению новых уникальных строений с конфигурацией безграничных 3D-фантазий [25].

При требованиях устойчивости, достаточной прочности, заявленной долговечности, огнестойкости, эстетики не мало важны такие аспекты, как доступность, способность к монтажу и бюджет.

Система облицовки фасадов была разработана для обеспечения простого и быстрого монтажа, а экологичность, широкий спектр цветов и дизайнов,

делают облицовку тенденцией, что, несомненно, будет способствовать росту отрасли.

Актуальность темы строительства предприятия по производству ОФС обусловлена бурным ростом строительства и реконструкции гражданского и промышленного сектора.

Введение в эксплуатацию новых современных производственных линий по выпуску ОФС выполняет главную задачу импортозамещения, создавая качественную конкуренцию на строительном рынке РФ.

Целью данной ВКР является проектирование цеха по производству облицовочных фасадных систем с использованием нормативной базы, применяя несущий металлический каркас, современные энергосберегающие ограждающие конструкции и раскрывая основные разделы:

- архитектурно-планировочный (разработка СПОЗУ, объёмно-планировочные решения здания);
- расчетно-конструктивный (расчет и конструирование несущего элемента каркаса здания – фермы покрытия);
- технологический (разработка технологической карты на монтаж металлических ферм покрытия);
- организационно – строительный (разработка строительного генерального плана и календарного планирования);
- экономический (расчет стоимости строительства объекта);
- экологический (определение экологического паспорта строительства).

1 Архитектурно-планировочный раздел

1.1 Исходные данные

В проектной документации архитектурно-планировочный раздел является ключевым разделом, так же, как и в выпускной квалификационной работе. В данном разделе подробно разрабатывается планировка, принимаются архитектурные решения, указываются все габариты, размеры здания, информация по площадям и т.д.

Строительство проектируемого объекта цеха планируется на территории промышленного участка в Вологодской области, г. Череповец.

Архитектурно-планировочный раздел необходимо разработать с учетом требований Градостроительного кодекса, Постановления Правительства РФ «87, ГОСТ 21.501-2018, а также строительных сводов правил. Требования включают в себя решения по соблюдению санитарных норм, энергоэффективности, доступной среды для МГН и мер безопасности. Выпишем основные исходные данные по климатическим соображениям, географическим, конструктивным и другим характеристикам.

Климатические характеристики строительной площадки:

- «климатический район строительства – ПВ;
- температура холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: минус 32°C;
- количество дней (температура) со среднесуточной температурой менее 8 °C: 244;
- снеговой район: IV;
- ветровой район: I;
- зона влажности – нормальная;
- преобладающее направление ветра за декабрь – февраль: Ю;
- средняя скорость ветра в январе: 3,9 м/с.

Состав грунтовых условий сложен послойно залегающими инженерно-геологическими элементами:

- почвенно-растительный слой, мощностью 0,15-0,65 м;
- суглинок твердый, мощностью 3,35-4,15 м; данный слой выбран в качестве несущего слоя для опирания подошвы фундамента;
- глина тугопластичная, мощностью 2,2-6,55 м» [1].

«Уровень грунтовых вод не вскрыт. Глубина промерзания в данном районе составляет $1,4 \div 1,5$ м.

Другие характеристики строящегося объекта:

- Класс и уровень ответственности – КС-2 нормальный.
- Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – В.
- Степень огнестойкости здания – II.
- Класс конструктивной пожарной опасности – С2.
- Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1.
- Класс пожарной опасности строительных конструкций – К1.
- Расчетный срок службы здания – не менее 50 лет» [1].

1.2 Описание схемы планировочной организации земельного участка

Свободная от застройки территория череповецкого промышленного предприятия способствует размещению проектируемого цеха фасадных систем в своих границах, позволяя пользоваться инфраструктурой и коммуникациями, действующими в пределах производственного учреждения.

«Обходя производственные здания, эстакады и инженерные коммуникации существующего предприятия, выделена многоугольной формы площадка, протянувшаяся с севера на юг, для строительства проектируемого здания» [1]. Рельеф строительной площадки равнинный малоуклонный.

Заводской заезд с муниципальной улицы Устюженской является въездом на отведенную территорию, которая в процессе строительства

ограждается, а после сдачи в эксплуатацию, территория интегрируется во внутризаводскую инфраструктуру действующего предприятия без какого-либо ограждения с восстановлением асфальтированных проездов, мощенных дорожек и зеленых насаждений.

Согласно противопожарным нормам, предусмотрено движение автотранспорта по достаточно широким проездам (7÷10 м) по периметру строящегося цеха.

Подъездные пути и площадки для временной стоянки технических средств, предназначенных для доставки материалов и отгрузки продукции, заасфальтированы.

ТЭП планировочной организации земельного участка указан на листе 1 графической части [7].

1.3 Объемно - планировочное решение здания

Габариты цеха в осях 1-16, А-Е составляют 90×60 м. Данное здание является трехпролетным, два по 18 м, средний 24 м.

Здание зонировано согласно производственных мощностей:

- пролет в осях Д-Е (18 м) предназначен для производства алюминиевых облицовочных систем, сталеалюминиевых соединений, крепежей, метизов и других металлических конструкций;
- пролет в осях Г-Д (24 м) предназначен для производства композитных и полимерных облицовочных систем и вспомогательных конструкций;
- двухэтажный пролет А-Г (сетка колонн 6×6 м) предназначен для складских целей (на отметке 0,000) и административно-бытовых нужд всего здания (кабинеты руководства, гардеробные, санузлы, проектные, душевые, конструкторская) [22].

В здании предусмотрены производственные участки, участки сортировки и упаковки, склады материалов, склады готовой продукции, мастерские, торговый отдел, а также комнаты АБК, такие как комнаты начальника цеха, бухгалтерии, медпункта, уборные.

Высота здания по парапету достигает отметки 12 м.

Для подъема и перемещения грузов в пределах рабочей зоны внутри производственного цеха предусмотрен мостовые краны грузоподъемностью 2 т, установленный на специальные балки и оператор с помощью пульта управляет рычагом и передвижением крана по рельсам. Он может использоваться для подъема тяжелых предметов, установки оборудования, погрузки и разгрузки товаров и других манипуляций с грузами.

Для входа в здание предусмотрены въездные ворота и входная дверь.

Мероприятия по обеспечению доступности объектов для людей с ограниченными возможностями не описываются в разделе, так как нахождение МГН не предусматривается.

Для обеспечения пожарной безопасности продуманы эвакуационные пути из помещений здания.

Технико-экономические показатели здания указаны на листе 2 графической части.

1.4 Конструктивная решение здания

«В данном разделе разработан комплекс решений по обеспечению прочности, устойчивости, долговечности, а также по выбору материалов и конструкций здания или сооружения. Выбрана рамно-связевая схема здания. Конструктивная система – каркасная с поперечными рамами (колонны, фермы). Сопряжение колонн с фундаментами – жесткое. Сопряжение ферм и колонн – шарнирное.

Пространственная жесткость здания в продольном направлении обеспечивается вертикальными связями по колоннам, подкрановыми балками

и тормозными конструкциями, в поперечном направлении – жесткой заделкой колонн в фундаментах. Привязка несущих колонн: по продольным осям - 0мм от наружной грани, по торцам здания – 200 мм, привязка торцевых фахверковых колонн – 0 мм от наружной грани.

Принята скатная крыша с уклоном $i=0.12$ за счет верхнего пояса ферм.

Шаг колонн – 12 м. Шаг стоек фахверка – 6 м. Шаг стоек балочной клетки второго этажа – 6 м. Высота здания по верху парапета - 13,2 м. Высота перекрытия второго этажа – 6,0 м.

Перекрытие второго этажа выполнено монолитным железобетонным по металлической балочной клетке и металлическим стойкам.

Лестница на второй этаж принята металлической двухмаршевой.

Опираение мостовых кранов на двутавры, которые в свою очередь укладываются на консоли колонн» [1].

1.4.1 Фундаменты

Фундаменты монолитные железобетонные, класс В15 (см. табл. 1).

Таблица 1 – Фундаменты, принятые при проектировании

Фундамент	Размеры подколонника	Размеры плитной части	Отметка низа	Отметка верха
Ф1	1,1×1,3 м	2,0×2,2 м	-1,800	-0,400
Ф2	1,1×1,5 м	2,0×2,4 м	-1,800	-0,400
Ф3	1,1×1,1 м	2,0×2,0 м	-1,800	-0,400

Примечание: Фундаменты устанавливаются на бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона класса В3,5

Фундаментные балки монолитные железобетонные, прямоугольного сечения 0,3×0,3 м (см. спецификацию на листе 4 ГЧ).

1.4.2 Колонны

«Несущие колонны каркаса приняты индивидуального изготовления из прокатного двутавра 60Ш1 по серии 1.424.3–7.

Колонны фахверка приняты из гнутосварного прямоугольного профиля сечением 200×160×5 по серии 1.427.3-4. Стойки каркаса встроенных

помещений выполнены из прокатного двутавра I50Б2 по ГОСТ 35087-2024» [1].

Схема расположения и спецификация колонн приведена в приложении А таблице А.3.

1.4.3 Подкрановые балки

«Для обеспечения передвижения мостовых кранов приняты разрезные металлические подкрановые балки по Серии 1.426.2-7.1 из прокатного двутавра 30Ш2 по ГОСТ 35087-2024 пролетом 6 м.

Балки приняты из расчета крановой нагрузки от однобалочного крана грузоподъемностью 2 т» [1].

Схема расположения и спецификация подкрановых балок дана в ГЧ.

1.4.4 Покрытие, перекрытия

«Несущие конструкции покрытия – стропильные фермы с параллельными поясами индивидуального изготовления пролетом 18 м и 24 м. из гнутосварного профиля» [1].

Общая высота фермы – 2,5 м, уклон поясов $i=0,12$.

«Фермы выполнены из двух отправочных марок для возможности транспортировки и собираются при укрупнительной сборке.

Опираение ферм на колонну сверху, шарнирное при помощи болтового соединения. Ведомость и спецификация ферм указаны в приложении А таблице А.5.

Прогоны по фермам приняты из прокатного швеллера № 16 по ГОСТ 8240-97.

Перекрытие второго этажа монолитное железобетонное по балочной клетке из прокатного двутавра. В качестве несъемной опалубки используется металлический профилированный лист.

Спецификация стропильных ферм и балок перекрытия» [1] в приложении А таблице А.4.

1.4.5 Стены и перегородки

«Наружные ограждающие конструкции здания приняты из сэндвич-панелей производства ООО «МК-L-Череповец» с утеплителем из минераловатных плит.

Перегородки встроенных помещений приняты из листов сухой штукатурки по металлическому каркасу системы «Кнауф» с заполнением звукоизолирующими плитами.

Общая толщина перегородок принята 100 мм. Для помещений с повышенной влажностью применены влагостойкие листы с последующей облицовкой влагонепроницаемыми материалами (керамическая плитка» [29].

1.4.6 Кровля

«Кровля запроектирована из сэндвич-панелей производства ООО «МК-L-Череповец» с утеплителем из пенополиуретана.

Водосток – внутренний организованный. Сбор осадков с кровли осуществляется при помощи желоба и водосточные воронки диаметром 80 мм по ГОСТ Р 58956-2020» [1].

1.4.7 Окна, двери, ворота

«Въездные ворота – распашные из панели типа «сэндвич» размером 4,2×4,2м с калиткой по серии 1.435.9-17.2.

Внутрицеховые ворота – распашные из трубчатого профиля размером 3,6×3,6 м, 2,4×2,5 м по серии 1.435.9–17.1.

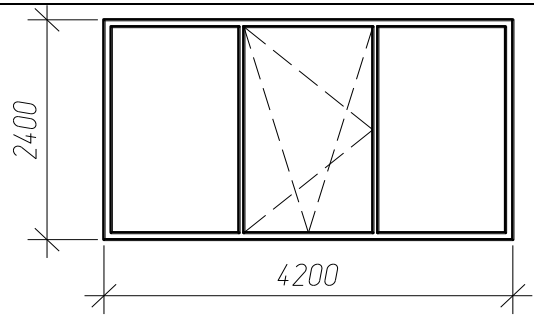
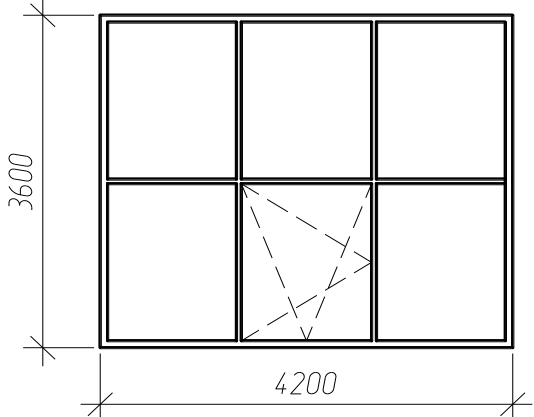
Окна с двухкамерным стеклопакетом металлопластиковые индивидуального изготовления, размером 2,4×4,2 м, 3,6×4,2 м. со створкой для открывания и вентиляции» [29].

Эскиз заполнения оконных проемов приведен в таблице 2.

«Внутренние двери - одностворчатые глухие с деревянными дверными блоками по ГОСТ 475-2016 размером 0,91×2,1 м, 1,2×2,1 м.

Наружные двери стальные глухие по ГОСТ 475-2016 размером 1,2×2,1 м» [29].

Таблица 2 – Ведомость окон

Поз.	Схема
Ок-1	
Ок-2	

Спецификация заполнения проемов приведена в приложении А таблице А.1 и таблице А.6.

1.4.8 Лестницы

«Для доступа на второй этаж принята лестница индивидуального изготовления с металлическими косоурами и площадками.

Для доступа на кровлю приняты пожарные вертикальные лестницы типа П-1.1 стальные по серии 1.450.3-7.94.

1.4.9 Полы

Полы приняты согласно экспликации, приведенной» [1] в таблице А.7 приложения А.

1.5 Архитектурно-художественное решение здания

Фасадная система выполнена из сэндвич-панелей [29] производства ООО «СП ПРОМ» по ГОСТ 32603-2012 в желтых тонах. Наружные стены

предусмотрены с цветовым решением RAL 4008, въездные ворота – RAL 4009, покрытие – RAL 4007.

Каждая плита состоит из двух внешних листов и прослойки утеплителя между ними. Слой пароизоляции защищает от выпадения конденсата. Специальные замковые соединения предназначены для стыковки смежных блоков.

Прилегающие поверхности надежно фиксируются специальным клеем и прессованием. Жесткая облицовка устойчива к внешним воздействиям.

В комплекты поставки входят доборные элементы. Доборы используются для монтажа углов, стыков, примыканий к стенам. Нащельники, отливы, коньковые, фронтоновые планки защищают внутренний слой теплоизоляции от повреждений.

Из кровельных модификаций собираются крыши. Сэндвич-панели защищают от ветров, осадков, утечек тепла. Прочность поверхности позволяет ходить по крыше при монтаже или техобслуживании.

В проекте предусмотрены скатная крыша. Поверхность кровли после завершения монтажа закрывается наплавленными мембранами.

Система ветровой, гидрозащиты обеспечивает высокую устойчивость к любым атмосферным воздействиям. Комплекты поэлементной сборки с хорошей шумоизоляцией, экономичностью, ремонтпригодностью.

1.6 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций

1.6.1 Теплотехнический расчет стенового ограждения

«Расчетная температура внутреннего воздуха здания принята 20°C» [24].

«Градусо-сутки отопительного периода определяют по формуле 1

$$ГСОП = (t_{в} - t_{от}) \cdot z_{от} \quad (1)$$

где $t_{в}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха, принимаем

$$t_{в} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$t_{от}$ – средняя температура наружного воздуха, °C, для периода со средне суточной температурой не более 8 °C, принимаем $t_{от} = -4,0$ °C;
 $z_{от}$ – продолжительность, сутки, отопительного периода для периода со средне суточной температурой не более 8 °C, принимаем $z_{от} = 244$ дней» [21].

$$ГСОП = (20 - (-4,0)) \cdot 244 = 5856^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.}$$

«Нормируемое значение сопротивления теплопередаче определим по формуле 2:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} = a \cdot ГСОП + b, \quad (2)$$

где ГСОП – градусо-сутки отопительного периода.

a, b – коэффициенты, принимаемые по таблице 3 СП 50.13330.2024 равными $a = 0,0002$ и $b = 1,0$ » [21].

Влажностный режим помещений – нормальный, согласно таблице 1 [21], принимаем 50-60%.

В таблице 3 приведен состав сэндвич-панели, соответствующий рисунку 1.

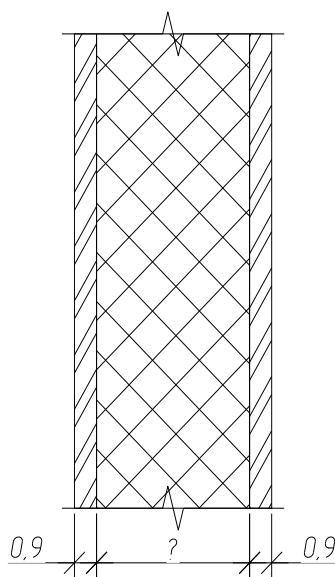


Рисунок 1 – Эскиз сэндвич-панели

Таблица 3 – Состав стенового ограждения производственных и подсобных помещений

«Наименование слоя	Плотность $\gamma, \text{кг/м}^3$	Толщина, $\delta, \text{м}$	Коэффициент теплопроводности $\lambda, \text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{С)} \gg [1]$
«Профилированный стальной лист	7850	0,0009	58,0
Утеплитель – плиты минераловатные	110	?	0,047
Профилированный стальной лист» [1]	7850	0,0009	58,0

«Нормируемое значение сопротивления теплопередаче определим по формуле» [21] (2):

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тр}} = 0,0002 \cdot 5856 + 1,0 = 2,171 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}.$$

«Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (3)$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции» [21, таблица 4], принимаем $\alpha_{\text{в}} = 8,7$;
 $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции» [21, таблица 6], принимаем $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$.

«Расчетная толщина утеплителя определяется из условия: $R_0 = R_0^{\text{тр}}$ » [21].

$$\delta_2 = \left(2,171 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0009}{58} - \frac{0,0009}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,047 = 0,095 \text{ м}.$$

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0009}{58} + \frac{0,1}{0,047} + \frac{0,0009}{58} + \frac{1}{23} = 2,286 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт} > 2,171.$$

Условие выполняется. Принимаем толщину наружной стеновой сэндвич-панели 100 мм.

1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

В таблице 4 приведен состав кровельной сэндвич-панели, соответствующий рис. 2.

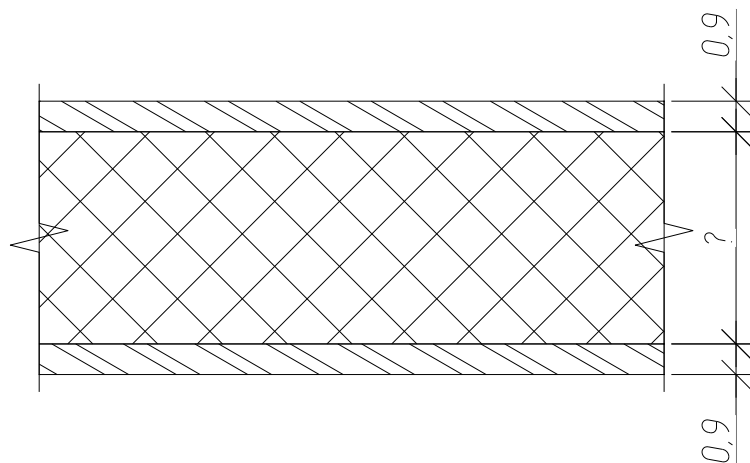


Рисунок 2 – Схема сэндвич-панели покрытия

Таблица 4 – Состав покрытия

«Наименование слоя	Плотность, кг/м ³	Толщина δ, м	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С)» [1]
«Стальной оцинкованный лист	7850	0,0009	58
Утеплитель – пенополиуретан	75	?	0,042
Стальной оцинкованный лист» [1]	7850	0,0009	58

«Ввиду отсутствия коэффициентов a и b из таблицы 3 [21], применяем интерполяцию по данным из колонок 2 и 4. Находим значения требуемого сопротивления теплопередаче конструкций покрытия:

- при ГСОП=4000 °С · сут базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче конструкций покрытия составляют:

$$R_{0,(4000)}^{\text{тр}} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}; \text{» [21]}$$

- при ГСОП=6000 °С · сут $\rightarrow R_{0,(6000)}^{\text{тр}} = 3,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}.$

Требуемое сопротивление теплопередаче для ГСОП= 5856 °С · сут определим по формуле (4):

$$R_{0,(5856)}^{TP} = R_{0,(4000)}^{TP} - \left(\frac{R_{0,(4000)}^{TP} - R_{0,(6000)}^{TP}}{\Gamma_{СОП_{4000}} - \Gamma_{СОП_{6000}}} \right) \cdot (\Gamma_{СОП_{4000}} - \Gamma_{СОП_{5856}}) \quad (4)$$

$$R_{0,(5856)}^{TP} = 2,8 - \left(\frac{2,8-3,4}{4000-6000} \right) \cdot (4000 - 5856) = 3,357 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}.$$

«Расчетная толщина утеплителя определяется из условия: $R_0=R_0^{TP}$ » [21]

$$\delta_2 = \left(3,357 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0009}{58} - \frac{0,0009}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,134 \text{ м}.$$

Условие выполняется.

Принимаем толщину наружной стеновой сэндвич-панели 150 мм. Сэндвич-панелей местного производства ООО «СП ПРОМ» по ГОСТ 32603–2012.

1.7 Инженерные системы

«Проектируемое здание – отапливаемое. Отопление осуществляется от котельной, расположенной на промышленной территории» [29]. Производственные участки отапливаются с помощью регистров. Регистры отопления изготавливаются из нескольких соединенных вместе стальных труб, образующих каналы для теплоносителя. Секции соединяются между собой сваркой, реже фланцевым соединением. Между вертикальными секциями устанавливаются поддерживающие трубки или пластины. Входные и выходные патрубки регистров отопления имеют резьбовое, соединение, иногда фланцевое или изготавливаются под приварку. «Комнаты АБК отапливаются биметаллическими радиаторами, которые изготавливаются в виде отдельных секций, из которых собираются радиаторы необходимой длины. Секции соединяются между собой с помощью ниппелей.

Вентиляция естественная, воздух циркулирует естественным путём» [29] за счёт разности температуры и давления внутри помещения и на улице. Такая вентиляция подходит для одноэтажных промышленных зданий.

«Система холодного водоснабжения централизованная от городских сетей. Система горячего водоснабжения осуществляется с помощью нагревателя.

Электроснабжение и канализация предусмотрены от существующих мощностей промышленной территории» [29].

Выводы по разделу

Выполнена привязка проектируемого здания цеха на ситуационный план и схему планировочной организации участка.

Объемно-планировочные решения выполнены согласно требованиям [48]. Продуман технологический процесс производства облицовочных фасадных систем.

Каркас здания предусмотрен металлическим, что в свою очередь экономит продолжительность строительства. Применяемый металлопрокат (сортовой, фасонный и с полимерным покрытием) при строительстве цеха по производству облицовочных фасадных систем в своем большинстве выпускается концерном ПАО «Северсталь», что сказывается на экономическом и беспрепятственном строительстве.

Следовательно, можно сделать вывод, что производственные мощности близ расположенных предприятий, в полной мере покрывающих потребности в основных строительных материалах и конструкциях, способствуют сокращению сроков строительства и увеличивает экономическую эффективность, экономя на логистике.

Определено число точки росы для нахождения необходимой толщины утеплителя ограждающих конструкций, что позволяет минимизировать потерю тепла в период холодов. Кровельные и стеновые сэндвич-панели также местного производства полной заводской готовности.

2 Расчетно-конструктивный раздел

2.1 Описание конструкции, принятой для расчета и конструирования, исходные данные для проектирования

В расчетном разделе проектируем двадцати четырёхметровую металлическую ферму ФС1 покрытия цеха по производству облицовочных фасадных систем в городе Череповец.

Главная задача раздела – проектирование фермы и конструирование узлов согласно действующих нормативов [19], [20] и профильной литературы [14], [29] с использованием САПР (LiraSap, AutoCAD).

«Задачи расчета стропильной фермы: определение расчетной схемы и подсчет нагрузок; статический расчет фермы в вычислительном комплексе (определение усилий в элементах фермы); проверка прочности и устойчивости элементов фермы; проверка по жесткости (по прогибам); расчет узлов» [23].

В качестве исходных данных к проектированию фермы ФС1 учтем следующие параметры:

- «климатический район строительства – ПВ» [24];
- «снеговой район строительства – IV (карта 1 приложение Е» [20]);
- «нормативное значение веса снегового покрова» [44] для города Череповец $S_g=1,85 \text{ кН/м}^2$ (таблица К1 [20]);
- здание производственное, отапливаемое, бесфонарное;
- кровля представлена сэндвич-панелями толщиной 150 мм полной заводской готовности с утеплителем из пенополиуретана (вес квадратного метра панели $14,6 \text{ кг/м}^2=0,15 \text{ кН/м}^2$, согласно данных завода-изготовителя);
- кровля прогонная с шагом прогонов 3 м (погонный вес прогона из швеллера №20 по ГОСТ 8240-97 – $20,7 \text{ кг/м.пог.} = 0,21 \text{ кН/м.пог.}$);
- «уклон верхних поясов фермы ФС1 – 12 % ($i=0,12$);
- пролёт фермы ФС1 – 24 м;

- опирание на колонны – шарнирное» [29];
- ферма из гнуто-сварных профилей по с нисходящим опорным раскосом и треугольной решеткой (см. рисунок 3);
- высота фермы в коньке 2,5 м.

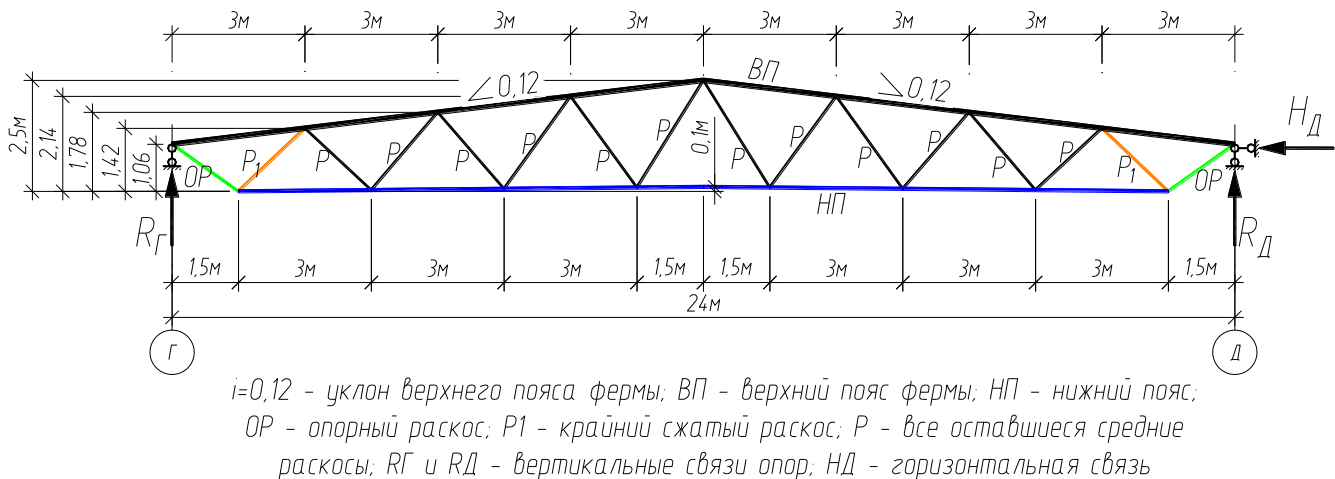


Рисунок 3 – Схема фермы в осях Г-Д

Схемы расположения несущих элементов покрытия представлены на листе 4 графической части.

«Класс стали, применяемый при расчете – сталь С255 (раскосы и соединительные элементы) и С345 (пояса) по ГОСТ 27772-2021» [8].

2.2 Сбор нагрузок

«Нагрузки, воздействующие на ферму, принятые в расчете:

- постоянная сосредоточенная нагрузка от элементов кровли (кровельная сэндвич-панель);
- постоянная нагрузка от веса прогонов;
- постоянная нагрузка от связевых элементов (связей и распорок);
- постоянная распределенная нагрузка от собственного веса фермы;
- временная сосредоточенная нагрузка от снегового покрова» [29].

2.2.1 Постоянная нагрузка

При работе с вычислительной программой LiraSapг 2016 предварительно задаем сечения элементов фермы (поясов и решетки), что позволяет не учитывать собственный вес фермы при сборе нагрузок. Собственный вес фермы учитываем отдельным загружением при формировании РСН (расчетного сочетания нагрузок).

Постоянную сосредоточенную нагрузку от веса кровли и веса прогонов (без учета собственного веса фермы) собираем с грузовой площади $(a \times B)$, где $a = 3$ м – шаг расположения прогонов, $B = 6$ м – шаг расположения ферм.

Так как кровля (сэндвич-панель) передает свой вес на прогон, сосредоточенная нормативная нагрузка в узел фермы будет равна весу квадратного метра панели q_0 , умноженного на грузовую площадь $(a \times B)$:

$$P_{кр}^H = q_0 \cdot (a \times B), \text{ кН} \quad (5)$$

$$P_{кр}^H = 0,15 \text{ кН/м}^2 \cdot (3\text{ м} \times 6\text{ м}) = 2,7 \text{ кН}$$

Сосредоточенная нормативная нагрузка от прогона длиной 6 м в узел фермы будет равна умножению линейной плотности прогона на длину:

$$P_{пр}^H = m_{пр} \cdot B, \text{ кН} \quad (6)$$

$$P_{пр}^H = 0,21 \text{ кН/м} \times 6\text{ м} = 1,26 \text{ кН}$$

Постоянную сосредоточенную нормативную нагрузку от связевых элементов (вертикальных связей и распорок) определяем из расчета одна вертикальная связь внутри пролета и 3÷5 распорок по нижним поясам. Вес связи ВС1 принимаем $G_{ВС1}^H = 290 \text{ кг} = 2,9 \text{ кН}$ (согласно раздела АПР), вес распорки подбираем по требуемому значению радиуса инерции из условия гибкости связи, не превышающей $\lambda \leq 200$, длиной 6 м = 600 см: $i \geq 600/200 = 3 \text{ см}$. По ГОСТ 30245-2003 принимаем гнутый квадратный

профиль сечением 80×5 с линейной плотностью $m_p=0,113$ кН/м. Вес от 5 распорок составит:

$$G_p^H = m_p \cdot B \times 5 \text{ шт.}, \text{ кН} \quad (7)$$

$$G_p^H = 0,113 \text{ кН/м} \times 6 \text{ м} \times 5 \text{ шт.} = 3,4 \text{ кН}$$

Учитывая то, что в расчетной схеме сосредоточенная нагрузка приложена к верхнему поясу, а именно в 7 промежуточных и два крайних узла, полученный вес связевых элементов $P_{св}^H$ распределим на узлы верхнего пояса, где крайние узлы принимаем с коэффициентом 0,5:

$$P_{св}^H = \frac{G_{BC1}^H + 5G_p^H}{0,5 + 7 + 0,5}, \text{ кН} \quad (8)$$

$$P_{св}^H = \frac{2,9 + 3,4}{8} = 0,9 \text{ кН}$$

Полученные значения нормативной, сосредоточенной нагрузки в узлы фермы сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Сосредоточенная нагрузка в узел фермы

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка	γ_f	Расчетная нагрузка
	кН		кН
1. Постоянная нагрузка от покрытия			
Кровельная сэндвич-панель $R_{кр}^H=2,7$ кН	2,7	1,2	3,24
Вес связевых элементов покрытия (связи, распорки): $R_{св}^H=0,9$ кН	0,9	1,05	0,95
Вес прогона $R_{пр}^H=1,26$ кН	1,26	1,05	1,33
Итого постоянная нагрузка от покрытия (Р)	4,67	-	5,52
2. Нагрузка от собственного веса фермы			
Вес металлических элементов, входящих в конструкцию стропильной фермы, программный комплекс LiraSap [®] задает автоматически в зависимости от выбранных сечений	автоматически	1,05	автоматически с коэффициентом 1,05

В таблице 5 γ_f – коэффициент надёжности по нагрузке.

Значение сосредоточенной нагрузки крайних узлов в два раза меньше.

2.2.2 Кратковременная (снеговая) нагрузка

«Нормативное значение снеговой нагрузки следует определять по формуле (9), с учетом формул (10) и (11):

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \text{ кН/м}^2 \quad (9)$$

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002 \cdot l_c) \quad (10)$$

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l} \quad (11)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый в соответствии с 10.5-10.9, но не менее 0,5;

c_t – термический коэффициент, принимаемый в соответствии с 10.10;

μ – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с 10.4;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с 10.2 [20, приложение К].

k – принимается по табл. 11.2;

l_c – характерный размер покрытия, принимаемый не более 100 м;

b – наименьший размер покрытия в плане;

a – шаг расположения прогонов покрытия в плане;

B – шаг расположения ферм покрытия в плане;

l – наибольший размер покрытия в плане» [20, п. 10.7].

Производим вычисления с учетом известных следующих значений:
 $c_t=1$; $\mu=1$; $S_g=1,85 \text{ кН/м}^2$; $k=0,73$ (получили интерполяцией из таблицы 11.2 [44]); $l=96 \text{ м}$; $b=42 \text{ м}$; $a=3 \text{ м}$; $B=6 \text{ м}$.

$$l_c = 2 \cdot 42 - \frac{42^2}{96} = 65,6$$

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{0,73}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 65,6) = 0,99$$

$$S_0 = 0,99 \cdot 1,0 \cdot 1 \cdot 1,85 = 1,832 \text{ кН/м}^2$$

Расчетное сосредоточенное значение снеговой нагрузки P_s (кН), передаваемой от средних внутрипролетных прогонов, на ферму определяем умножением нормативного значения S_0 (см. формулу 8) на грузовую площадь ($a \times B$), с которой происходит перенос нагрузки от прогона в узел фермы с учётом коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,4$:

$$P_s = S_0 \cdot (a \times B) \cdot \gamma_f, \text{ (кН)} \quad (12)$$

$$P_s = 1,832 \cdot (3 \times 6) \cdot 1,4 = 46,2 \text{ кН}$$

Для крайних узлов значение сосредоточенной нагрузки будет в два раза меньше.

2.3 Описание расчетной схемы

«При расчете методом конечных элементов (МКЭ) стержневые конструкции представляются в виде совокупности конечных элементов, соединенных между собой в узловых точках. При расчете стержневых систем каждый стержень постоянного сечения принимается за отдельный элемент» [29].

На рисунке 4 приведена «конечно-элементная модель фермы ФС1, рассчитываемая как плоская системы с тремя степенями свободы с подвижным и неподвижным шарниром закрепления. Модель фермы состоит

из 32-х конечных элементов, соединенных в 18 узлах. При расчете фермы все ее узлы считают идеальными шарнирами и основной расчетной схемой является схема с шарнирным сопряжением элементов» [29].

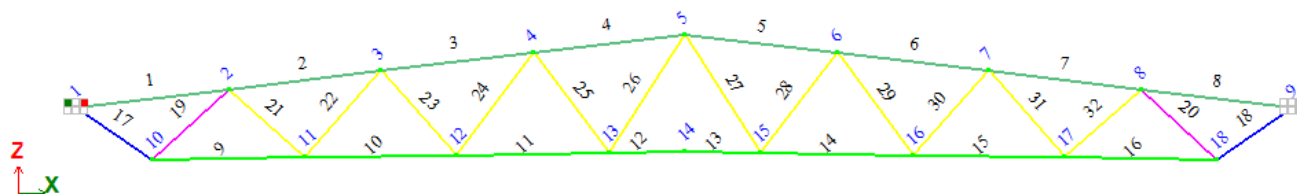


Рисунок 4 – Конечно-элементная модель фермы ФС1 пролетом 24 м с шарнирным закреплением, нумерацией узлов и элементов

После проведенного анализа результатов расчета можно выполнить переподбор сечений элементов и, в случае изменения первоначальных сечений на новые, программа автоматически пересчитывает схему с изменением значения загрузки с собственным весом фермы и снова производит анализ на предмет коэффициента использования примененных сечений элементов фермы. Загрузки приведены в таблице 6 и на рисунках 5, 6, 7.

Таблица 6 – Имена и сочетания нагрузок

Загрузки	
Номер	Наименование
1	Собственный вес фермы
2	Постоянная нагрузка от веса кровли, связей, распорок
3	Нагрузка кратковременная (снеговая)

С. вес фермы

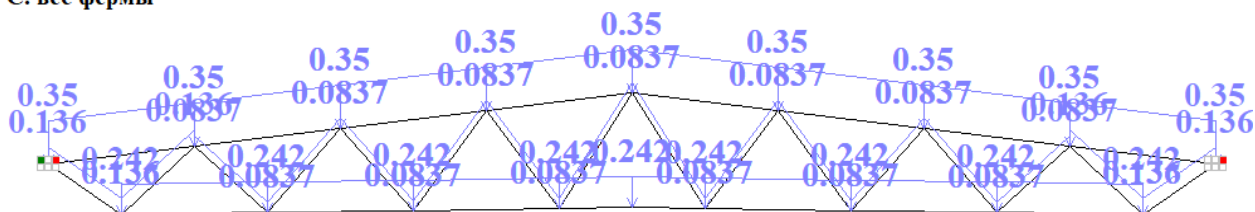


Рисунок 5 – «Собственный вес элементов фермы» [29] (кН/м)

Пост (кровля+связи)

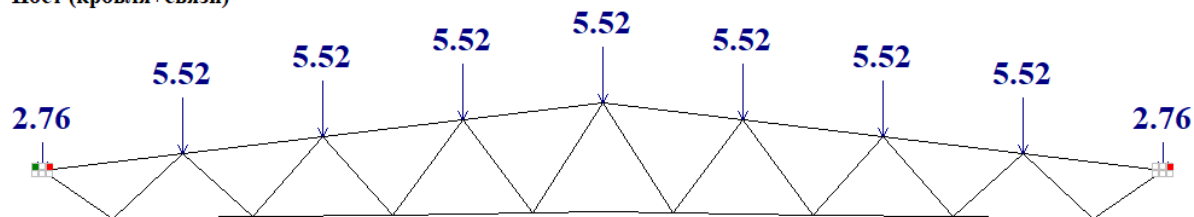


Рисунок 6 – «Постоянная нагрузка» [29] (кН)

Снег

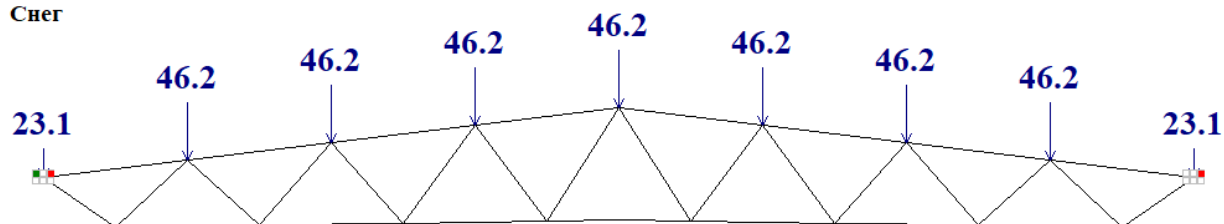


Рисунок 7 – «Снеговая нагрузка» [29] (кН)

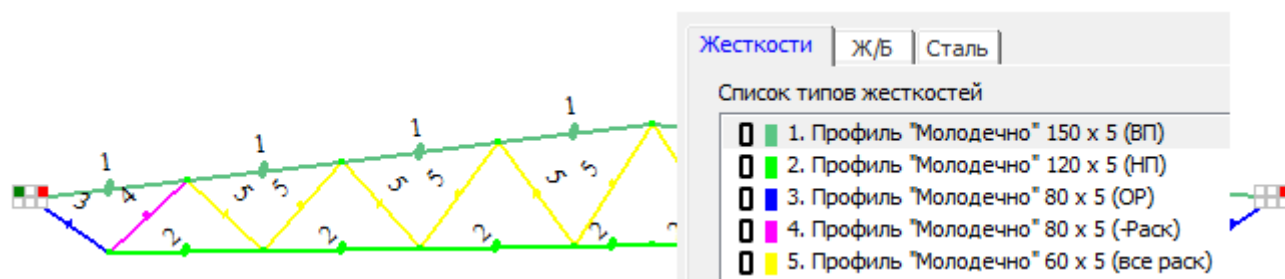
«Для всех элементов расчётной схемы задается жёсткость. Сечения элементов могут предварительно приниматься аналогично типовым проектам и при надобности корректируются при расчете» [29].

Во избежание повреждения элементов фермы во время транспортировки, сборки и монтажа «сечения из гнуто-сварной трубы квадратного сечения назначаем толщины стенки не менее 4 мм» [29].

Пояса – сталь С345, решетка – С255.

«Предельные гибкости: ВП – $\lambda_u=120-60a$; НП и растянутые раскосы – $\lambda_u=400$; сжатые элементы решетки $\lambda=180-60a$ » [20].

Нумерация сечений элементов фермы показаны на рисунке 8.



«ВП – верхний пояс; НП – нижний пояс; ОР – опорный раскос; -Раск – сжатый раскос, ближайший к опоре; все раск – оставшиеся элементы решетки» [61]

Рисунок 8 – Нумерация типов жесткости и сечения элементов

«Шаг раскрепления из плоскости по верхнему поясу соответствует шагу расположения прогонов – 3 м; шаг раскрепления из плоскости по нижнему поясу» [29] – 6 м и 4,5 м (шаг расстановки распорок).

2.4 Определение усилий в расчетных сечениях

«Для учета воздействия нескольких нагрузок одновременно, программа генерирует таблицу с расчетными сочетаниями нагрузок» [29].

Таблица 7 – Формирование расчетного сочетания нагрузок

Сочетания (комбинации) загрузжений	
Обозначение	Формула
РСН1	$(L1) \times 1 + (L2) \times 1 + (L3) \times 1$

На рисунке 9, максимальные продольные усилия N показаны от расчетного сочетания нагрузок РСН1 (см. таблицу 7).

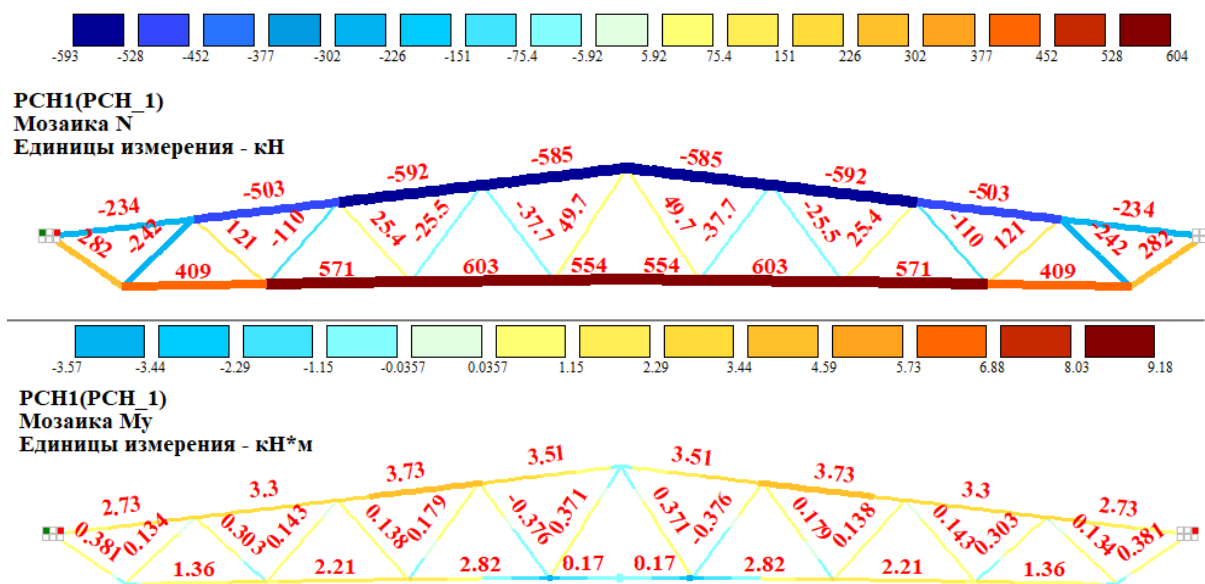


Рисунок 9 – Эпюры усилий в элементах фермы

«По результатам статического расчёта составляется выборка максимальных значений усилий в стержнях стропильной фермы» [29].

2.5 Результаты расчета по первой группе предельных состояний

«Проводим экспертизу сечений элементов фермы. Анализируя основные критические факторы, проверяемые в рамках программного комплекса» [29] ПК LiraSapR 2016 (см. рисунки 10–12).

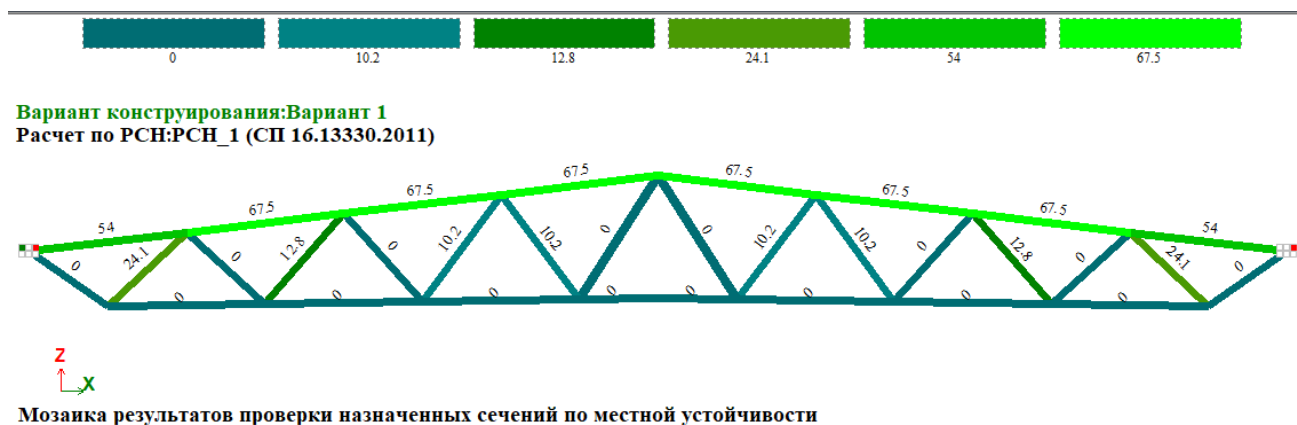


Рисунок 10 – Критерий, местной устойчивости, %

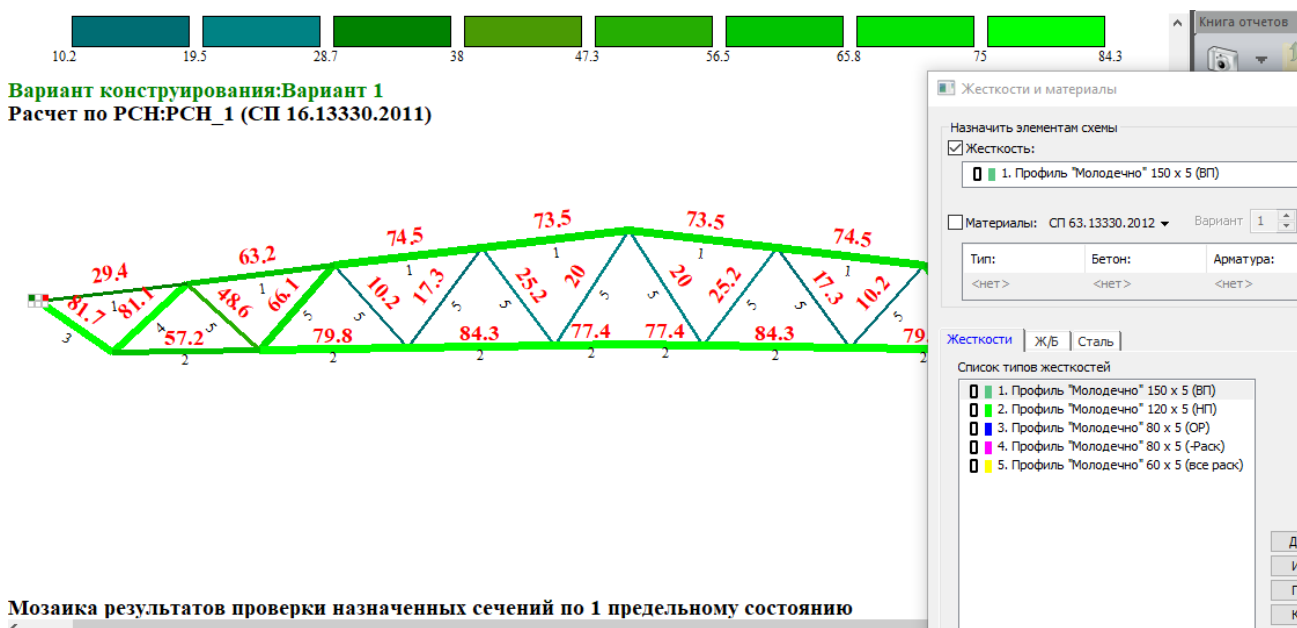


Рисунок 11 – «Критерий несущей способности элементов фермы по I-ой группе предельных состояний (в %), с номерами жесткостей элементов» [29]

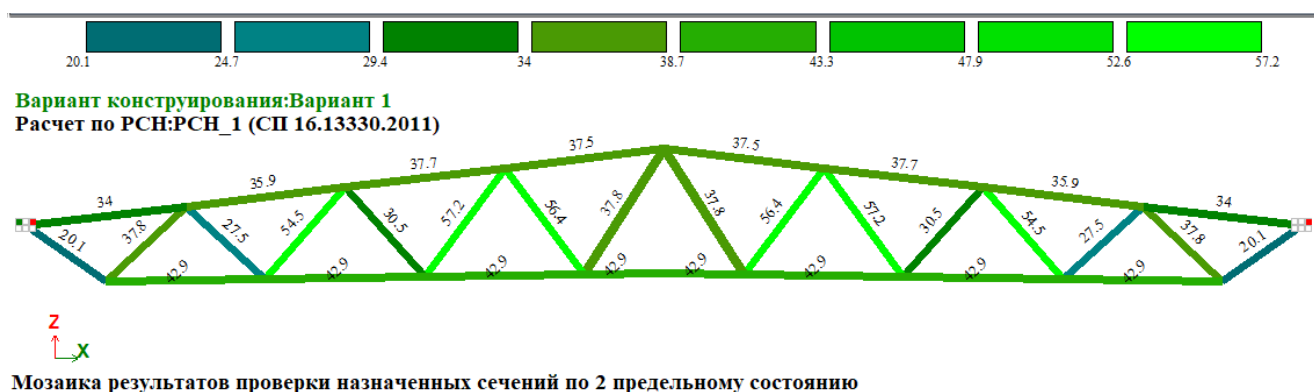


Рисунок 12 – «Критерий несущей способности элементов фермы по II-й группе предельных состояний» [29] (в %)

Анализируя данные на рисунках 10–12, можем сделать вывод, что сечения элементов фермы проходят проверку по I-й и II-й группам предельных состояний и по местной устойчивости.

«Сечения элементов фермы подобраны с запасом с целью обеспечения прочности сварных швов, определенных при конструировании узлов, что привело к снижению коэффициентов использования» [29].

Окончательные сечения элементов фермы представлены в таблице 8. Проверки конструирования узлов по формулам 86–92 СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования» в таблице 9.

Таблица 8 – Характеристики сечений фермы по ГОСТ 30245–2003

Тип	№ и цвет жесткости	Сечение	Характеристики
Верхний пояс (ВП)	1.	□ 150×5	$i_x=i_y=58,8$ мм; $W_x=W_y=130,9$ см ³ ; $m=22,26$ кг/м.пог.; $A=28,36$ см ²
Нижний пояс (НП)	2.	□ 120×5	$i_x=i_y=46,6$ мм; $W_x=W_y=80,8$ см ³ ; $m=17,55$ кг/м.пог.; $A=22,36$ см ²
Опорный раскос (ОР)	3.	□ 80×5	$i_x=i_y=30,2$ мм; $W_x=W_y=32,83$ см ³ ; $m=11,27$ кг/м.пог.; $A=14,36$ см ²
Отрицательный раскос крайний (-Р)	4.	□ 80×5	$i_x=i_y=30,2$ мм; $W_x=W_y=32,83$ см ³ ; $m=11,27$ кг/м.пог.; $A=14,36$ см ²
Все остальные раскосы (все Р)	5.	□ 60×5	$i_x=i_y=22,1$ мм; $W_x=W_y=16,8$ см ³ ; $m=8,13$ кг/м.пог.; $A=10,36$ см ²

Таблица 9 – Проверки конструирования узлов

№ узла	Сечение		Усилия, кН и кНм			Проверка узлов по формулам из [51]		
			пояса	раскоса				
	Пояс	Раскос	F	N	M	ф.86 и ф.87	ф.89 и ф.90	ф.91 и ф.92
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-2	150×5	80×5	-234	282	2,73	0,992	0,834	0,992
3-2	150×5	80×5	-234	-242	2,73	0,984	0,955	0,973
3-4	150×5	80×5	-503	121	3,3	0,791	0,593	0,805
5-4	150×5	80×5	-503	-110	3,3	0,852	0,702	0,736
5-6	150×5	80×5	-592	25,4	3,73	0,633	0,380	0,527
7-6	150×5	80×5	-592	-25,5	3,73	0,674	0,451	0,478
7-8	150×5	60×5	-585	49,7	3,51	0,984	0,397	0,509
9-8	150×5	60×5	-585	-37,7	3,51	0,961	0,371	0,361
2-1	120×5	80×5	-585	282	1,36	0,984	0,798	0,984
2-3	120×5	80×5	0,0	-242	1,36	0,625	0,903	0,940
4-3	120×5	80×5	409	121	2,21	0,456	0,553	0,762
4-5	120×5	80×5	409	-110	2,21	0,487	0,664	0,694
6-5	120×5	80×5	571	25,4	2,82	0,288	0,345	0,466
6-7	120×5	80×5	571	-25,5	2,82	0,309	0,414	0,438
8-7	120×5	80×5	603	49,7	0,17	0,381	0,252	0,349
8-9	120×5	60×5	603	-37,7	0,17	0,992	0,817	0,804

В таблице 9 при проверке узлов по формулам 86–92 [51] были изначально приняты следующие значения: $\gamma_c = 1,0$ – коэффициент условий работы; $k_f = 5 \text{ мм} = 0,5 \text{ см}$ – катет сварных швов соединения решетки с поясами; $\beta_f = 0,7$ – коэффициент проплавления по металлу шва

2.6 Результаты расчета по второй группе предельных состояний

Проверка фермы ФС1 на прогиб выполняется согласно п. 15.1.1 [20]:

$$f \leq f_u, \quad (13)$$

где f – фактический прогиб конструкции, мм,

f_u – «предельный прогиб или перемещение, согласно норм» [20].

На рисунке 13 представлена мозаика прогибов узлов фермы.

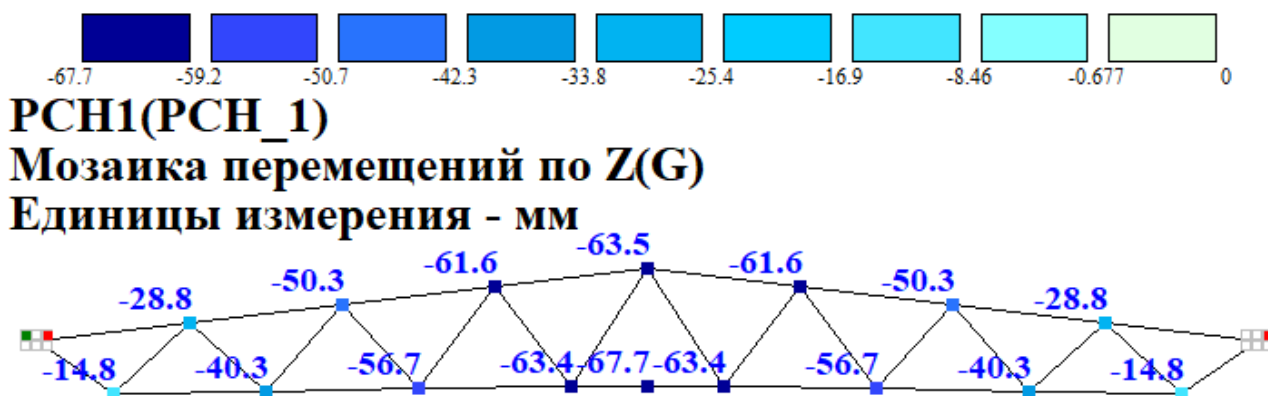


Рисунок 13 – Максимальные вертикальные перемещения в узлах фермы, мм

Согласно данным таблицы Д1 пункта 2а [20], «значение нормативного прогиба при расчете ферм покрытий при пролете» [29] $L = 24$ м составляет:

$$f_u = \frac{24}{250} = 0,096 \text{ м} = 96 \text{ мм, что больше фактических (см. рисунок 13).}$$

Выводы по разделу

С помощью ПК LiraSapг 2016 выполнен расчет и конструирование металлической фермы ФС1 покрытия цеха по производству облицовочных фасадных систем, проверено соответствие заданных сечений, подобраны оптимальные сечения с учетом нагрузок, произведены проверки по несущей способности, жесткости и проверки конструирования узлов.

Графическая документация на 5-м листе графической части.

3 Технология строительства

3.1 Область применения

Тема ВКР: «Цех по производству облицовочных фасадных систем». Цель раздела – разработка технологической карты. Вид монтажа – фермы, связи и прогоны. Место монтажа – город Череповец (Вологодская область). Период проведения работ – весна-лето.

«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» [29]. «В технологической карте установлены требования к качеству работ и способы проверки предшествующих работ, материалов и изделий, поступающих в производство» [29].

Последовательность монтажа: фермы, связи-распорки, прогоны, кровельные сэндвич-панели (КСП). Метод монтажа – последовательный. Все элементы покрытия монтируются в пределах одной ячейки с одной стоянки крана одним краном. Фермы опираются на оголовки колонн на отметке +11,000 и болтовым соединением крепятся к опоре. Шаг ферм 6 м, шаг прогонов ≈ 3 м. Прогоны монтируются на верхний пояс в месте схождения раскосов. Вертикальные связи расположены только в крайних шагах здания по центру пролета, распорки ставятся по всей длине здания по нижнему поясу в районе опорных раскосов и по центру пролетов, предотвращая таким образом нижний пояс от смещения во время монтажа и в дальнейшей эксплуатации.

Характеристика ферм: металлические из ГСП 30245-2003 длиной (18 и 24) м, доставляемые на строительную площадку в виде двух половинок и требующие стыковку болтовым соединением перед монтажом. Вес готовой к монтажу фермы – 1336 кг. Прогоны – металлические прокатные швеллера по ГОСТ 8240-97. Связи, распорки – металлические прямолинейные и

фермовидные элементы из ГСП и спаренных уголков. КСП – на всю длину ската покрытия.

Конструкции покрытия изготавливаются заводским способом и после доставки на строительную площадку монтируются.

Технологическая карта разработана в соответствии с учётом требований следующих документов: нормативных [7], [16], [17], [23], технической и методической литературы [11], [26], [28].

При монтаже элементов покрытия в техкарте устанавливаем последовательность операций (состав работ: подготовка мест опирания ферм → монтаж ферм → связевые элементы → прогоны → монтаж КСП), места расположения задействованной техники (кран, тягач с полуприцепом, бортовой самосвал), монтируемых конструкций, инвентаря и приспособлений (леса, подъёмники, лестницы, укрупнительный стенд или передвижная вспомогательная площадка) и монтажников.

Технологическая карта призвана установить требования к качеству как предшествующих работ, так и к выполнению основных. Также в техкарте устанавливаются способы проверки качества выполненных СМР.

3.2 Организация и технология выполнения работ

«Организация и технология выполнения работ содержит:

- решение вопроса транспортировки, складирования и хранения материалов;
- «требования законченности подготовительных и предшествующих работ: оснащённость строительной площадки необходимыми коммуникациями с фиксацией качества предшествующих работ;
- подсчет объемов и материалов; схемы строповки;
- описание производства СМР и технологических процессов со схемами производства работ и организации рабочего места» [28].

3.2.1 Требования законченности предшествующих работ

Подготовительные работы, согласно нормативной документации, предусматривают: «устройство инвентарных временных ограждений; сдачу-приемку геодезической разбивки; устройство необходимых складских площадок; противопожарное водоснабжением и освещение» [28].

«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» [28].

«После проверки вертикальности ряда колонн нивелируют опоры для ферм. По завершению монтажа колонн и их нивелирования определяют отметки этих плоскостей» [28].

3.2.2 Определение объемов работ

Самый главный критерий трудоёмкости – объём произведенных СМР, которые подсчитываем по конструктивным и архитектурным чертежам и сводим в таблицу 10.

Таблица 10 – Ведомость элементов покрытия

Монтажный элемент	Характеристики	Кол-во	Масса, т	
			ед.	Всего
1	2	3	4	5
Ферма ФСЗ в осях А-Г	L=18м, m=988кг	10	0,998	46,9
Ферма ФС1 в осях Г-Д	L=24м, m=1336кг	16	1,336	
Ферма ФСЗ в осях Д-Е	L=24м, m=976кг	16	0,976	
Связи ВС1	m=290кг	6	0,29	1,74
Распорки	L=5980м, m=60кг	117	0,06	7,02
Прогоны п1	L=5480м, m=101кг	44	0,101	37,3
Прогоны п2	L=5980м, m=110кг	298	0,11	

Продолжение таблицы 10

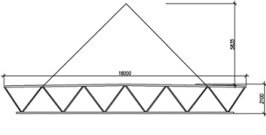
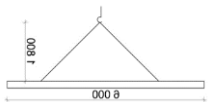
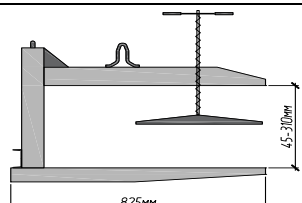
1	2	3	4	5
КСП в осях А-Г	$L=8,98\text{м}, b=1\text{м}; S_1=8,98\text{м}^2$ $m=15 \times 8,98=134,7\text{кг}$	108	0,135	59,52
КСП в осях Г-Д	$L=12,02\text{м}, b=1\text{м};$ $S_1=12,02\text{м}^2;$ $m=15 \times 12,02=183\text{кг}$	180	0,180	
КСП в осях Д-Е	$L=9,12\text{м}, b=1\text{м};$ $S_1=9,12\text{м}^2;$ $m=15 \times 9,12=136,8\text{кг}$	180	0,137	
КСП всего, м^2	4800 м^2	-	-	-
-	Итого	-	-	152,4

В таблице 10 вес КСП определен согласно завода-изготовителя.

3.2.3 Выбор приспособлений и механизмов

В таблице 11 представлены основные грузозахватные и такелажные приспособления для монтажа элементов покрытия.

Таблица 11 – Ведомость грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемых элементов»	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного элемента, марка	Эскиз с размерами	характеристика		
				Q, т	m, т	h, м» [29]
1	2	3	4	5	6	7
Ферма	1,336	Строп 2СК-4,0-9,0 ГОСТ 25573-82 Строп 1СК-1,0-2,0 ГОСТ 25573-82		4	0,2	5,85
				2	0,1	0,5
Прогон	0,11	Строп 2СК-2,0-3,0 ГОСТ 25573-82		2	0,1	1,8
Кровельные сэндвич-панели покрытия	0,18	Захват-струбцина ЗСТк-0,5-45-310 «СтанкоТехЦентр» Строп 4СК1-10 29700-102 ВНИПИПСК		1	0,038 0,12	2,0

Для выбора крана необходимо произвести анализ требуемых минимальных параметров спецтехники (грузоподъемность Q , высота подъема крюка $H_{\text{пк}}$, вылет крюка $L_{\text{кр}}$ и длина стрелы $L_{\text{стр}}$).

Определение необходимых параметров ведем по следующим формулам:

$$Q_{кр}=1,2 \cdot (Q_{э}+Q_{пр}+Q_{гр}), \text{ т} \quad (13)$$

$$H_{пк}=h_0+h_3+h_э+h_{стр}, \text{ м} \quad (14)$$

$$L_{кр}=\sqrt{a^2 + b^2}, \text{ м} \quad (15)$$

$$L_{стр}=\sqrt{H_{пк}^2 + L_{кр}^2}, \text{ м} \quad (16)$$

где h_0 – отметка опоры, м;

h_3 – запас по высоте для обеспечения безопасности монтажа;

$h_э$ – высота элемента, м;

$h_{см}$ – высота строповки;

$Q_{э}$ – масса элемента или блока, т;

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

$Q_{гр}$ – масса грузозахватного устройства, т.

Строительные машины и механизмы выбираются согласно выполнения технологических (строительно-монтажных) процессов, обеспечивая качество продукта, произведенное в установленные (плановые) сроки с соблюдением безопасного ведения работ. В таблице на листе 6 графической части приведено наименование машин и механизмов с указанием основных технических характеристик, марок и количество для выполнения монтажа [13].

Монтажные работы будем вести автомобильным краном с выдвижной телескопической стрелой, так как этот тип кранов обладает хорошей маневренностью, относительно малыми габаритами, не требует устройства прочного дополнительного основания, а выдвижная стрела способствует обходу препятствий в виде ранее расположенных конструкций (например, колонн).

Технические характеристики крана (Q , $H_{пк}$, $L_{кр}$ и $L_{стр}$) должны быть равными или больше полученных значений в таблице 11 при соответствующем виде монтажа.

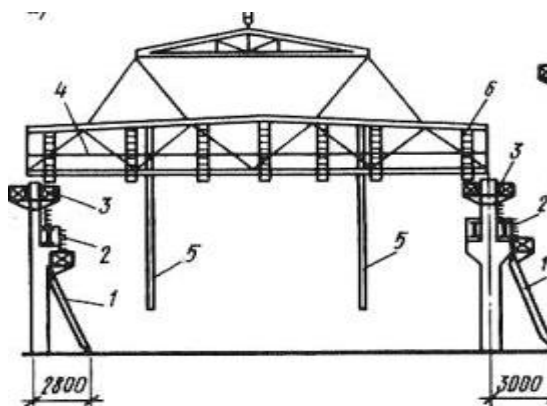
На основании таблицы 11 принимаю автокран КС-55713-2К на шасси КамАЗ 65115 (6×4) с длиной стрелы 21 м и грузоподъемностью 25 т (см. Приложение Д).

3.2.4 Методы и последовательность производства работ

В техкарте должны быть определены схемы строповки, размещения рабочих, средств механизации и разработана последовательность производства работ (установка, выверка, временное крепление, постоянное закрепление) с мероприятиями по обеспечению правильности монтажа и устойчивости конструкций в целом.

Более трудоемкий монтаж – монтаж ферм. При завозе на стройплощадку, две полуфермы сначала необходимо соединить высокопрочными болтами на специальном стенде в готовую к монтажу ферму. В этом задействованы двое монтажников и звеньевой-бригадир.

Строповка и монтаж фермы осуществляется с помощью замков-захватов за верхний пояс фермы мягким стропом. Процессом руководит звеньевой-бригадир. Посылая сигналы крановщику и стропальщикам, происходит процесс отрыва от земли конструкции, и убедившись в правильной строповке, ферма подается к месту монтажа. Схема монтажа ферм приведена в графической части (см. лист 6). Грузозахватные и вспомогательные монтажные элементы представлены в Приложении Б.



- 1 – приставная лестница; 2 – навесная лестница; 3- навесные подмости; 4 – страховочный канат; 5 – инвентарные распорки; 6 – навесные люльки

Рисунок 14 – К монтажу ферм

С помощью оттяжек стропальщики с земли контролируют наведение опорных точек фермы на колонны, где их принимают и наводят монтажками и ломиками четвертый (с одного края) и пятый (с противоположного) монтажники. На высоте, рабочее место монтажника оборудовано навесными площадками, приставными лестницами (см. рисунок 14), либо монтаж производится с помощью автоподъемника.

После окончательно закрепления, происходит расстроповка и монтаж связей, распорок и прогонов. Прогоны крепятся на болтах к верхнему поясу фермы, после чего происходит процесс монтажа КСП.

Монтаж КСП производится с помощью специального захвата (см. лист 6 графической части), предотвращающего сминание поверхностей панели.

3.3 Требования к качеству и приемки работ

«Контроль СМР:

- входной (визуальный внешний осмотр с проверкой на соответствие данных паспортов, чертежей и других сопроводительных документов);
- операционный (проводится в процессе производства работ);
- приемочный.

Операционный контроль обеспечивает соответствие строительно-монтажных работ утвержденному проекту по схемам сборки и установки с выявлением и устранением имеющихся недостатков монтажа. Ответственным за соблюдением схем операционного контроля качества является производитель работ, подкрепляя каждую операцию актом на скрытые (соответствующие) работы» [26].

Операционный контроль проводят в соответствии с технологической документацией изготовителя. Контроль должен быть достаточным для оценки качества выполняемых операций, имея в виду выполнение требований стандартов или технических условий и проектной документации на конструкции.

Состав контролируемых признаков в процессах 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.

Величины предельных отклонений и методы проверки указаны в графической части (см. лист 6).

3.4 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 (см. таблицу 12 и лист 6 ГЧ).

Таблица 12 – Потребность в материальных ресурсах

Материалы	Кол.	Ед. изм.
«Конструкции стальные	92,9	т
Кровельные сэндвич-панели	4800	м ²
Болты строительные с гайками и шайбами	0,29	т
Болты самонарезные	22500	шт.
Электроды диаметром 4 мм Э42А	0,2	т
Пропан-бутан технический	59,6	кг
Бруски обрезные I сорта	1,7	м ³
Шлифовальные круги	80	шт.» [28]

«Ведомость машин, инвентаря и приспособлений, а также потребность в конструкциях, полуфабрикатах и материалах» [28] представлены в таблицах графической части.

3.5 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность

3.5.1 Безопасность труда

«Разрешение на производство работ по монтажу элементов покрытия начинается с оформления допуска к работе» [27] (наряд-допуск) руководителем работ. Перед началом работ в наряде-допуске расписываются рабочие о проведении инструктажа по мероприятиям безопасности.

«Мастер (прораб) должен постоянно контролировать вопросы условий безопасного ведения СМР» [27], следить за исправностью инструментов, инвентаря и приспособлений.

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.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить: участки территории вблизи строящегося здания (сооружения); зоны перемещения машин, механизмов и оборудования; места, над которыми происходит перемещение грузов кранами.

Размеры указанных опасных зон устанавливаются по [16, прил. Г].

«Монтажники обязаны соблюдать требования безопасности труда для обеспечения защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, связанных с характером работы: расположение рабочих мест на значительной высоте; передвигающиеся конструкции; падение вышерасположенных материалов, инструмента; обрушение незакрепленных элементов конструкций зданий и сооружений» [27, п. 5.41.2].

Для защиты от механических воздействий монтажники обязаны использовать предоставляемые работодателями бесплатно: костюмы хлопчатобумажные, рукавицы с наладонниками, полусапоги кожаные на

нескользящей подошве, а также костюмы на утепляющей прокладке и валенки для зимнего периода года.

«При нахождении на территории стройплощадки монтажники должны носить защитные каски. Кроме того при работе на высоте монтажники должны использовать предохранительные пояса, а при разбивке бетонных конструкций отбойными молотками – защитные очки» [27, п. 5.41.3].

3.5.2 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность базируется на требованиях нормативных документов «О противопожарной защите» [5], [27].

«В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50м. Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества, их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

Рабочие места, опасные во взрыво- или пожарном отношении, должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения и средствами контроля и оперативного оповещения об угрожающей ситуации» [27, п. 6.5].

3.5.3 Экологическая безопасность

«Экологическая безопасность окружающей среды базируется на требованиях нормативных документов : «ФЗ от 04.05.99 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»; ФЗ от 24.04.95 № 52-ФЗ «О животном мире»; ФЗ от 23.11.95 № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (в редакции от 15.04.98); Закон РФ 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

В этих нормативах прописываются требования экологичности (хранение отработанного вспомогательного материала и ТКО» [4] – см. раздел 6 ВКР) и производственные требования по ограничению уровня шума и пыли.

3.6 Техничко-экономические показатели

«Продолжительность выполнения работ и нормативные затраты труда и машинного времени определяются на технологический процесс монтажа подстропильных ферм, стропильных ферм, связей и прогонов на основе калькуляции затрат труда и машинного времени, взаимоувязывая все процессы в графике производства работ» [28].

Калькуляция трудозатрат приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Калькуляция затрат труда и машинного времени

«Монтаж элементов и конструкций	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		Трудоемкость			Проф. квалиф состав звена» [28]
			Чел.- час	Маш.- час	Объём работ	чел.-дн.	маш.- смен	
Монтаж ферм	т	09-03-012-01	23,0	4,82	46,9	134,8	28,3	М. 5р.-1 М. 4р.-2 М. 2р.-2 Маш. 6р.-1
Монтаж вертикальных связей	т	09-03-013-01	35,07	2,64	1,74	7,6	0,6	
Монтаж горизонтальных связей - распорок	т	09-03-014-01	39,55	4,01	7,02	34,7	3,5	
Монтаж прогонов	т	09-03-015-01	14,1	1,75	37,3	65,7	8,2	
Монтаж КСП	100 м ²	09-04-002-03	45,2	7,34	48,0	271,2	44	
Всего						514	84,6	

Техничко-экономические показатели техкарты приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Техничко-экономические показатели техкарты

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Объём работ	1 т.	92,9
	м ²	4800
Продолжительность монтажа	дн.	50
Нормативные затраты труда	чел.-дн.	514,1
Принятые затраты труда	чел.-дн.	500
Трудоемкость монтажа 1 т конструкций	чел.-дн./т.	3,28
Выработка одного рабочего за 1 день	т./чел.-дн.	0,305

График производства работ приведен на листе.

Выводы по разделу.

Согласно действующих нормативов и дополнительной методико-технической литературы разработана техкарта на монтаж элементов покрытия производственного здания.

Работа по монтажу элементов покрытия ведется двумя бригадами по пять человек в каждой. Работая в двухсменном режиме, как слаженный механизм, монтажники, четко соблюдая свои обязанности, способны произвести монтаж 92,9 тонн металлоконструкций и укрыть 4800 м² кровли в 50-ти дневный срок.

В разделе произведен подсчет СМР, подобран кран и спецтехника, определены вспомогательные элементы и инструменты для производства работ.

В графической части показана организация рабочего места с расстановкой техники и монтажников, приведены схемы строповки, информация о контроле монтажа, таблицы потребности в материалах, технико-экономические показатели по техкарте, график производства работ и информация (указания) по безопасному ведению работ.

4 Организация строительства

4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ

«Номенклатура работ формируется в порядке технологической последовательности их выполнения» [13]. Единицы измерения объемов работ приняты в соответствии с единицами измерения по [1].

Ведомость объёмов СМР приведена в таблице В.1 приложения В.

4.2 Определение потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

Ведомость потребности в строительных машинах представлена в таблице В.2 приложения В. «Подбор грузозахватных приспособлений (стропы, траверса) производится с учетом подъема самого тяжелого и самого удаленного элемента» [15].

4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ

«Грузозахватные приспособления выбираются в зависимость от массы и габаритов монтируемого элемента, с учетом подъема самого тяжелого и самого удаленного элементов» [15]. Спецификация монтируемых элементов приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Спецификация монтажных элементов

«Наименование конструкции»	Ед. изм.	Кол-во	Масса, т	
			Ед.	всего» [15]
1	2	3	4	5
Колонна К2	шт	16	2,13	34,08
Подкрановая балка ПБ1	шт	52	1,656	24,032
Стропильная ферма ФС1	шт	16	1,502	24,032
Кровельный прогон П1	шт	342	84,6	28,9

Перечень грузозахватных приспособлений приведен в таблице В.3.

Грузоподъемность крана Q , высота подъема крюка $H_{пк}$, вылет крюка $L_{кр}$ и длина стрелы $L_{стр}$, монтажного крана определяются по формулам (13)÷(16) (см. раздел «Технология строительства»).

В Таблицу 16 сводим расчет требуемых параметров крана.

Таблица 16 – Определение требуемых параметров крана

Элемент монтажа	Параметр № формулы	Q , т (16)	$H_{пк}$, м (17)	$L_{кр}$, м (18)	$L_{стр}$, м (19)	Подбор -
Колонна	Значения	$\begin{cases} Q_э = 2,13\text{т} \\ Q_{пр} = 0,04\text{т} \\ Q_{гр} = 0,02\text{т} \end{cases}$	$\begin{cases} h_0 = 0\text{м} \\ h_э = 11,0\text{м} \\ h_з = 0,5\text{м} \\ h_{стр} = 2,0\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} a = 6\text{м} \\ b = 6\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} H_{пк} = 13,5\text{м} \\ L_{стр} = 8,5\text{м} \end{cases}$	Автокран КС-35715
	Итого	$Q=2,63\text{т}$	$H_{пк}=13,5\text{м}$	$L_{кр}=8,5\text{м}$	$L_{стр}=16\text{м}$	
Ферма	Значения	$\begin{cases} Q_э = 1,502\text{т} \\ Q_{пр} = 0,2\text{т} \\ Q_{гр} = 0,03\text{т} \end{cases}$	$\begin{cases} h_0 = 11\text{м} \\ h_э = 2,5\text{м} \\ h_з = 0,5\text{м} \\ h_{стр} = 2,0\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} a = 12\text{м} \\ b = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} H_{пк} = 16\text{м} \\ L_{стр} = 12\text{м} \end{cases}$	Автокран КС-55713-2К
	Итого	$Q=2,08\text{т}$	$H_{пк}=16\text{м}$	$L_{кр}=12\text{м}$	$L_{стр}=20\text{м}$	
Подкрановая балка	Значения	$\begin{cases} Q_э = 1,656\text{т} \\ Q_{пр} = 0,1\text{т} \\ Q_{гр} = 0,02\text{т} \end{cases}$	$\begin{cases} h_0 = 6,75\text{м} \\ h_э = 0,3\text{м} \\ h_з = 0,5\text{м} \\ h_{стр} = 2,0\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} a = 6\text{м} \\ b = 3\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} H_{пк} = 9,55\text{м} \\ L_{стр} = 6,7\text{м} \end{cases}$	Автокран КС-35715
	Итого	$Q=1,131\text{т}$	$H_{пк}=9,55\text{м}$	$L_{кр}=6,7\text{м}$	$L_{стр}=12\text{м}$	
Прогон	Значения	$\begin{cases} Q_э = 0,085\text{т} \\ Q_{пр} = 0,04\text{т} \\ Q_{гр} = 0,02\text{т} \end{cases}$	$\begin{cases} h_0 = 0\text{м} \\ h_э = 0,5\text{м} \\ h_з = 11,0\text{м} \\ h_{стр} = 2,0\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} a = 10\text{м} \\ b = 12\text{м} \end{cases}$	$\begin{cases} H_{пк} = 18\text{м} \\ L_{стр} = 15,6\text{м} \end{cases}$	Автокран КС-55713-2К
	Итого	$Q=0,174\text{т}$	$H_{пк}=13,5\text{м}$	$L_{кр}=15,6\text{м}$	$L_{стр}=23,9\text{м}$	

В таблице № параметры: « a » (в метрах) – расстояние от оси крана до места монтажа вдоль здания, « b » (в метрах) – расстояние от оси крана до места монтажа поперёк здания, $h_0, h_з, h_э, h_{см}, Q_э, Q_{пр}, Q_{гр}$ – значения для каждого вида монтажа соответственные.

Технические характеристики крана ($Q, H_{пк}, L_{кр}$ и $L_{стр}$) должны быть равными или больше полученных значений в таблице 16 при соответствующем виде монтажа.

Таким образом, «для монтажа колонн и подкрановых балок задействуем автокран КС-35715 (длина стрелы 18 м, грузоподъемность 16 т – см. рисунок В.1 приложения В). Монтаж элементов покрытия ведем с помощью автокрана КС-55713-2К (длина стрелы 21 м, грузоподъемность 25 т – см. Приложение Б).

Выбор машин, механизмов и грузозахватных приспособлений, необходимых для производства работ» [2], приведены в приложении В.

4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по сборникам Государственных элементных сметных норм. Нормы времени в ГЭСН приводятся в чел.-ч и маш.-ч.» [15].

«Трудоемкость i -го вида работ для заполнения в ведомость затрат труда и машинного времени рассчитывается по формуле:

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8} (\text{чел} - \text{дн}, \text{маш} - \text{см}) \quad (17)$$

где $H_{вр}$ – норма времени на единицу объема работ, чел.-ч (маш.-ч);

V – объем работ из п. 4.2, (м^2 ; м^3 ; шт.; т.);

8 – продолжительность смены» [29], ч.

Далее рассчитывается машиноёмкость и полученные данные заносятся в определенные графы таблицы В.4 приложения В. Общая трудоемкость работ составила 5668,8 чел.-дн. и 632,5 маш.-см.

4.5 Разработка календарного плана производства работ

Применение календарного плана при строительстве позволяет легко ориентироваться в любом временном (годовом) отрезке. Так как линейный «календарный график составляется на основе ведомости затрат труда и

машинного времени» [25], можно быстро понять какой вид работ планируется проводить и что для этого нужно (техника, материал, трудовые ресурсы и т.д.).

4.5.1 Определение нормативной продолжительности строительства

«Нормативная продолжительность строительства определяется по СНиП 1.04.03-85*» [15], а именно, по пункту 21, продолжительность строительства объектов не приведенных в таблицах норм определяется по объектам аналогам. Для проектируемого здания принимаем объект аналог – Здание управления со строительным объемом 15,9 тыс. м³, продолжительность строительства которого составляет 12 месяцев.

Согласно пункту 7 части 1 СНиП 1.04.03-85*, продолжительность строительства объекта, мощность (или другой показатель) которого находится за пределами значений в нормах, определяется при помощи метода экстраполяции.

Увеличение мощности определим по интерполяции:

$$\frac{(65,7-41,2)}{41,2} \times 100 = 59,46\%.$$

Прирост к норме продолжительности строительства будет равен:

$$59,46 \times 0,3 = 17,87\%$$

Продолжительность строительства при помощи метода экстраполяции:

$$T = 10 \times \frac{(100 + 17,84)}{100} = 11,78 \text{ мес.} = 359 \text{ дней.}$$

Фактическая продолжительность строительства составила 344 дней, что меньше нормативной продолжительности 359 дней, за счет оптимизации строительно-монтажных работ.

4.5.2 Проектирование календарного графика производства работ

Для того, чтобы определить продолжительность выполнения каждой работы, необходимо знать затраты труда в чел.-дн., количество человек, работающих в данной смене и на число смен в день:

$$T = \frac{T_p}{n \times k}, \text{ дни} \quad (18)$$

где T_p – «трудозатраты, чел-дн;

n – кол-во рабочих звене;

k – сменность» [29].

«Среднее количество рабочих по формуле:

$$R_{cp} = \frac{\Sigma T_p}{T_{общ}}, \text{ чел} \quad (19)$$

где ΣT_p – суммарная трудоемкость всех работ по календарному плану;

$T_{общ}$ – общий срок строительства здания» [29].

$$R_{CP} = \frac{5668,8}{344 \times 2} = 8,24 \text{ чел. Принимаем } R_{cp} = 9 \text{ чел.}$$

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях

4.6.1 Расчёт и подбор временных зданий

Временные бытовые помещения (для отдыха, гардеробные, душевые, мастерские, санузлы, прорабская, отдыха водителей) определяются из общего количества работающих:

$$N_{общ} = N_{раб} + N_{итр} + N_{служ} + N_{моп} \quad (20)$$

где $N_{раб}$ – численность рабочих, занятых на СМР

$N_{итр}$ – «численность ИТР;

$N_{служ}$ – численность служащих;

$N_{моп}$ – численность обслуживающего персонала» [29]

$$N_{общ} = 20 + 3 + 1 + 1 = 25 \text{ чел.}$$

Также определим расчетное количество работающих для определения расчетной площади временных зданий:

$$N_{\text{расч}} = 1,05 N_{\text{общ}} \quad (21)$$

$$N_{\text{расч}} = 1,05 \cdot 25 = 27 \text{ чел.}$$

Подробная таблица этого подраздела приведена в табл. В.5 приложения В.

4.6.2 Расчет площадей складов

«Для временного хранения материалов, полуфабрикатов и изделий на строительной площадке устраивают места складирования (закрытые и открытые склады, навесы)» [15].

Расчет площадей складов производится по следующим формулам:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} n \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ т} \quad (22)$$

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (23)$$

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \cdot K_{\text{исп}}, \text{ м}^2 \quad (24)$$

где $Q_{\text{зап}}/Q_{\text{общ}}$ – запас/всего материала на складе, (т, м², шт.);

$F_{\text{пол}}/F_{\text{общ}}$ – полезная/общая площадь складов, м²;

T – продолжительность работ, дн.;

k_1/k_2 – коэффициент неравномерности поступления/потребления материалов на склад;

n/q – норма запаса / складирования, (т/ м², шт./ м², м²/ м²);

$K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования склада.

Для данного проектируемого здания необходимо предусмотреть складирование на открытом пространстве (под открытым небом) сыпучих, арматуры, штучных материалов (кирпич/газоблок), сэндвич-панелей, металлических конструкций и опалубки.

Отделочные материалы и сухие смеси, дверные и оконные блоки лучше складировать в закрытом помещении. Под навесом – лес, рулонные кровельные/гидроизоляционные материалы, металлический профнастил и тепло-звукоизоляционную минеральную вату. Расчеты сведены в Приложение В, табл. В.6.

4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

«Временное водоснабжение, которое определяется в зависимости от степени интенсивности потребления воды в сутки для всего объекта, необходимо для безопасного ведения строительно-монтажных работ» [21] и определяется по формуле (25)÷(28):

$$Q_{\text{пр}} = \frac{K_{\text{ну}} \cdot q_{\text{н}} \cdot n_{\text{н}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t_{\text{см}}}, \text{ л/сек} \quad (25)$$

$$n_{\text{н}} = V / t_{\text{монт}}, \quad (26)$$

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{у}} \cdot n_{\text{р}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t_{\text{см}}} + \frac{q_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}}}{60 \cdot t_{\text{д}}}, \text{ л/сек} \quad (27)$$

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \text{ л/сек} \quad (28)$$

где $Q_{\text{пр}}/Q_{\text{пож}}/Q_{\text{хоз}}$ – «Максимальный расход воды на производственные/пожарные/хозяйственные нужды, л/сек.;

V – объем работ (м^3 ; м^2 , тыс. шт.);

$n_{\text{н}}$ – объем работ в сутки наибольшего водопотребления, (т/сут.; тыс.шт./сут.; $\text{м}^3/\text{сут.}$)» [29];

$q_{\text{д}} / q_{\text{н}} / q_{\text{у}}$ – удельный расход воды на рабочего/на процесс/на хозяйственно-бытовые нужды, л;

$t_{\text{д}}$ – «продолжительность пользования душем ($t_{\text{д}} = 45$ мин.);

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, час.;

$n_{\text{р}}$ – максимальное число работающих, определяемое по формуле (24);

$n_{\text{д}}$ – число людей, пользующихся душем» [21] ($\sim n_{\text{д}} = 0,8 R_{\text{max}}$);

$K_{\text{ну}} / K_{\text{ч}}$ – перерасход/коэффициент неравномерности потребления;

$t_{\text{монт}}$ – продолжительность выполнения работы, дни.

Общий $Q_{\text{общ}}$ «требуемый максимальный (суммарный) расход воды на строительной площадке в сутки наибольшего водопотребления» [29] составляет

при определенных данных: $K_{ny}=1,2$; $q_n=250\text{л/м}^3$; $t_{cm}=8,0$ часа; $K_{ч}=1,5\text{л/с}$; $q_y=15$ л; $K_{ч}=2,5$; $q_d=30$ л; $t_d=45$ мин.; $Q_{пoж}=10$ л/с – до 10 га; $t_{монт}=15$ суток;

$$Q_{пр} = \frac{1,2 \cdot 200 \cdot 14,33 \cdot 1,3}{3600 \cdot 8,2} = 0,2\text{л/сек.}; Q_{xoz} = \frac{20 \cdot 14 \cdot 2,0}{3600 \cdot 8,0} + \frac{30 \cdot 22}{60 \cdot 45} = 0,3\text{ л/сек.}$$

$$Q_{общ} = 0,2 + 0,3 + 10 = 10,5\text{л/сек.}$$

«По определенному максимальному расходу рассчитаем диаметр труб временной водопроводной сети» [29] по формуле (39):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot Q_{общ}}{\pi \cdot v}}, \text{ мм} \quad (29)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 10,5}{3,14 \cdot 1,5}} = 100,1 \text{ мм. Принимаем трубу с } D_y = 100 \text{ мм.}$$

«Источником водоснабжения являются существующие водопроводные сети. Способ прокладки временной сети водоснабжения примем открытый, поскольку работу будут производить в летний период.

Сеть временного водоснабжения проектируется тупикового типа.

Для отвода воды проектируем временную канализацию. Диаметр временной канализации» [15]: $D_{кан} = 1,4D_{вод} = 1,4 \cdot 100 = 140$ мм.

4.6.4 Расчет и проектирование сетей электроснабжения

«Электроэнергия потребляется на производственные, технологические, хозяйственно-бытовые нужды, для наружного и внутреннего освещения» [15]. Ведомости расчета силовых потребителей и электроснабжения строительной площадки представлены в таблицах 17÷20.

Таблица 17 – «Ведомость установленной мощности силовых потребителей

Наименование потребителей	Ед. изм.	Установленная мощность, кВт	Kc	cosφ	Кол-во» [29]	Общая установленная мощность, кВт
Сварочный инвертор НЕОН ВД-221	шт.	7,2	0,35	0,4	3	21,6
Бетононасос передвижной Putzmeister BSA 1004E	шт.	6	0,4	0,5	1	6
Вибратор Н-22	шт.	1	0,1	0,4	1	1
Угловая шлифмашина УШМ-230-2100	шт.	2,1	0,1	0,4	4	8,4

$$\Sigma \frac{K_{1c} \cdot P_c}{\cos \phi} = \frac{0,35 \cdot 21,6}{0,4} + \frac{0,4 \cdot 6}{0,5} + \frac{0,1 \cdot 1}{0,4} + \frac{0,1 \cdot 8,4}{0,4} = 26,05 \text{ кВт.}$$

Таблица 18 – «Потребная мощность наружного освещения

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность, кВт» [21]
Открытые склады	1000 м ²	3,0	10	5,67	16,9
Территория строительства в районе производства работ	1000 м ²	0,4	2	0,912	0,4
Итого:					$\Sigma P_{он}=17,3$

$$\Sigma \frac{K_{4c} \cdot P_{он}}{\cos \phi} = \frac{0,4 \cdot 17,3}{0,5} = 13,84 \text{ кВт.}$$

Таблица 19 – Потребная мощность внутреннего освещения

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Удельная мощность, кВт	Норма освещенности, лк	Действительная площадь	Потребная мощность, кВт
Проходная	100 м ²	1,0	50	0,12	0,12
Кантора прораба	100 м ²	1,2	80	0,18	0,22
Гардеробная	100 м ²	1	50	0,18	0,18
Помещение приема пищи	100 м ²	1	80	0,16	0,16
Душевая	100 м ²	0,8	75	0,27	0,22
Туалет	100 м ²	0,8	50	0,12	0,10
Закрытый склад	100 м ²	1	80	0,8	0,8
Итого:					$\Sigma P_{ов}=1,8$

$$\Sigma \frac{K_{3c} \cdot P_{ов}}{\cos \phi} = \frac{0,8 \cdot 1,8}{1,0} = 1,44 \text{ кВт.}$$

Перерасчёт мощности (из кВт в кВт·А) по формуле (30):

$$P = P_p \cdot \cos \varphi, \text{ кВт} \cdot \text{А} \quad (30)$$

В таблицу В.7 приложения В сводим расчет электроснабжения строительной площадки с подбором трансформатора/подстанции и его установленной мощностью.

Таблица 20 – К расчету электроснабжения строительной площадки

Наименование	P _{о.н.}	P _{в.о.}	P _с	P _р	P _{тр.}	Принятый трансформатор/подстанция
Мощность, кВт	13,84	1,44	26,05	41,33	-	-
Установленная мощность, кВт·А	41,33 · 0,8=				33,06	СКГП-100-6/10/0,4 50 кВ·А

«Количество прожекторов для освещения строительной площадки определяем по формуле (31)» [15]:

$$N = \frac{p_{уд} \times E \times S}{P_l} \quad (31)$$

« $p_{уд}$ »- удельная мощность, Вт/м²;

E – освещённость, лк;

S – величина площадки, подлежащей освещению, м²;

P_l – мощность лампы прожектора, Вт.

$$N = \frac{0,3 \cdot 2 \cdot 26526}{1000} = 15,9 \text{ шт.}$$

Для достаточного освещения строительной площадки и необходимого освещения монтажных и складских участков, по контуру площадки принимаем 16 прожекторов марки ПЗС-35 с мощностью лампы 1,5 кВт на высоту установки 18 м» [29].

4.8 Проектирование строительного генерального плана

Объектный строительный генеральный план представлен на листе №8 графической части ВКР. Построение генерального плана должно включать разрешение вопросов: подводки инженерных систем, устройства ограждений, размещения «строительного городка», определения границ опасной зоны крана, установки информационных различных стендов, в том числе по пожарной защиты, компоновки подъездных и внутриплощадочных дорог.

«Радиус опасной зоны, $R_{оз}$, м, где производятся перемещения и монтаж конструкций (в нашем случае монтаж ограждающих конструкций), а также возможно возникновение опасности в связи с падением поднимаемых краном предметов (стенowych сэндвич-панелей), определяется по формуле:

$$R_{оз} = R_{max} + \frac{l_{max}}{2} + l_{отл}, \quad (32)$$

где R_{max} - рабочий вылет грузового крюка крана при монтаже,

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

$L_{без}$ - расстояние, учитывающее возможное рассеивание груза при падении» [15], принимаемое 7 м при высоте здания до 20 м.

$$R_{он} = 5 + 3 + 7 = 15\text{м.}$$

Схематически определение опасной зоны монтажа сэндвич-панелей показано на рисунке В.2 приложения В.

4.9 Техничко-экономические показатели ППР

«Техничко-экономическая оценка проекта производства работ ведется по следующим показателям» [15], сведенных в таблицу 21:

Таблица 21 – Техничко-экономические показатели

Наименование	Показатель	Единица измерения
1	2	3
«Объем здания	65777	м ³
Общая трудоемкость работ	5668,8	чел.-дн.
Усредненная трудоемкость работ	0,09	чел.-дн./м ³
Общая трудоемкость работы машин	632,5	маш.-см.
Максимальное количество рабочих на объекте	20	чел.
Минимальное количество рабочих на объекте	6	чел.
Среднее количество рабочих на объекте	9	чел.
Степень достигнутой поточности строительства по числу людских ресурсов	0,45	-
Степень достигнутой поточности строительства по времени	0,74	-
Нормативная продолжительность строительства	15	мес.
Фактическая продолжительность строительства» [29]	13,2	мес.

Продолжение таблицы 21

1	2	3
Общая площадь застройки (здания)	5647	м ²
Общая площадь строительной площадки	16913	м ²
Площадь временных зданий	94	м ²
Площадь временных дорог и проездов	4415	м ²
Площадь складов	325	м ²
Протяженность временного водопровода	86,6	м
Протяженность временных дорог	405	м
Протяженность временных электросетей	526,3	м
Протяженность временной канализации	22,9	м
Протяженность временного ограждения	579,2	м

Выводы по разделу

Представлено описание процесса ведения общестроительных работ по возведению здания цеха по производству фасадных облицовочных систем.

Действия по разделу:

- подсчет объёмов;
- определение затраченной и принятой трудоёмкости;
- разработка календарного графика строительства;
- произведен подбор спецтехники, вспомогательных устройств и приспособлений;
- определены опасные зоны при производстве работ с указаниями к безопасному ведению СМР и требованиями по технике безопасности;
- посчитаны складские зоны и временные здания стройгородка, следствием чего стало проектирование стройгенплана.

Фактическая продолжительность строительства составила 344 дней, что меньше нормативной продолжительности 359 дней, за счет оптимизации строительно-монтажных работ.

5 Экономика строительства

5.1 Пояснительная записка

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы определим стоимость строительства цеха по производству облицовочных фасадных систем площадью 5647 м^2 (строительный объем 65777 м^3) в г. Череповце Вологодской области.

Принятый участок не имеет существующей застройки и полностью свободен для строительства. Рельеф участка – малоуклонный с незначительным перепадом высот с юга на север.

Габариты цеха в осях 1-16, А-Е составляют $90 \times 60 \text{ м}$. Данное здание является трехпролетным, два по 18 м, средний 24 м.

Здание зонировано согласно производственных мощностей:

- пролет в осях Д-Е (18 м) предназначен для производства алюминиевых облицовочных систем, сталеалюминиевых соединений, крепежей, метизов и других металлических конструкций;
- пролет в осях Г-Д (24 м) предназначен для производства композитных и полимерных облицовочных систем и вспомогательных конструкций;
- двухэтажный пролет А-Г (сетка колонн $6 \times 6 \text{ м}$) предназначен для складских целей (на отметке 0,000) и административно-бытовых нужд всего здания (кабинеты руководства, гардеробные, санузлы, проектные, душевые, конструкторская).

«Высота здания по верху парапета - 12 м.

Несущие конструкции покрытия - стропильные фермы с параллельными поясами индивидуального изготовления пролетом 18 м и 24 м. из гнутосварного профиля. Опираение ферм на колонну сверху, шарнирное при

помощи болтового соединения. Прогоны по фермам приняты из прокатного швеллера № 16 по ГОСТ 8240-97» [1].

«Перекрытие второго этажа монолитное железобетонное по балочной клетке из прокатного двутавра. В качестве несъемной опалубки используется металлический профилированный лист

Кровля запроектирована из сэндвич-панелей производства ООО «СП ПРОМ» с утеплителем из пенополиуретана.

Наружные ограждающие конструкции здания приняты из сэндвич-панелей производства ООО «СП ПРОМ» с утеплителем из минераловатных плит.

Перегородки встроенных помещений приняты из листов сухой штукатурки по металлическому каркасу системы «Кнауф» с заполнением звукоизолирующими плитами» [1].

«При определении стоимости строительства жилого многоквартирного дома и благоустройства территории использованы Укрупненные нормативы цены строительства, используемые в сметных расчетах:

- НЦС 81-02-02-2025 Сборник N02. Административные здания;
- НЦС 81-02-16-2025 Сборник N16. Малые архитектурные формы;
- НЦС 81-02-17-2025 Сборник N17. Озеленение» [30].

«Показатели НЦС рассчитаны в уровне цен по состоянию на 01.01.2025г. для Вологодской области с соответствующими коэффициентами» [30]

«Сметный расчет стоимости проектируемого здания составлен на основании сметно-нормативной базы (укрупненные показатели стоимости строительства НЦС-2023) согласно «Методики определения 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» продукции на территории Российской Федерации», утвержденной приказом Министерства строительства и

жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр.» [16]

«Для определения стоимости строительства здания в сборнике НЦС 81-02-02-2025 выбираем таблицу 02-01-001. Объектом-аналогом проектируемого здания по этой таблице является административное здание. Так как параметр объекта (общая площадь здания – 5647 м²) отличается от указанного в таблицах, показатель НЦС рассчитываем путем интерполяции по формуле:

$$P_b = P_c - (c - b) \times \frac{P_c - P_a}{c - a}, \quad (33)$$

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, $a < b < c$ » [16].

$$P_b = 96,24 - (13500 - 5647) * \frac{96,24 - 102,27}{13500 - 4500} = 101,502.$$

«При расчете стоимости объекта, показатель НЦС умножается на мощность объекта строительства и на коэффициенты (ценообразующие, усложняющие, поправочные) учитывающие особенности осуществления строительства в соответствии с формулой 2:

$$C = P_b \cdot M \cdot K_{\text{пер.}} \cdot K_{\text{рег.}} \text{ (без НДС)}, \quad (34)$$

где M – мощность объекта капитального строительства, планируемого к строительству, $M = 5647 \text{ м}^2$ (общая площадь здания);

$K_{\text{пер.}}$ – коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен Вологодской области, $K_{\text{пер.}} = 0,95$;

$K_{\text{рег.}}$ – коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства по отношению к базовому району для III температурной зоны, $K_{\text{рег.}} = 1,0$ » [30].

$$C = 101,502 \cdot 5647 \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 544522,7 \text{ тыс. руб. (без НДС)}$$

«Сводный сметный расчет стоимости объекта строительства составлен в ценах по состоянию на 01.01.2025 г. и представлен в таблице 22. Объектные сметные расчеты стоимости объекта строительства и благоустройства и озеленение представлены» [30] в таблицах 23 и 24.

Таблица 22 – Сводный сметный расчёт стоимости строительства

«Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.» [30]
ОС-02-01	«Глава 2. Основной объект строительства. Строительно-монтажные работы	544522,7
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	28438,16
—	Итого по главам 2-7	572960,86
—	НДС 20%	114592,172
—	Всего по смете» [30]	687553,032

Таблица 23 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01

«Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб.» [30]
«НЦС 81-02-02-2025 Таблица 02-01-001-03 02-01-001-04	Строительство цеха по производству» [4] облицовочных фасадных систем	м ²	5647	100,84	$100,84 \times 5647 \times 0,95 \times 1,0 = 544522,7$
—	Итого:	—	—	—	544522,7

Таблица 24 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01

«Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Ед. изм.	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб	Итоговая стоимость, тыс. руб» [30]
НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-02	«Площадки, дорожки, тротуары шириной от 2,6м до 6 м с покрытием из асфальтобетонной смеси 2-слойные	100 м ²	97,3	268,59	$97,3 \times 268,59 \times 0,95 \times 1,0 = 24827,12$
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-03	Озеленение внутриквартальных проездов площадью газонов 90%» [30]	100 м ²	24,2	157,07	$24,2 \times 157,07 \times 0,95 \times 1,0 = 3611,04$
—	Итого:	—	—	—	28438,16

В таблице 25 приведены основные показатели стоимости строительства здания с учётом НДС.

Таблица 25 – Техничко-экономические показатели стоимости строительства

Наименование	Стоимость	
«Сметная стоимость строительства проектируемого здания, в том числе:	687,553	млн. руб.
Стоимость, приведенная на 1 м ² здания	$\frac{687553,032}{5647} = 121,755$	тыс. руб.
Стоимость, приведенная на 1 м ³ здания» [30]	$\frac{687553,032}{65777} = 10,45$	тыс. руб.
Стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации	$\frac{687553,032 \times 7,58}{100} = 52116,52$	тыс. руб.

Выводы по разделу

Приведены сметные расчеты по строительству цеха по производству облицовочных фасадных систем площадью 5647 м² (строительный объем 65777 м³) в городе Череповце. Стоимость строительства рассматриваемого здания составила 687,553 млн. руб. Стоимость, приведенная на 1 м² здания составила 121,755 тыс. руб.

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика

Рассмотрим характеристику проектируемого объекта цеха по производству облицовочных фасадных систем с точки зрения безопасности и экологичности.

К виду выполняемых работ, рассмотренных в технологической карте, относится монтаж покрытия здания, подробный процесс производства работ приведен в разделе «Технология строительства».

Наименование должностей работников, выполняемых данный технологический процесс по монтажу покрытия: монтажники, сварщики.

К необходимому оборудованию монтажников относятся строительный уровень, траверсы и стропы. При этом используются отправочные марки ферм, электроды.

6.2 Идентификация профессиональных рисков

Профессиональные риски строителей возникают в связи со спецификой работы. Нормативный документ ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [5] гласит нам о возможных опасных факторах, возникающих на строительной площадке, а именно:

- действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность при выполнении монтажных работ;
- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части

- твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним, такие как металлические конструкции;
- опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, вызванные условиями рабочей зоны;
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей и характеризующиеся, повышенным уровнем общей вибрации, такие как гайковерт;
 - опасные и вредные производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся, повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума, вызванным работой машин и механизмов [17].

6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Для того, чтобы снизить профессиональные риски, необходимым условием является прохождение инструктажей по технике безопасности на рабочем месте, и другие виды инструктажей.

Помимо прохождения инструктажа, работники обеспечиваются «средствами индивидуальной защиты, а именно:

- костюм для защиты от механических воздействий (истирания) 1 шт.;
- обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов) 1 пара;
- перчатки для защиты от механических воздействий (истирания) 12 пар;
- головной убор (подшлемник) для защиты от механических воздействий (истирания) 1 шт.;
- каска защитная от механических воздействий 1 шт. на 2 года;

- очки защитные от механических воздействий, в том числе с покрытием от запотевания 1 шт.» [4]

Также, документ Приказа Минтруда России от 28.12.2021 N 926 «Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков» гласит о методах снижения риска. Примеры предупредительных мер:

- назначение ответственным за соблюдение требований охраны труда специалиста, прошедшего необходимое обучение по охране труда;
- ежедневная проверка лесов до начала работы на строительной площадке;
- запрет на разбор лесов или какой-либо их части до завершения всех работ на лесах;
- обеспечение ширины рабочей зоны лесов не менее 60 см;
- запрет на подъем по лесам, применение для подъема и спуска только лестниц;
- установка приставных лестниц необходимой длины и под предусмотренным углом наклона таким образом, чтобы верх лестницы был выше поверхности, на которую взбирается работник;
- использование лестниц со ступеньками, обработанными противоскользящим материалом, и не имеющими дефектов;
- запрет использования отдельных лестниц высотой более 6 м;
- осуществление подъема и спуска по приставной лестнице лицом к лестнице, держась за лестницу обеими руками. Размещение инструментов при подъеме по лестнице только во вспомогательном ранце на поясе, подъем и спуск строительных материалов только с помощью грузоподъемных приспособлений;
- поддержание туловища в строго вертикальном положении при работе на приставной лестнице;
- не допускать производства работ на крыше при неблагоприятных погодных условиях, создающих опасные ситуации;

- использовать защитные приспособления от падения с высоты при работе на высоте, включая работу на крыше;
- не допускать перемещения на высоте по поверхностям, покрытым хрупким материалом;
- ежедневная проверка главного выключателя электропитания строительной площадки, кабелей и приборов под напряжением, расположенных под площадкой, над площадкой или на площадке. Запрет выполнения всех видов работ до завершения проведения такой проверки компетентным специалистом;
- осуществление хранения ядовитых, опасных и взрывоопасных материалов под постоянным контролем и с нанесением соответствующей маркировки;
- соблюдение санитарных требований и требований охраны труда и промышленной безопасности на строительной площадке в течение всего времени проведения работ;
- расчистка и устранение препятствий на всех проходах и лестницах.

6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Важной составляющей техники безопасности является обеспечение пожарной безопасности. Существует классификация пожаров по виду горючего материала. К мерам предотвращения пожара относятся: установка системы противопожарной защиты; использование негорючих материалов; применение изолированности горючей среды; автоматизированные технологические операции; размещение планов с местонахождением средств пожаротушения; проведение работ по огнезащите металлоконструкций; исключить применение открытого огня.

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

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

- пожары твердых горючих веществ и материалов (А);
- пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- пожары газов (С);
- пожары металлов (D);
- пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (Е);
- пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- повышенная температура окружающей среды;
- повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- снижение видимости в дыму» [4].

«К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

- вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
- опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара;
- воздействие огнетушащих веществ» [27].

6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Согласно Постановлению Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. N 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» правилами противопожарного режима в РФ для производственных объектов являются:

- «строительные леса и опалубка выполняются из материалов, не распространяющих и не поддерживающих горение;
- работы по огнезащите металлоконструкций проводятся одновременно с возведением объекта защиты, если иное не предусмотрено проектной документацией;
- при наличии горючих материалов на объектах защиты принимаются меры по предотвращению распространения пожара через проемы в стенах и перекрытиях (герметизация стыков внутренних и наружных стен и междуэтажных перекрытий, уплотнение в местах прохода инженерных коммуникаций с обеспечением требуемых пределов огнестойкости);
- после устройства теплоизоляции на участке кровли необходимо убрать ее остатки и немедленно нанести предусмотренные проектной документацией слои огнезащиты;
- при производстве огневых и сварочных работ, связанных с устройством гидро- и пароизоляции на кровле, монтажом панелей с горючими и слабогорючими утеплителями, работы следует проводить на участках площадью не более 500 кв. метров;
- сушка одежды и обуви производится в специальных шкафах заводского исполнения или приспособленных для этих целей помещениях объекта

защиты с центральным водяным отоплением либо с применением водяных калориферов;

- внутренний противопожарный водопровод и автоматические системы пожаротушения, предусмотренные проектной документацией, необходимо монтировать одновременно с возведением объекта защиты. Противопожарный водопровод вводится в действие до начала отделочных работ, а автоматические системы пожаротушения и сигнализации - к моменту завершения пусконаладочных работ инженерных систем (в кабельных сооружениях - до укладки кабелей);
- отдельные блок-контейнеры, используемые в качестве административно-бытовых помещений;
- проживание людей на территории строительства, в строящихся зданиях, а также в указанных помещениях не допускается» [4].

6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Предотвращение пожара при выполнении технологического процесса достигается благодаря проведению технических и организационных мероприятий, представленных ниже:

- «исключающих возможность возникновения пожаров;
- обеспечивающих оперативную сигнализацию о возможных возгораниях;
- препятствующих распространению огня;
- обеспечивающих безопасную эвакуацию людей;
- создающих условия для локализации и тушения пожара.
- рациональный выбор технологических процессов и оборудования;
- молниезащиту и защиту от статического электричества;
- по системе автоматического пожаротушения;
- по системе оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре» [27].

6.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Для обеспечения экологической безопасности выявим возможные негативные воздействия на окружающую среду: возможные отходы производства, разрушение и загрязнение плодородного почвенно-растительного слоя. Согласно Федеральному закону от 09.03.2021 № 39-ФЗ «Об охране окружающей среды» необходимы меры по обеспечению экологической безопасности, а именно: плодородный слой почвы, снятый при проведении нулевого цикла, подлежит сохранению посредством складирования на специально оборудованных площадках и в дальнейшем используется для рекультивации нарушенных земель, улучшения малопродуктивных земель, озеленения территорий.

6.5.1 Анализ негативных экологических факторов

«В соответствии с Конституцией Российской Федерации каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

К негативным экологическим факторам относят вредные влияния на окружающую среду, в том числе на гидросферу, литосферу, атмосферу.

В РФ действует Федеральный закон от 09.03.2021 № 39-ФЗ об охране окружающей среды» [4], согласно которого, должны быть:

- разработаны паспорта отходов на те виды отходов, которые указаны в разделе организации строительства;
- заключен договор на вывоз отходов со строительной площадки и подтверждающий акт факта вывоза;
- организована мойка колес выезжающего транспорта со строительной площадки;
- отслеживание работы шумного оборудования в тихие часы;

– отвод стоков с территории в ливневую канализацию.

«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.

Архитектурно-строительное проектирование, строительство и реконструкция объектов капитального строительства, которые являются объектами, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду, и относятся к областям применения наилучших доступных технологий, должны осуществляться с учетом технологических показателей наилучших доступных технологий при обеспечении приемлемого риска для здоровья населения, а также с учетом необходимости создания системы автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ.

При ценообразовании и сметном нормировании в области градостроительной деятельности должны учитываться расходы на проведение мероприятий по охране окружающей среды» [4].

6.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду

Проведение диагностических работ оборудования и строительной техники на выявление отклонений от допусков по степени выбросов. Составление и соблюдения графика запуска и прогрева двигателей оборудования и строительной техники. Соблюдение требования по запрету на запуск двигателя в ночное время суток в режиме холостой работы. Необходимо оснастить стационарные источники выбросов оборудованием, улавливающим продукты загрязнения воздуха, с последующим обезвреживанием, очисткой и утилизацией этих продуктов.

Необходимо оборудовать территорию лотками, которые обеспечивают отвод в отстойник поверхностных вод для их дальнейшей очистки. Составление и соблюдения графика уборки территории производства работ. Обеспечить на территории площадку для стоянки и заправки строительной техники и автомобилей. Обеспечить вывоз производственных отходов и строительного мусора в специальных контейнерах.

Произвести заполнение пустот на поверхности земли, возникших в процессе строительной деятельности. Проведение рекультивационных мероприятий с целью восстановления деградирующих земель. Произвести озеленение участка после готовности технологического объекта. Обеспечить вывоз производственных отходов и строительного мусора в специальных контейнерах в период проведения и по завершению строительных работ

Выводы

Предприняты все необходимые меры касаемые вопроса безопасности и экологичности объекта строительства цеха по производству фасадных систем. Разработаны мероприятия по снижению профессиональных рисков, обеспечению пожарной безопасности и снижения негативного фактора на окружающую среду.

Заключение

Согласно выбранной темы выпускной квалификационной работы «Цех по производству облицовочных фасадных систем» были проведены следующие разработки по основным разделам дипломной работы:

- цех прямоугольной формы размерами 90×60 м, отапливаемый, здание трехпролетное, два по 18 м, средний 24 м. Цен включает в себя производство алюминиевых, композитных облицовочных систем, имеется склад и административно-бытовой блок. Высота здания составляет 12 м; конструктивная система здания цеха принята каркасной с поперечными рамами; фасадная система выполнена из сэндвич-панелей; толщины наружной стеновой сэндвич-панели 100 мм и 150 мм; вентиляция естественная; каркас здания предусмотрен металлическим, что в свою очередь экономит продолжительность строительства. Применяемый металлопрокат (сортовой, фасонный и с полимерным покрытием) при строительстве цеха по производству облицовочных фасадных систем в своем большинстве выпускается концерном ПАО «Северсталь», что сказывается на экономическом и беспрепятственном строительстве.
- с помощью ПК LiraSapR 2016 выполнен расчет и конструирование металлической фермы ФС1 покрытия цеха по производству облицовочных фасадных систем, проверено соответствие заданных сечений, подобраны оптимальные сечения с учетом нагрузок, произведены проверки по несущей способности, жесткости и проверки конструирования узлов;
- разработаны техкарта, календарный план, стройгенплан;
- по приведенным сметным расчетам стоимость строительства составила 687,553 млн. руб.
- предприняты все необходимые меры касаемые вопроса безопасности и экологичности объекта строительства цеха.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Большакова, Т. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций : учебник / Т. Ю. Большакова. – пос. Каравеево : КГСХА, 2020. – 272 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/171660> (дата обращения: 20.01.2025).
2. ГК «Рускана Инжиниринг». Производство фасадных систем – интернет-ресурс // URL: <https://ruscana.ru/catalog/linii-fasadno-oblitsovochnyh-paneley-i-kasset> : [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).
3. ГК «Фасадные решения». Фасадные системы – интернет-ресурс // URL : <https://atr1.ru/fasadnye-sistemy> : [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).
4. Горина, Л.Н. Раздел бакалаврской работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебное пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – 2-е изд., доп. – Тольятти : ТГУ, 2024. – 22 с.
5. ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда.
6. ГОСТ 12.01.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность : взамен ГОСТ 12.1.004-85 : дата введения 1992-07-01. – Официальное издание М.: Стандартиформ, 2006 год. – 25 с.
7. ГОСТ Р 21.501-2018 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. [Текст]. – введ. 01.12.2019. – Москва : Росстандарт, 2019. – 48 с.
8. Грудцина, Г. А. Использование ПБК SCAD при расчёте несущих конструкций : учебное пособие / Г. А. Грудцина, Д. А. Батуркин. – Москва : РУТ (МИИТ), 2023 – Часть 2 – 2023. – 75 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/367520> (дата обращения: 27.05.2025).

9. ГЭСН – 2022. Государственные и элементные сметные нормы на строительные работы и специальные строительные работы. Справочник – интернет-ресурс // URL: <https://cs.smetnoedelo.ru/gesn2>: [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).

10. Инжиниринговый центр – «Фасадные Технологии». Производство навесных фасадных систем – интернет-ресурс // URL: <https://fasadtec.ru/uslugi/proizvodstvo/64-proizvodstvo-navesnyx-fasadnyx-sistem.html> : [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).

11. Казаков, Д. А. Справочник по ведению строительного контроля : справочно- методическое пособие / Д. А. Казаков, Д. И. Емельянов, Н. А. Понявина, А. В. Мищенко. - Москва : АСВ, 2021. - 366 с. - ISBN 978-5 - 4323-0396-7. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432303967.html> (дата обращения 03.05.2025).

12. Калошина, С. В. Расчеты при проектировании стройгенплана : учебно-методическое пособие / С. В. Калошина, С. А. Сазонова, М. С. Казаков. – Пермь : ПНИПУ, 2023. – 205 с. – ISBN 978-5-398-02906-2. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.book>. (дата обращения: 17.05.2025).

13. Каталог автомобильных кранов с характеристиками – интернет-ресурс // URL: <http://www.avtocrane.ru/catalog>: [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).

14. Колотов, О.В. Стальная стропильная ферма покрытия одноэтажного производственного здания. Рабочее проектирование на стадиях КМ и КМД : учебное пособие / О.В. Колотов, В.В. Пронин ; Минобрнауки РФ, Нижегородский ГАСУ. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2024. – 57 с. – ISBN 978-5-528-00581-2.

15. Маслова, Н.В. Организация строительного производства : электрон. учеб.-метод. пособие / Н.В. Маслова, В.Д. Жданкин. – Тольятти : ТГУ, 2022. –

205 с. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1101-4. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/77> (дата обращения: 10.08.2025).

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.

17. Приказ Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 11 декабря 2020 г. N 883н. (дата обращения 07.04.2025).

18. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (с изменениями на 30 декабря 2022 года): 28.01.2021 – М.; Минздрав России, 2021. – 1143 с.

19. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Поправками, с Изменениями № 1, 2, 3, 4): взамен СП 16.13330.2011 : дата введения 2017-08-28. – Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2017. –140 с.

20. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изменениями №1, 2, 3, 4) : взамен СП 20.13330.2011 : дата введения 2012-05-01. – М : Стандартинформ, 2018. –80 с.

21. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 16.06.2024. Москва : Минстрой России, 2024.-74с.

22. СП 56.13330.2021. Производственные здания. Введ. 28.01.2022. Москва : Минстрой РФ, 2021. – 46 с.

23. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. Введ. 01.07.2013. Москва : Минрегион России, 2012. -203 с.

24. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. Введ. 25.06.2021. Москва : Минстрой РФ, 2021. - 154 с.

25. Строительная газета – главное отраслевое издание России в сфере строительства и ЖКХ. – интернет-ресурс // URL: <https://stroygaz.ru/publication/materials/stali-silnee-rossiyskie-fasadchiki-gotovy-predlozhit-zastroyshchikam-samye-sovremennye-resheniya/> : [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).

26. Соболев, А.В. Типовая технологическая карта на монтаж металлических ферм на колонны / А. В. Соболев, В. В. Копко, В. М. Васильев. – СПб. : ООО «Строительные Технологии», 2012 – 53 с. : [сайт]. - URL : <https://www.meganorm.ru/Data2/1/4293788/4293788423.html> (дата обращения: 10.05.2025).

27. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения 13.09.2023 г.).

28. Типовые технологические карты на строительно-монтажные работы – интернет-ресурс // URL: <https://meganorm.ru/>: [сайт]. – (дата обращения 20.05.2025).

29. Туснина В.М. Проектирование одноэтажного промышленного здания на основе стального каркаса : УМП / Туснина В.М., Туснина О.А.. – Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2019. – 66 с. –ISBN 978-5-7264-2048-6. – Текст : электронный // IPR SMART– URL: <https://www.iprbookshop.ru/10126487924857.html> (дата обращения: 10.05.2025).

30. Шишканова, В.Н. Определение сметной стоимости строительства: электронное учебно-методическое пособие / В.Н. Шишканова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2022. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1287-5.

Приложение А
Дополнительные сведения к «Архитектурно-планировочному
разделу»

Таблица А.1 – «Спецификация заполнения проемов» [1]

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во по фасадам					Масса ед., кг	Примечание
			1-16	16-1	А-Е	Е-А	всего		
«Ок-1	ГОСТ 30674-2023	ОП В2 42-36 (4М-16-4М)	10	13	5	3	26	224	-
Ок-2	---/---/---	ОП В2 42-24 (4М-16-4М)	11	13	8	5	37	135	-
1	ГОСТ 475-2016	ДН 1Рп 21х12 Г ПрБ Мд1	-	-	1	-	1	24,6	-
2	---/---/---	ДВ 2 21х12 Г ПрБ Мд1	-	-	-	-	3	16,6	-
3	---/---/---	ДВ 1Рп 21х9 Г ПрБ Мд1	-	-	-	-	23	12,1	-
4	Серия 1.435.3-27	ВР25х24	-	-	-	-	8	76,2	-
5		ВР36х36	-	-	-	-	8	162,4	-
6		ВР42х42» [1]	-	-	-	-	7	248,7	-

Таблица А.2 – «Спецификация фундаментов и фундаментных балок» [1]

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
Ф1	Индивидуального изготовления	крайний ряд	32	-	V=1,47 м ³
Ф2	---/---/---	средний ряд	26	-	V=1,83м ³
Ф3	---/---/---	под фахверк	28	-	V=1,14м ³
ФБ-1	ГОСТ 28737-2016	2БФМ58-2А500	5	-	V=0.53м ³
ФБ-2	---/---/---	2БФМ55-2А500	23	-	V=0.5м ³
ФБ-3	---/---/---	2БФМ57-2А500	15	-	V=0,52м ³

Таблица А.3 – «Спецификация колонн и подкрановых балок» [1]

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
«К1	Серия 1.424.3-7	КК108П9-1	22	1820	-
К2	---/---/---	КС108П9-1	16	2130	-
К3	---/---/---	КС108П9-1	10	2080	-
К4	---/---/---	КК108П9-1	10	1780	-
К5	Индивидуального изготовления	I50Б2 по ГОСТ 35087-2024	16	640	L=7.2м
К6	---/---/---	I50Б2 по ГОСТ 35087-2024	4	960	L=10.8м
К7	Серия 1.427.3-4	ТФ6.120-БК11.К2	10	599	
ПБ-1	Серия 1.426.2-7	Б6К-2	8	425	0.7м3
ПБ-2	---/---/---	Б6-2	60	405	

Продолжение Приложения А

Таблица А.4 – «Спецификация стропильных ферм и балок перекрытия» [1]

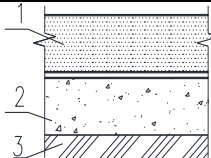
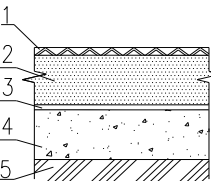
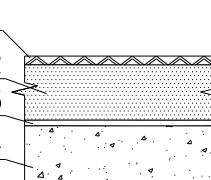
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
ФС1	Индивидуального изготовления	ФС-24-2,0	16	2140	
ФС2	---/---/---	ФС-18-2,0	16	1502	
ФС3	---/---/---	ФС-18-2,0	10	1580	
ГБ1	---/---/---	I35Б2 по ГОСТ 35087-2024	10	303	L=5980
ГБ2	---/---/---	I35Б2 по ГОСТ 35087-2024	10	297	L=5580
ГБ3	---/---/---	I35Б2 по ГОСТ 35087-2024	10	291	L=5780
ВБ1	---/---/---	I25Б2 по ГОСТ 35087-2024	89	178	L=5980
п1	---/---/---	[20 L=5480 по ГОСТ 8240-97	44	101	
п2	---/---/---	[20 L=5980 по ГОСТ 8240-97	298	110	
ВС1	---/---/---	□100×5 по ГОСТ 30245-20003	6	290	

Таблица А.5 – «Ведомость индивидуально изготовленных ферм» [1]

Поз.	Схема
ФС1	
ФС2	
ФС3	

Продолжение Приложения А

Таблица А.6 – «Экспликация полов» [1]

№ помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола (наименование, фактиторщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
«1-11	Асфальтобетонный		1. Асфальтобетон - 40; 2. Бетонная подготовка - 120; 3. Уплотненный щебнем грунт	4607
12-16	Керамическая плитка		1. Керамическая плитка - 8; 2. Выравнивающий слой и заполнитель швов из раствора - 15 3. Слой гидроизоляции - 4 4. Бетонная подготовка - 120; 5. Уплотненный щебнем грунт	115
17-33	Керамическая плитка» [1]		1. Керамическая отличная плитка - 8; 2. Прослойка и заполнитель швов из раствора - 15 4. Гидроизоляционный слой - 4 5. Бетонное перекрытие - 120;	871

Приложение Б

Дополнение к разделу технологии строительства

Таблица Б.1 – Ведомость грузозахватных и монтажных приспособлений

«Наименование, разработчик»	Область использования	Кол-во, шт	Характеристика			Эскиз
			вес, т	Q, т	высота, м	
Траверса SZK-TRL-Z1-2,0/25/6000-12003 СевЗапКанат	Монтаж стропильных ферм	1	0,125	2,0	1,2	
Строп канатный петлевой УСКр1-2,5/2000 СевЗапКанат	Монтаж стропильных ферм	2	0,010	2,5	2,0	
Полуавтоматический штырьевой замок	Монтаж стропильных элементов	4	0,010	-	-	
Строп двухветвевой канатный 2СК-3,2/3000 СевЗапКанат	Монтаж связевых элементов, прогонов, разгрузка и обеспечение рабочего места на высоте	1	0,026	3,2	3,0	
Инвентарная распорка ГОСТ Р 59199–2020	Временное крепление стропильных ферм» [32]	5	0,063	-	-	
Лестница секционная приставная с площадкой, монтажная ПНС3–1,5×0,6× 8,0 по ГОСТ Р 58758-2019	Обеспечение рабочего места на высоте при установки подкрановых балок	1	0,074	1,0	5-20	

Продолжение Приложения Б

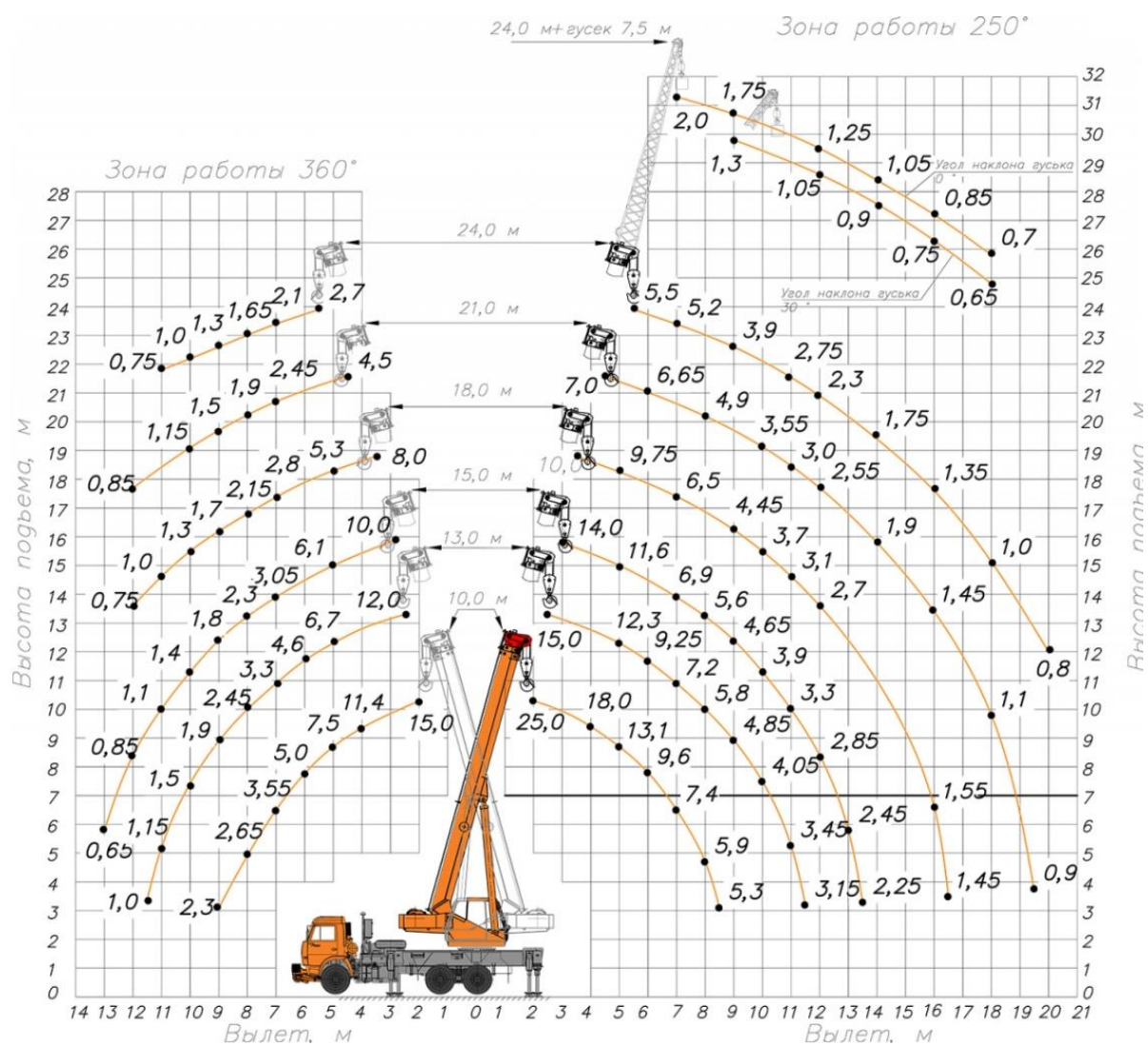


Рисунок Б.1 – Грузоподъемность автокрана КС-55713-2К

Приложение В

Дополнение к разделу организации строительства

Таблица В.1 – «Ведомость объёмов строительно-монтажных работ»

Поз	Наименование работ	Объем работ		Методика расчета и эскиз
		Ед. изм.	К-во	
1	2	3	4	5
1. Земляные работы				
1	«Планировка площади бульдозерами со срезкой растительного слоя» [15]	1000 м ²	8,15	$F = (42 + 20) \cdot (90 + 20) + (18) \cdot (54 + 20) = 8152 \text{ м}^2$ $V = F \cdot t = 8152 \cdot 0,15 = 1223 \text{ м}^3$
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	1,47	$V_{\text{кот.}} = 1/3 \cdot N_{\text{котл}} (F_B + F_H + \sqrt{F_B \cdot F_H}) \gg [29]$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
3	«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	1,47	$\Phi 1: F_H=2,2 \cdot 2,4=5,28 \text{ м}^2$ $F_B=3,83 \cdot 4,03=15,43 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,6 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}} = (1/3 \cdot 1,6(15,43+5,28+\sqrt{15,43 \cdot 5,28})) \times \times 32 \text{ шт.} = 507,5 \text{ м}^3$ $\Phi 2: F_H=2,2 \cdot 2,6=5,72 \text{ м}^2$ $F_B=3,83 \cdot 4,23=16,2 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,6 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}} = (1/3 \cdot 1,6(16,2+5,72+\sqrt{16,2 \cdot 5,72})) \times \times 26 \text{ шт.} = 437,44 \text{ м}^3$ $\Phi 3: F_H=2,2 \cdot 2,2=4,84 \text{ м}^2$ $F_B=3,83 \cdot 3,83=14,67 \text{ м}^2$ $H_{\text{котл}}=1,6 \text{ м}$ $V_{\text{кот.}} = (1/3 \cdot 1,6(14,67+4,84+\sqrt{14,67 \cdot 4,84})) \times \times 28 \text{ шт.} = 417,18 \text{ м}^3$ Итого $\Phi 1+\Phi 2+\Phi 3=$ $= 507,5 + 437,44 + 417,18 = 1362,12 \text{ м}^3$ $V_{\text{констр}} = V_{\text{фунд}} + V_{\text{подбет}} + V_{\text{ФБ}}$ $V_{\text{констр}} = 126,54 + 45,32 + 14,46 = 186,32 \text{ м}^3$ $V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = (V_0 - V_{\text{констр}}) \cdot k_p =$ $= (1362,12 - 186,32) \cdot 1,25 = 1469,75 \text{ м}^3$
4	- с погрузкой	1000 м ³	0,23	$V_{\text{изб}} = V_0 \cdot k_p - V_{\text{обр}}^{\text{зас}}$ $V_{\text{изб}} = 1362,12 \cdot 1,25 - 1469,75 = 232,9 \text{ м}^3$
5	Доработка вручную	100 м ³	0,68	$V_{\text{р.з.}} = 0,05 \cdot V_{\text{котл}} = 0,05 \cdot 1362,12 = 68 \text{ м}^3$
6	Обратная засыпка бульдозером	1000 м ³	1,47	$V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 1469,75 \text{ м}^3$
7	Уплотнение грунта вибротрамбовкой » [15]	100 м ³	14,7	$V_{\text{упл}} = V_{\text{зас}}^{\text{обр}} = 1469,75 \text{ м}^3$
II. Основания и фундаменты				
8.	Устройство подбетонного основания	100 м ³	0,45	«Площадь подбетонки равна площади всех котлованчиков по низу $\Phi 1: \Sigma F_1^H=5,28 \text{ м}^2 \times 32 \text{ шт.} = 168,96 \text{ м}^2$ $\Phi 2: \Sigma F_2^H=5,72 \text{ м}^2 \times 26 \text{ шт.} = 148,72 \text{ м}^2$ $\Phi 3: \Sigma F_3^H=4,84 \text{ м}^2 \times 28 \text{ шт.} = 135,52 \text{ м}^2$ $V_{\text{подбет}} = \delta_{\text{подбет}} \cdot \Sigma F_i^H = 0,1 \cdot 453,2 = 45,32 \text{ м}^3$
9.	Устройство монолитных фундаментов» [15]	100 м ³	1,27	$V = V_1 \cdot 32 + V_2 \cdot 26 + V_3 \cdot 28 =$ $= 1,47 \cdot 32 + 1,83 \cdot 26 + 1,14 \cdot 28 = 126,54 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
10.	Обмазочная гидроизоляция фундаментов	100м ²	9,27	<p>«Фм1: $(2 \times ((2,0+2,2+1,4+1,6) \cdot 0,3+0,8 \cdot 0,8+1,0 \cdot 0,8)+$ $+(2,0 \cdot 2,2)-(0,8 \cdot 1,0)) \times 32 \text{шт.} = 345,6 \text{ м}^2$</p> <p>Фм2: $(2 \times ((2,0+2,4+1,4+1,8) \cdot 0,3+0,8 \cdot 0,8+1,2 \cdot 0,8)+$ $+(2,0 \cdot 2,4)-(0,8 \cdot 1,2)) \times 26 \text{шт.} = 301,6 \text{ м}^2$</p> <p>Фм3: $(4 \times ((2,0+1,4) \cdot 0,3+0,8 \cdot 0,8)+$ $+(2,0 \cdot 2,0)-(0,8 \cdot 0,8)) \times 28 \text{шт.} = 280 \text{ м}^2$</p> <p>Итого: $345,6+301,6+280=927,2 \text{ м}^2$</p>
11.	Устройство монолитных ж/б фундаментных балок длиной до 6 м	100 м ³	0,18	$V = V_1 \cdot 5 + V_2 \cdot 23 + V_3 \cdot 15 =$ $= 0,348 \cdot 5 + 0,33 \cdot 23 + 0,342 \cdot 15 =$ $= 18 \text{ м}^3$
III. Возведение конструкций надземной части здания				
12.	Монтаж колонн	т	168,28	<p>колонны К1 22шт×1820кг= 40040кг колонны К2 16шт×2130кг= 34080кг колонны К3 10шт×2080кг= 20800кг колонны К4 22шт×1780кг= 39160кг колонны К5 16шт×1250кг= 20000кг колонны К6 10шт×1420кг= 14200кг $\Sigma M = 40,04+34,08+20,8+39,16+20+14,2=$ $=168,28 \text{ т}$</p>
13.	Монтаж связей по колоннам	т.	6,66	BC: 9шт×494кг+9шт×246кг=6660
14.	Монтаж блоков подкрановых балок	т	99,27	БП: 52шт×1656кг+8шт×1645кг = 99272кг
15.	Монтаж стропильных ферм	т	49,53	<p>ФС1: 16шт×1502кг= 24032кг ФС2: 16шт×976кг= 15616кг ФС3: 10шт×988кг= 9880кг $\Sigma M = 24,032+15,616+9,88=49,53 \text{ т}$</p>
16.	Монтаж прогонов покрытия	т	28,94	П: 44шт×0,082т+298шт×0,085т = 28,938т
17.	Монтаж стоек фахверка	т	7,85	колонны фахверка К7: 10шт×785кг= 7850кг
18.	Монтаж балок перекрытия, встроенных помещений	т	23,86	$\Sigma M = 9 \cdot 0,303 + 9 \cdot 0,297 + 9 \cdot 0,291 +$ $+ 89 \cdot 0,178 = 23,861 \text{ т}$
19.	Монтаж металлического профнастила перекрытия	т	8,01	<p>профнастил под перекрытие АБК</p> $S = 924 \text{ м}^2$ $M = S \cdot 8,67 (\text{кг/м}^2) = 924 \cdot 8,67 / 1000 = 8,011 \text{ т} \gg [15]$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
20.	Монтаж металлических: лестниц и площадок	т	0,88	«Индивидуального изготовления по косоурам из прокатного швеллера № 20 $\sum M = 4 \cdot 2,82 \cdot 18,4 + 16 \cdot 21,32 + 2 \cdot 168,4 = 878,3 \text{ кг}$
21.	Монтаж лестниц прямолинейных пожарных с ограждением	т	0,74	Лестница пожарная тип П-1.2 $\sum M = (89,1 + 84,2 + 84,2) \cdot 2 + (89,1 + 25,3) \cdot 2 = 743,8 \text{ кг}$
22.	Монтаж ограждающих стеновых сэндвич-панелей	100 м ²	31,75	-площадь всех стен по периметру здания: $S_{\text{общ}} = (60,2 \cdot 13,2 + 90,2 \cdot 12,0) \cdot 2 = 3754,08 \text{ м}^2$ -площадь всех проемов в наружном ограждении здания: $S_{\text{проем}} = 26 \cdot 4,2 \cdot 3,6 + 37 \cdot 4,2 \cdot 2,4 + 7 \cdot 3,6 \cdot 3,6 + 1 \cdot 2,1 \cdot 1,2 = 579 \text{ м}^2$ Итогополучаем: $S_{\text{огр}} = 3754,08 - 579 = 3175,08 \text{ м}^2$
23.	Укладка бетона на покрытие АБК	100 м ³	1,11	$S = 924 \text{ м}^2$ $V = 924 \cdot 0,12 = 110,88 \text{ м}^3$
24.	Монтаж перегородок встроенных помещений из ГКЛ» [15]	100 м ²	20,65	$S_{\text{ст}} = 198,95 \cdot 5,88 + 305,1 \cdot 3,6 = 2268,19 \text{ м}^2$ $S_{\text{пр}} = 2,1 \cdot 1,2 \cdot 3 + 2,1 \cdot 0,9 \cdot 23 + 2,5 \cdot 2,4 \cdot 8 + 3,6 \cdot 3,6 \cdot 8 = 202,71 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = S_{\text{ст}} - S_{\text{пр}} = 2268,19 - 202,71 = 2065,48 \text{ м}^2$
IV. Кровельные работы				
25.	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100 м ²	48,0	$S = 54,4 \cdot 17,95 + 90,4 \cdot 42,27 = 4799,5 \text{ м}^2$
V. Полы				
26.	«Уплотнение грунта щебнем	100 м ²	43,5	-площадь уплотнения: $S = 4607 + 115 = 4722 \text{ м}^2$ -объем щебеночного слоя $V_{\text{общ}} = 4722 \times 0,05 \text{ м} = 236,1 \text{ м}^3$
27.	Устройство бетонного основания под полы	м ³	566,64	-площадь полов: $S = 4607 + 115 = 4722 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 4722 \times 0,12 \text{ м} = 566,64 \text{ м}^3$
28.	Асфальтобетонное покрытие пола толщиной 40мм	100 м ²	1,84	-площадь асфальтируемых полов: $S = 4607 \text{ м}^2$ $V_{\text{общ}} = 4607 \times 0,04 \text{ м} = 184,28 \text{ м}^3$
29.	Устройство гидроизоляции под полы	100 м ²	10,39	-площадь гидроизоляции под полы: $S = 115 + 924 = 1039 \text{ м}^2$
30.	Устройство плиточного покрытия пола	100 м ²	10,39	-площадь полов из керамической плитки: $S = 115 + 924 = 1039 \text{ м}^2$ » [15]

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4	5
VI. Окна, ворота, двери				
31.	Окна	100м ²	7,66	«Окна ПВХ - 63 шт $S=26 \cdot (4,2 \cdot 3,6) + 37 \cdot (4,2 \cdot 2,4) = 766,08 \text{ м}^2$
32.	Монтаж дверей деревянных	100м ²	0,54	Двери деревянные индивидуального изготовления – 27 шт $S_{\text{дв}} = 1 \cdot 2,1 \cdot 1,2 + 3 \cdot 2,1 \cdot 1,2 + 23 \cdot 2,1 \cdot 0,9 = 53,55 \text{ м}^2$
33.	Ворота наружные металлические» [15]	т	3,62	Ворота распашные – 23 шт $S = 2,5 \cdot 2,4 \cdot 8 + 3,6 \cdot 3,6 \cdot 8 + 4,2 \cdot 4,2 \cdot 7 = 275,16 \text{ м}^2$ $m = 8 \cdot 0,0726 + 8 \cdot 0,1624 + 7 \cdot 0,2487 = 3,62 \text{ т}$
VII. Отделочные работы				
34.	Покраска стен	100м ²	41,31	$S_{\text{ст}} = 198,95 \cdot 5,88 + 305,1 \cdot 3,6 = 2268,19 \text{ м}^2$ $S_{\text{пр}} = 2,1 \cdot 1,2 \cdot 3 + 2,1 \cdot 0,9 \cdot 23 + 2,5 \cdot 2,4 \cdot 8 + 3,6 \cdot 3,6 \cdot 8 = 202,71 \text{ м}^2$ $S_{\text{общ}} = 2(S_{\text{ст}} - S_{\text{пр}}) = 2(2268,19 - 202,71) = 4130,96 \text{ м}^2$
35.	«Водоэмульсионна я окраска потолков	100м ²	9,57	В помещениях АБК $S = 957,02 \text{ м}^2$
36.	Облицовка стен керамической плиткой на клее из сухих смесей	100м ²	0,90	В санузлах и душевых АБК $S = 52,8 \cdot 1,7 = 89,76 \text{ м}^2$
37.	Устройство подвесных потолков типа «Армстронг»	100м ²	9,24	В помещениях АБК $S = 924 \text{ м}^2$
IV. Специальные и другие работы				
38.	Разравнивание почвы граблями	100 м ²	43,99	–
39.	Посадка деревьев и кустарников	10 шт	3,6	–
40.	Засев газона	100 м ²	43,99	–
41.	Асфальтирование проездов	1000м ²	16,64	–
42.	Устройство плиточного покрытия	100 м ²	5,2	–
43.	Санитарно- технические работы	% от СМР	7	–
44.	Электромонтажны е работы	% от СМР	5	–
45.	Неучтенные работы» [15]	% от СМР	10	–

Продолжение Приложения В

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

По з.	«Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. из м.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на единицу объема	Потребность на весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8
II. Основания и фундаменты							
1	Устройство подбетонного основания 100мм	м ³	45,32	Бетон В7,5	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{45,32}{113,3}$
2	Устройство монолитных столбчатых фундаментов	м ³	126,54	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{126,54}{316,35}$
				арматура	т	0,3т/м ³	37,96т
				опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{474}{7,11}$
3	Устройство обмазочной гидроизоляции фундаментов	м ²	927,2	Битумная бутилкаучуковая мастика	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,002}$	$\frac{927,2}{1,85}$
4	Устройство монолитных ж/б фундаментных балок длиной до 6 м	м ³	18,0	Бетон В25	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{18,0}{36,15}$
				арматура	т	0,3т/м ³	4,34т
				опалубка	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{167,8}{2,52}$
III. Возведение конструкций надземной части здания							
5	Монтаж колонн металлических индивидуального исполнения из прокатного двутавра 50К1 по серии 1.424.3-7(8)	шт.	96	К1: 22 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,82}$	$\frac{22}{40,04}$
				К2: 16 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{2,13}$	$\frac{16}{34,08}$
				К3: 10 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{2,08}$	$\frac{10}{20,8}$
				К4: 22 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,78}$	$\frac{22}{39,16}$
				К5: 16 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,25}$	$\frac{16}{20,0}$
				К6: 10 шт	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{1,42}$	$\frac{10}{14,2}$ [15]

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8
6	«Монтаж металлических колонн фахверка по серии 1.427.3-4,	шт	10	Труба по ГОСТ 30245-2003 □200х200х8	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,785}$	$\frac{10}{7,85}$
7	Монтаж металлических подкрановых балок	шт.	60	Металлическая сварная балка из листового металла длиной 6м весом до 2т	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,6545}$	$\frac{60}{99,272}$
8	Монтаж металлических связей по колоннам	шт	18	Крестообразные связи из парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93		$\frac{1}{0,37}$	$\frac{18}{6,66}$
9	Монтаж блоков металлических балок перекрытия	т	23,86	Главные балки индивидуального изготовления из балок двутавровых I35Б2 по ГОСТ Р 57837-2017 ГБ1-ГБ3	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,297}$	$\frac{27}{8,019}$
				Второстепенные балки индивидуального изготовления из балок двутавровых I25Б2 по ГОСТ Р 57837-2017 ВБ1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,178}$	$\frac{89}{15,84}$
10	Монтаж стальных стропильных и подстропильных ферм индивидуального изготовления	шт	42	ФС1 ФС-24-2,0	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,502}$	$\frac{16}{24,03}$
				ФС2 ФС-18-2,0	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,976}$	$\frac{16}{15,616}$
				ФС3 ФС-18-2,0	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,988}$	$\frac{10}{9,88}$
11	Монтаж прогонов	шт	25	из прокатного швеллера № 16 по ГОСТ 8240-97	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0846}$	$\frac{342}{28,938}$
12	Монтаж металлического профнастила перекрытия	т	8,01	Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства по ГОСТ 24045-2016 Н60-854-0.9	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,00867}$	$\frac{924}{8,011}$
13	Монтаж металлических: лестниц и площадок	шт	1	Индивидуального изготовления по косоурам из прокатного швеллера № 20» [15]	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,88}$	$\frac{1}{0,88}$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	«Монтаж лестниц прямолинейных пожарных с ограждением	шт	2	Лестница пожарная тип П-1.2	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,372}$	$\frac{2}{0,744}$
15	Укладка бетонной смеси перекрытия по металлическим балкам и профнастилу	м³	110,88	Бетон В25	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{110,88}{277,2}$
				Арматура конструктивная Ø8А240	т	0,1т/м³	11,088т
				Опалубка требуется только для организации проемов и лестничных клеток	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,015}$	$\frac{4,3}{0,065}$
16	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100 м²	31,75	сэндвич-панель с утеплителем из минераловатных плит	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0165}$	$\frac{3175,08}{52,4}$
17	Устройство перегородок из гипсокартонных листов (ГКЛ) с одинарным металлическим каркасом и однослойной обшивкой с обеих сторон по серии 1.031.9 – 2.07.2 – 1 Перегородка С111	100 м²	20,65	Профиль металлический оцинкованный расход 3м.пог. на 1м² перегородки 3×2065=6197м.пог. Вес 0,8кг/м.пог.	$\frac{\text{м}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0008}$	$\frac{6197}{4,96}$
				минплиты Аккустик Баттс 75мм. плотность 45кг/м³ 2065×0,075=154,9м³	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,045}$	$\frac{154,9}{6,97}$
				Гипсокартонные листы по ГОСТ 6266-97 Две стороны 2065×2= 4130м²	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0083}$	$\frac{4130}{34,3}$
IV. Кровельные работы							
18	Монтаж сэндвич-панелей покрытия	100 м²	48	сэндвич-панель с утеплителем из пенополиуретана	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0227}$	$\frac{4799,5}{108,95}$
V. Полы							
19	Уплотнение грунта щебнем слоем 50мм	м³	236,1	Щебень М600 по ГОСТ 8267-93 фракции 40-70 мм γ=1300 кг/м3	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,53}$	$\frac{236,1}{361,23}$
20	Устройство бетонного основания под полы	м³	566,64	Бетон γ=2,5т/м³» [15]	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{566,64}{1416,6}$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.2

1	2	3	4	5	6	7	8
21	«Устройство гидроизоляционного слоя	100 м ²	10,39	Гидроизол на основе стеклохоста (4кг/м ²)	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,004}$	$\frac{1039}{4,156}$
22	Асфальтобетонное покрытие пола толщиной 40мм	м ³	184,28	Асфальтовая мастика, песок и битум	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{184,28}{423,84}$
23	Устройство плиточного покрытия пола	100 м ²	10,39	Керамическая плитка 300х300	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,03}$	$\frac{1039}{31,17}$
				Клей	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0035}$	$\frac{1039}{3,64}$
		VI. Окна, ворота, двери					
24	Установка окон	100 м ²	7,67	Окна из ПВХ профиля с тройным стеклопакетом индивидуального изготовления по ГОСТ 30674-99 – ОП В2 42-36 (4М-16-4М) - 26 шт	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,224}$	$\frac{393,12}{88,06}$
				ОП В2 42-24 (4М-16-4М) -37шт	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,135}$	$\frac{372,96}{50,34}$
25	Монтаж дверей деревянных	100 м ²	0,54	Двери деревянные индивидуального изготовления по ГОСТ 475-2016	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0676}$	$\frac{53,55}{3,62}$
26	Монтаж металлических ворот	шт	23	Ворота распашные по серии 1.435.3-27 ВР25х24– 8 шт	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0127}$	$\frac{48}{0,6096}$
				ВР36х36– 8шт	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0126}$	$\frac{103,48}{1,304}$
				ВР42х42– 7 шт	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0141}$	$\frac{123,48}{1,74}$
VII. Отделочные работы							
27	Шпаклевка и покраска потолков	100 м ²	9,57	Шпатлевка Кнауф ХП ФИНИШ	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,009}$	$\frac{957,02}{8,61}$
				Водозммульсионка акриловая» [15]	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0002}$	$\frac{957,02}{0,19}$

Продолжение Приложения В
Продолжение таблицы В.2



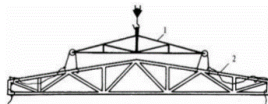
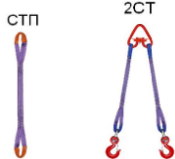
1	2	3	4	5	6	7	8
28	«Устройство подвесного потолка	100 м ²	9,24	Подвесной потолок Армстронг	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,006}$	$\frac{924}{5,544}$
	Облицовка керамической плиткой на клею из сухих смесей стен и перегородок в санузлах	100 м ²	0,9	Керамическая плитка гладкая 200х300	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,025}$	$\frac{89,76}{2,244}$
				Клей	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0035}$	$\frac{89,76}{0,314}$
29	Шпаклевка и покраска стен акриловыми составами	100 м ²	12,14	Шпатлевка Кнауф ХП ФИНИШ	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,009}$	$\frac{4131}{37,18}$
				Водоэмульсионная акриловая краска	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0002}$	$\frac{4131}{0,83}$
VIII. Благоустройство территории							
30	Посадка деревьев, кустов	шт	36	Сирень 3 лет, с комом 0,6х0,6х0,6 м	шт	36	36
31	Засев газона	100 м ²	43,99	Газон партерный	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{4399}{87,98}$
32	Асфальтирование проездов	100 м ²	16,64	Асфальтобетон, бортовой камень БР 100.20.8,	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{665,6}{1531}$
33	Устройство плиточного покрытия	100 м ²	5,2	Брусчатка прямоугольная» [15]	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,115}$	$\frac{520}{59,8}$

Продолжение Приложения В

Таблица В.3 – Машины, механизмы и оборудование для производства работ

«Наименование»	Тип, марка	Техническая характеристика	Назначение	Кол-во
Автокран	КС-55713-2К	стрела 21м Q=25т	Монтаж металлоконструкций	1
Автокран	КС-35715	стрела 18м Q=16т	Монтаж металлоконструкций и стеновых панелей	1
Автогидроподъёмник	АГП-18Т	18м	Подъем оборудования и рабочих на высоту	2
Сварочный аппарат	НЕОН ВД-221	Ток 500 А;	Сварочные работы	2
Вибратор Н-22	Н-22	Мощность 870 Вт	Монтажные работы	2
Шлифмашина угловая	ЗУШ 230/2450	Мощность 2450 Вт» [25]	-//-	1

Таблица В.4 – Ведомость грузозахватных приспособлений

«Наименование монтируемых элементов	Масса элемента, т	Наименование грузозахватного устройства, его марка	Эскиз	Характеристика		Высота строповки»
				Грузоподъёмн	Масса, т	
«Колонна К2	2,13	2СК-4,0		4	0,04	2
		Строп 2СК3-6		3	0,02	
Подкрановая балка ПБ1	1,656	Строп Т8, строп С8		2,8	0,065	2
				2,1	0,03	
ферма ФПС1	1,502	Траверса 15946Р-11 ВНИПИ Промстальконструкция		4	0,51	1,2
Прогон п1	0,084	Строп СТП-1-6		1	0,01	2
		Строп 2СТ1-4» [21]		2	0,01	

Продолжение Приложения В

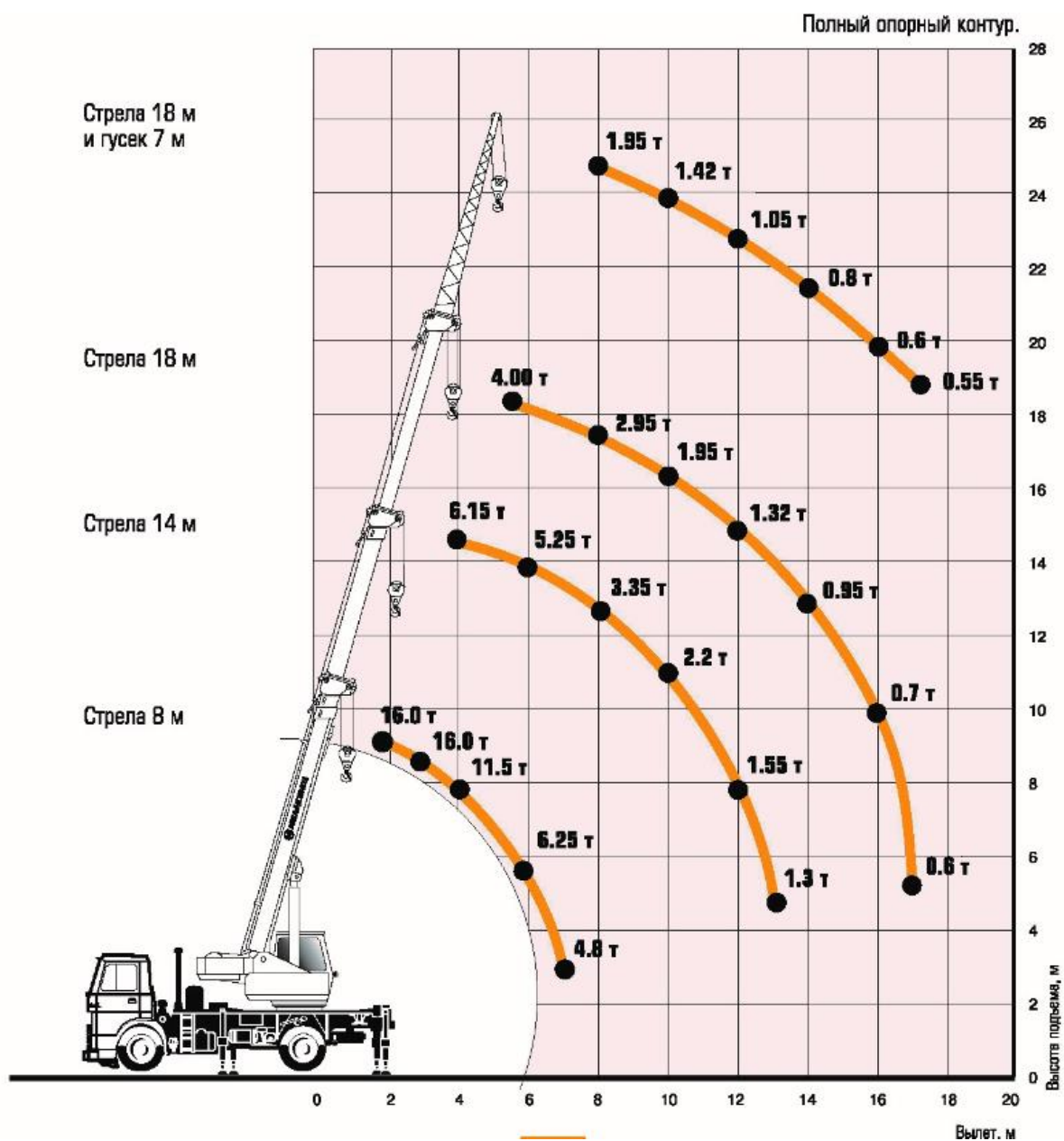


Рисунок В.1 – Автокран КС-35715

Продолжение Приложения В

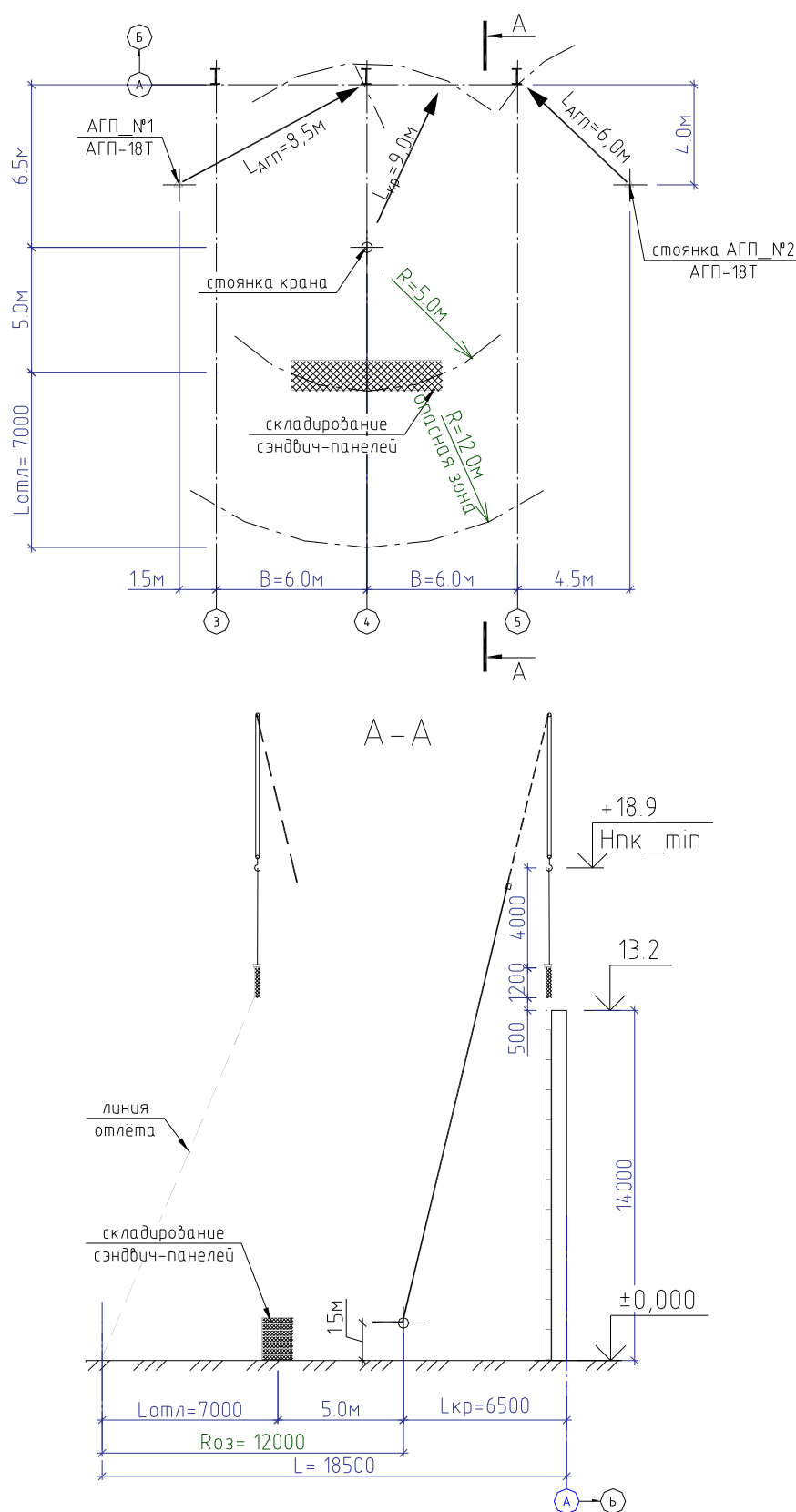


Рисунок В.2 – Определение опасной зоны при монтаже стеновых сэндвич-панелей

Продолжение Приложения В

Таблицы В.4 – Ведомость трудоемкости и машиноемкости работ

Поз.	«Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени		Трудоемкость			Профессиональный, квалификационный состав звена
				Чел.- час	Маш- час	Объём работ	чел.- дн.	маш.- смен	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—	Подготовительный период	%	—			10	372,18	49,95	—
—	I. Земляные работы	—	—	—	—	—	—	—	—
1.	Планировка площадки бульдозером со срезкой растительного слоя	1000м ²	ГЭСН 01-01-036-01	0,35	0,35	8,15	0,36	0,36	—
2.	Разработка грунта в экскаваторах в отвал	1000м ³	ГЭСН01-01-003-09	11,2	25,4	1,47	2,06	4,67	—
3.	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами	1000м ³	ГЭСН01-01-013-09	12,9	37,33	0,23	0,37	1,07	—
4.	Зачистка котлованов вручную	100м ³	ГЭСН 01-02-056-09	424	0	0,68	36,04	0,00	—
5.	Уплотнение грунта вибротрамбовками	100м ³	ГЭСН 01-02-005-02	14,96	3,13	14,7	27,49	5,75	—
6.	Обратная засыпка бульдозером	1000м ³	ГЭСН 01-03-031-03	10,36	10,36	1,47	1,90	1,90	—
—	II. Основания и фундаменты	—	—	—	—	—	—	—	—
7.	Устройство подбетонного основания под фундаменты	100м ³	ГЭСН 06-01-001-01	135	18,12	0,45	7,59	1,02	—
8.	Устройство монолитных фундаментов под металлические колонны объемом до 3м ³	100м ³	ГЭСН06-01-001-05	634	32,12	1,27	100,65	5,10	—
9.	Обмазочная гидроизоляция фундаментов	100м ²	ГЭСН 08-01-003-10	3,36	0,05	9,27	3,89	0,06	—
10.	Устройство фундаментных балок	100м ³	ГЭСН 06-07-001-01» [15]	1100	60,8	0,14	24,75	1,37	—

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
—	III. «Возведение конструкций надземной части здания»	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой 3,0 т	т	ГЭСН09-03-002-02	6,44	1,37	168,28	135,47	28,82	—
12.	Монтаж металлических связей по колоннам	т	ГЭСН09-03-014-01	39,55	4,01	6,66	32,93	3,34	—
13.	Монтаж подкрановых балок	т	ГЭСН 09-03-003-07	22,09	5,54	99,27	274,11	68,74	—
14.	Монтаж металлических балок перекрытия при высоте здания: до 25 м	т	ГЭСН09-03-002-12	15,6	2,88	23,86	46,53	8,59	—
15.	Монтаж стропильных ферм покрытия	т	ГЭСН 09-03-012-01	23	4,82	49,53	142,40	29,84	—
16.	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания: до 25 м	т	ГЭСН 09-03-015-01	14,1	1,75	28,94	51,01	6,33	—
17.	Монтаж фахверка	т	ГЭСН 09-04-006-01	25,3	3,08	7,85	24,83	3,02	—
18.	Монтаж: лестниц, площадок, ограждений	т	ГЭСН 39-01-009-05	37,28	10,05	0,88	4,10	1,11	—
19.	Монтаж пожарных лестниц	т	ГЭСН 09-03-029-01	28,9	5,83	0,74	2,67	0,54	—
20.	Монтаж металлического профнастила перекрытия	т	ГЭСН46-02-005-04	15,79	1,56	8,01	15,81	1,56	—
21.	Бетонирование перекрытий с помощью автобетононасоса в крупнощитовой опалубках	10м ²	ГЭСН 06-16-005-05	1,38	0,69	92,4	15,94	7,97	—
22.	Устройство монолитных железобетонных лестниц	100 м ³	ГЭСН 29-01-216-01	3993	11,45	0,028	13,98	0,04	—
23.	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100м ²	ГЭСН 09-04-006-04» [15]	152	36,14	31,75	603,25	143,43	—

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
24.	«Устройство перегородок из гипсокартонных листов (ГКЛ) с одинарным металлическим каркасом и однослойной обшивкой с обеих сторон	100м ²	ГЭСН 10-05-001-02	103	0,6	20,65	265,87	1,55	—
—	IV. Кровельные работы	—	—	—	—	—	—	—	—
25.	Монтаж кровельного покрытия: из многослойных панелей заводской готовности при высоте до 50 м	100м ²	ГЭСН 09-04-002-03	45,2	10,76	48	271,20	64,56	—
—	V. Полы	—	—	—	—	—	—	—	—
26.	Устройство уплотненного щебеночного подстилающего слоя	1м ³	ГЭСН 11-01-002-04	3,24	0,55	43,5	17,62	2,99	—
27.	Устройство бетонного основания под полы	1м ³	ГЭСН 11-01-002-09	3,66	0,48	566,64	259,24	34,00	—
28.	Устройство асфальтобетонного покрытия пола	100м ²	ГЭСН 11-01-019-01	35,18	0,09	1,84	8,09	0,02	—
29.	Устройство гидроизоляции обмазочной: в один слой праймером	100м ²	ГЭСН 11-01-004-09	26,977	0,07	10,39	35,04	0,09	—
30.	Устройство покрытий на растворе из сухой смеси с приготовлением раствора в построечных условиях из плиток: рельефных глазурованных керамических для полов многоцветных	100 м ²	ГЭСН 11-01-027-05	119,78	4,5	10,39	155,56	5,84	—
—	VI. Окна, ворота, двери	—	—	—	—	—	—	—	—
31.	Монтаж ПВХ оконных блоков	100м ²	ГЭСН 09-04-009-04	437,92	19,31	7,66	419,31	18,49	—
32.	Монтаж каркасов ворот зданий без механизмов открывания	т	ГЭСН 09-04-011-01	41,4	8,87	3,62	18,73	4,01	—
33.	Монтаж дверей деревянных внутренних» [15]	100м ²	ГЭСН 10-04-013-01	67,1	3,32	0,54	4,53	0,22	—

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
–	VII. «Отделочные работы	–	–	–	–	–	–	–	–
34.	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная потолков	100м ²	ГЭСН 15-04-007-04	39,98	0,11	9,57	47,83	0,13	–
35.	Устройство потолков: плитно-ячеистых по каркасу (типа «Армстронг»)	100м ²	ГЭСН 15-01-047-15	102,46	5,34	9,24	118,34	6,17	–
36.	Облицовка стен керамической плиткой на клею из сухих смесей стен и перегородок	100м ²	ГЭСН 15-01-020-11	179,73	1,65	0,9	20,22	0,19	–
37.	Шпаклевка и покраска ГКЛ перегородок внутри здания	100м ²	ГЭСН 15-04-007-01	43,56	0,17	41,31	66,10	0,26	–
–	IV. Специальные и другие работы	–	–	–	–	–	–	–	–
38.	Подготовка почвы для устройства газона	100м ²	ГЭСН 47-01-001-01	40	0	43,99	219,95	0,00	–
39.	Посадка деревьев и кустарников с комом земли	10 шт	ГЭСН 47-01-009-06	36,6	2,47	3,6	16,47	1,11	–
40.	Засев газона	100м ²	ГЭСН 47-01-046-06	5,25	2,74	43,99	28,87	15,07	–
41.	Асфальтирование проездов	1000м ²	ГЭСН 27-06-019-01	50,96	6,6	16,64	106,00	13,73	–
42.	Устройство плиточного покрытия	100м ²	ГЭСН 27-07-014-01	115	9,9	5,2	74,75	6,44	–
–	Итого СМР	–	–	–	–	–	3721,82	499,49	–
43.	Подготовительный период	% от СМР	–	–	–	10	372,18	49,95	–
44.	Санитарно-технические работы	% от СМР	–	–	–	7	260,53	34,96	–
45.	Электромонтажные работы	% от СМР	–	–	–	5	186,09	24,97	–
46.	Неучтенные работы	% от СМР	–	–	–	16	595,49	79,92	–
Итого» [15]		–	–	–	–	–	5136,11	689,30	–

Продолжение Приложения В

Таблица В.5 – «Ведомость временных зданий»

«Наименование зданий	Численность	Норма площади	Расчётная площадь $S_p, \text{м}^2$	Принимаемая площадь $S_{ф}, \text{м}^2$	Размеры $A \times B, \text{м}$	Кол-во зданий	Характеристика
1	2	3	4	5	6	7	8
«Прорабская	3	3	9	18	6,7×3×3	1	Контейнерный 31315
Гардеробная	20	0,9	18	18	6,7×3×3	1	Контейнерный 31315» [12]
Комната для отдыха, обогрева, приема пищи, сушки одежды	20	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	27	0,07	1,89	6	2×3×3	1	Передвижной ГОСС Т-6
				6	2×3×3	1	
Душевая» [15]	20	0,43	8,6	18	6,7×3×3	1	Контейнерный

Продолжение Приложения В

Таблица В.6 – «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	31	3175м ²	3175:31= =102 м ²	2	102·2· ·1,1·1,3= =292 м ²	9 м ²	292:9= =32,4 м ²	32,4·1,2= =39 м ²	7×6
Ворота	23	275м ²	12м ²	1	12·1·1,1·1,3= =15,6 м ²	1 м ²	15,6:1,0= =15,6 м ²	15,6·1,25= =20 м ²	5×4
Металлоконструкции каркаса	52	386	386:52= 7,4т	2	7,4·2· ·1,1·1,3= =21,2т	0,5 т/м ²	21,2:0,5= =42,4 м ²	42,4·1,2= =51 м ²	6×9
Щебень	20	361,23м ³	361,23:20= =18,1м ³	5	18,1·5·1,1·1,3= =129,4 м ³	2м ³	129,4:2= =64,7 м ²	64,7·1,15= =74 м ²	15×5
Арматура	11+3+2=16	53,4т	53,4:16= =3,3 т	3	3,3·3·1,1·1,3= =14,2т	1т/м ²	14,2:1= =14,2 м ²	14,2·1,2= =17 м ²	12×2» [12]
—	—	—	—	—	—	Итого	—	Треб.201м ²	По факту 215 м ²
Закрытый									
«Дверные блоки	23	53,55м ²	2,3м ²	5	2,3·5·1,1·1,3= =16,4 м ²	15 м ²	16,4:15= =1,2 м ²	1,2·1,25= =2м ²	штабель в вертикальном положении
Оконные блоки	23	766м ²	33,3 м ²	5	33,3·5·1,1·1,3= =238 м ²	20 м ²	238,0:20= =11,9 м ²	11,9·1,4= =17 м ²	
ГКЛ» [15]	27	4130м ²	4130:27= =153 м ²	4	153·4·1,1·1,3= =875 м ²	30 м ²	875:30= =29,2 м ²	29,2·1,2= =35 м ²	Штабель

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
«Плитка	16+3=19	1129м ²	1129:19= =59,4м ²	8	59,4·8· ·1,1·1,3= =679,5 м ²	80 м ²	679,5:80= =8,5 м ²	8,2·1,25= =11 м ²	Пачками в горизонтальном положении
Краска	14	190,1кг	190,1:14= =13,6 кг	3	13,6·3· ·1,1·1,3= =58,3кг	600 кг	58,3:600= =0,1м ²	0,1·1,2= =1 м ²	на поддоне
Битумная мастика» [15]	1	1,85т	1,85:1= =1,85т	1	1,85·1· ·1,1·1,3= =2,65т	0,5т	2,65:0,5т= =5,3м ²	5,3·1,5= =8 м ²	на поддоне
—	—	—	—	—	—	Итого	—	74 м ²	Размер 8×10
Навес									
«Металлический профнастил	5	8,01т	8,01: 5= =1,85т/дн.	5	1,85·5·1,1·1,3= =13,2т	3 т/м ²	13,2:3= =4,4м ²	4,4·1,25= =6м ²	пачками
Опалубка для фундаментов	11	474м ²	474:11= =43,1м ²	5	43,1·4·1,1· ·1,3=308м ²	20м ²	308:20= =14,5м ²	15,4·1,5= =23м ²	Штабель» [12]
—	—	—	—	—	—	Итого	—	26м ²	Размер 5×6