

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 Предприятие по производству шоколадных изделий

Обучающийся

С.В. Аулов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

доцент, к.т.н., доцент, М.М. Гайнуллин

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

Консультанты

доцент, к.т.н., доцент Е.М. Третьякова

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

доцент, к.т.н., доцент, М.М. Гайнуллин

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

профессор, д.т.н. С.Н. Шульженко

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

доцент, к.т.н., М.В. Безруков

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

доцент, к.т.н., В.Н. Шишканова

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

Тольятти 2025

## Аннотация

В выпускной квалификационной работе разрабатывался проект на тему «Предприятие по производству шоколадных изделий». Объект расположен на территории особой экономической зоны в городе Оренбург.

Пояснительная записка ВКР состоит из шести разделов:

– архитектурно-планировочный раздел, в рамках которого разработана схема планировочной организации земельного участка, приняты основные объемно-планировочные, архитектурные и конструктивные решения для здания предприятия, произведен теплотехнический расчет ограждающих стеновых и кровельных конструкций;

– расчетно-конструктивный раздел, в составе которого в программном комплексе «ЛИРА-САПР» был произведен расчет металлической стропильной фермы из гнутых сварных профилей пролетом 24 м;

– раздел технологии строительства, в котором были выбраны необходимые для возведения предприятия по производству шоколадных изделий машины, а также разработана технологическая карта на монтаж конструкций покрытия;

– раздел организации строительства, в котором составлен график производства работ и разработан строительный генеральный план для возведения здания предприятия;

– раздел экономики строительства, в котором был выполнен сметный расчет стоимости строительства здания предприятия по производству шоколадных изделий;

– раздел безопасности и экологичности технического объекта.

Также в рамках выпускной квалификационной работы были разработаны 8 листов формата А1 графической части.

## Содержание

Введение.....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел.....	7
1.1 Исходные данные .....	7
1.2 Планировочная организация земельного участка .....	8
1.3 Объемно-планировочные решения .....	9
1.4 Конструктивное решение здания.....	12
1.5 Архитектурно-художественное решение здания.....	17
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	18
1.7 Инженерные сети .....	22
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	25
2.1 Описание .....	25
2.2 Сбор нагрузок .....	25
2.3 Описание расчетной схемы (конечно-элементной модели) .....	26
2.4 Определение усилий в расчетных сечениях.....	29
2.5 Расчет (результаты расчета) по несущей способности .....	30
3. Технология строительства.....	42
3.1 Область применения .....	42
3.2 Организация и технологии выполнения работ .....	43
3.3 Требования к качеству и приемке работы .....	53
3.4 Потребность в материально технических ресурсах .....	55
3.5 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	55
3.6 Техничко-экономические показатели .....	57
4 Организация строительства.....	60
4.1 Определение объемов строительно-монтажных работ.....	60
4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях .....	60
4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ .....	61
4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени .....	61
4.5 Разработка календарного плана производства работ .....	61

4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях.....	64
4.7 Проектирование строительного генерального плана.....	70
4.8 Техничко-экономические показатели ППР .....	72
5 Экономика строительства .....	74
5.1 Пояснительная записка.....	74
6 Безопасность и экологичность технического объекта .....	79
6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта.....	79
6.2 Идентификация профессиональных рисков.....	79
6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	80
6.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	80
6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта .....	85
Заключение .....	87
Список используемой литературы .....	88
Приложение А .....	92
Приложение Б.....	96
Приложение В.....	102
Приложение Г .....	110
Приложение Д.....	136

## Введение

Кондитерская промышленность является важной отраслью пищевой промышленности, основная задача которой обеспечивать потребителей высококачественными продуктами для питания.

В современных условиях Российская Федерация уверенно удерживает позицию лидера в кондитерской индустрии, занимая почётное пятое место среди мировых производителей сладостей. Производственный сектор, специализирующийся на выпуске лакомств, демонстрирует впечатляющие темпы роста и считается одним из самых динамично развивающихся сегментов экономики.

В связи с этим исследование, представленное в выпускной квалификационной работе под названием «Предприятие по производству шоколадных изделий», приобретает особую значимость. Актуальность данной работы обусловлена не только потребностью в расширении ассортимента высококачественных кондитерских изделий, но и стратегической важностью развития промышленного потенциала как на федеральном, так и на региональном уровнях.

Целью данной работы является проектирование здания предприятия по производству шоколадных изделий. Для осуществления поставленных задач в рамках ВКР разработаны шесть разделов:

– «Архитектурно-планировочный раздел», в котором приняты основные архитектурные, объемно-планировочные и конструктивные решения, в соответствии с требованиями нормативных документов;

– «Расчётно-конструктивный раздел», в котором выполнен расчет стропильной фермы пролетом 24 м из гнутых сварных профилей с использованием программного обеспечения «ЛИРА-САПР»;

– «Технология строительства», в котором определены все этапы монтажа покрытия, а именно прогонов, ферм, связей и кровельных сэндвич-панелей;

– «Организация и планирование строительства», в котором составлен календарный план производства работ и разработан строительный генеральный план на возведение здания предприятия по производству шоколадных изделий;

– «Экономика строительства», в котором определена стоимость будущего объекта, выбраны экономичные варианты технических и организационных решений;

– «Безопасность и экологичность объекта», в котором сформулировано обоснованное заключение о соответствии объекта действующим нормативным требованиям.

Также в составе ВКР разработаны 8 листов графической части формата А1, которые содержат чертежи, демонстрирующие основные этапы строительства здания и отражающие полученные при выполнении работы результаты.

# 1 Архитектурно-планировочный раздел

## 1.1 Исходные данные

В качестве оптимальной площадки для размещения производственных мощностей шоколадной фабрики выбрана территория современной индустриальной зоны льготного налогообложения. Данный выбор обусловлен целым рядом существенных преимуществ, предоставляемых особым экономическим статусом территории, включая благоприятный инвестиционный климат, развитую инфраструктуру и налоговые преференции для промышленных предприятий.

Производственный комплекс планируется разместить по следующему адресу: Оренбургская область, город Оренбург, улица Тихая.

Такое расположение позволит максимально эффективно организовать логистические потоки, обеспечить бесперебойные поставки сырья и оптимизировать процесс реализации готовой продукции на рынке.

«Климатический район территории строительства – ША» [22].

«Уровень ответственности здания – II» [30].

«Категория здания по взрывопожарной и пожарной опасности – Д» [31].

«Степень огнестойкости проектируемого здания – III» [19].

«Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1» [20].

«Класс конструктивной пожарной опасности – С1» [21].

«Класс пожарной опасности строительных конструкций:

- несущие стержневые элементы (колонны, фермы) – К0;

- наружные стены – К1;

- перегородки и покрытие – К1;

- стены лестничных клеток – К0;

- марши и площадки лестниц – К0» [32].

Расчетный срок службы проектируемого здания предприятия по производству шоколадных изделий – не менее 50 лет.

«Преобладающее направление ветра зимой – восточное» [22].

«Грунты основания представлены следующими слоями:

- супесь твердая, непросадочная;
- глина полутвердая, непросадочная;
- песок средней крупности, средней плотности, маловлажный» [26].

Расчетные характеристики грунтов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчетные характеристики грунтов основания

Наименование грунта	$\rho_d$ , кг/м <sup>3</sup>	e	$S_r$	$I_p$	$I_L$	$I_{ss}$	$m_v$ , кПа	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	$R_0$ , кПа	$E_0$ , кПа
Супесь, твердая, непросадочная	1,57	0,69	0,49	0,06	-2,3	0,107	$5,9 \cdot 10^{-5}$	17,36	252,2	56355,9
Глина полутвердая, непросадочная	1,71	0,59	0,55	0,26	0,08	0,245	-	18,84	494	26400
Песок средней крупности, средней плотности, маловлажный	1,57	0,69	0,27	-	-	-	$2,9 \cdot 10^{-5}$	16,48	400	28735,6

## 1.2 Планировочная организация земельного участка

На плане земельного участка показаны:

- проектируемое здание предприятия по производству шоколадных изделий,
- трансформаторная подстанция,
- контрольно-пропускные пункты №1 и №2,
- здание АБК, соединенное с проектируемым предприятием теплым надземным переходом.

Территория проектируемого предприятия ограждена забором из 3D-панелей. При въезде на территорию предусмотрено устройство распашных ворот и калиток.

В рамках комплексной организации транспортной инфраструктуры производственной площадки предусмотрено создание современной системы дорожного движения. Для обеспечения беспрепятственного перемещения автотранспорта, включая специализированную пожарную технику, на территории предусматривается сеть автомобильных проездов с высокопрочным асфальтобетонным покрытием.

Парковочное пространство представляет собой 39 машино-мест открытого типа, что позволяет эффективно разместить транспортные средства сотрудников и посетителей предприятия.

Для обеспечения безопасного передвижения персонала по территории производственного комплекса проектируется специальная пешеходная зона с устройством современного тротуарного покрытия из асфальтобетона. Такой подход к организации транспортной инфраструктуры способствует созданию комфортных условий как для производственной деятельности, так и для перемещения людей по территории предприятия. Также предусматривается устройство малых архитектурных форм, а именно скамеек и урн. За зданием предприятия имеются мусорные баки для отходов.

В рамках озеленения территории предусмотрена посадка лиственных деревьев (тополь пирамидальный, клен) и стриженного двухрядного кустарника (снежноягодник).

### **1.3 Объемно-планировочные решения**

Здание предприятия по производству шоколадных изделий прямоугольное в плане, с размерами в осях 72 × 48 м и имеет два этажа высотой 5,4 метра. Расстояние от уровня чистого пола первого этажа до нижней части стропильных ферм составляет 10,8 метра.

В проектируемом здании предусматриваются следующие помещения:

- бытовые помещения, включающие в себя гардеробные, санузлы, душевые, санпропускники для персонала;
- помещение производства плиточного шоколада,
- помещение производства шоколадных конфет,
- помещение производства шоколадных батончиков,
- помещения для хранения компонентов для изготовления продукции,
- склад хранения готовой продукции,
- вспомогательные помещения.

Экспликация помещений дана в таблице А.1 приложения А.

За относительную отметку 0.000 принята отметка уровня пола, которая соответствует абсолютной отметке 112,50.

Объемно-планировочная система здания фабрики – пролетная, которая принята с учетом технологических процессов, требующих размещения конвейерного оборудования в производственных помещениях.

Для здания шоколадной фабрики принята каркасная конструктивная схема с металлическим каркасом. Совместная работа несущих конструкций обеспечивает пространственную жесткость здания и геометрическую неизменяемость каркаса. В поперечном направлении устойчивость каркаса обеспечивается жестким закреплением металлических колонн в фундаменте. Продольная устойчивость каркаса здания шоколадной фабрики обеспечивается системой связей по колоннам и покрытию.

Основные технико-экономические показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технико-экономические показатели

Наименование показателя	Единица измерения	Количество
Площадь земельного участка	га	2,25
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	4286,0
Площадь тротуаров	м <sup>2</sup>	360,4

Продолжение таблицы 2

Наименование показателя	Единица измерения	Количество
Площадь дорог	м <sup>2</sup>	9159,4
Площадь озеленения	м <sup>2</sup>	8697,2
Коэффициент застройки	-	0,19
Коэффициент использования территории	-	0,61

На предприятии по производству шоколадных изделий не предусматривается использование труда инвалидов. Для временного пребывания маломобильных групп населения на территории имеются специализированные парковочные места. Для доступа в здание имеется пандус, для перемещения продукции между этажами предусмотрены лифты.

Планы эвакуации выполнены и представлены на рисунках 1 и 2.

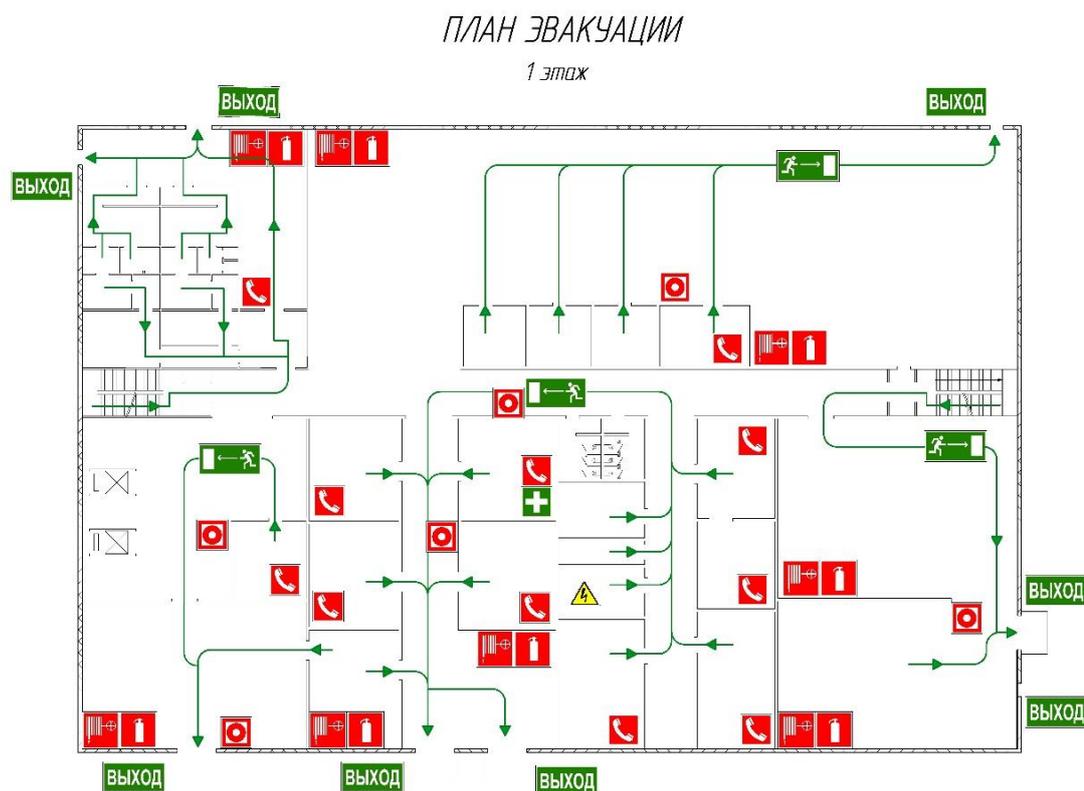


Рисунок 1 – План эвакуации 1-го этажа

## ПЛАН ЭВАКУАЦИИ

2 этаж

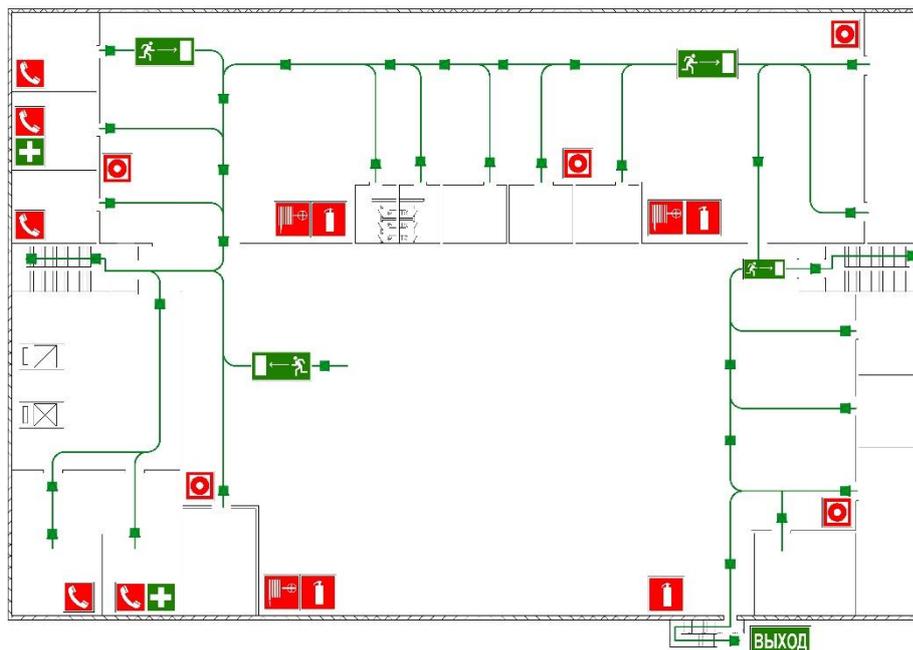


Рисунок 2 – План эвакуации 2-го этажа

### 1.4 Конструктивное решение здания

#### 1.4.1 Фундаменты

Подземные несущие конструкции представлены монолитными фундаментами, изготовленными из тяжёлого бетона со следующими характеристиками: прочность на сжатие класса В30, показатель морозостойкости F150 и марка по водонепроницаемости W6.

Под фундаментами выполняется бетонная подготовка толщиной 100 миллиметров из тощего бетона класса В7,5 с маркой по морозостойкости F50 и водонепроницаемости W4.

Цоколь здания выполняется с использованием керамического кирпича по ГОСТ 530-2012. Монтажные работы осуществляются с применением цементно-песчаного раствора марки М75. Для повышения прочностных характеристик устраивается армирование — кладочная сетка с шагом

стержней  $50 \times 50$  миллиметров, изготовленная из металлической проволоки диаметром 4 миллиметра. Армирующие элементы устанавливаются через каждые пять рядов кирпичной кладки.

Фундаментные балки выполняются согласно типовой серии 1.015.1-1.95, что гарантирует их соответствие всем техническим требованиям и нормативам.

С целью предотвращения негативного воздействия атмосферных факторов по всему внешнему контуру здания предусматривается устройство водоотводящей конструкции — отмостки из мелкозернистого асфальтобетона, которая эффективно защищает фундаменты от дождевых осадков и талых вод.

#### 1.4.2 Колонны

Колонны каркаса – сплошного составного сечения из трех листов. Сечение колонны представлено на рисунке 3.

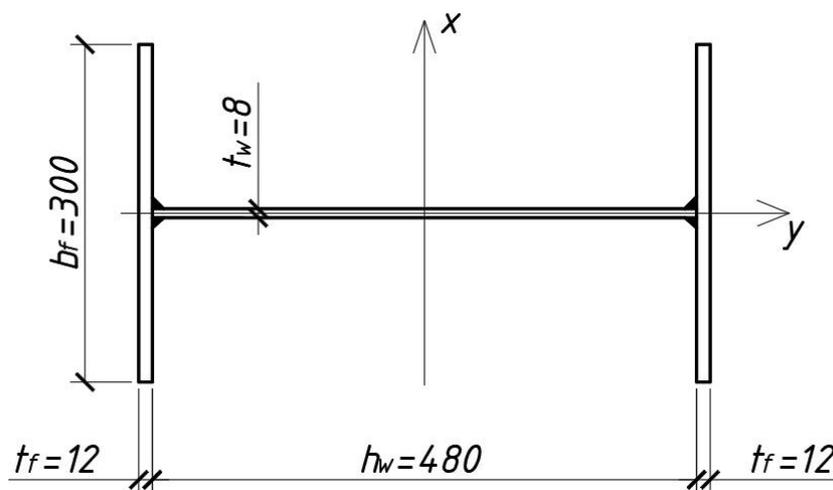


Рисунок 3 – Сечение составной колонны

Шаг колонн крайнего ряда – 6 м, среднего – 12м.

Стойки фахверка выполнены из прокатного двутавра 30К1.

Схемы расположения колонн первого и второго этажей даны в приложении А на рисунках А.1 и А.2.

#### 1.4.3 Перекрытие и покрытие

Балочная клетка, перекрывающая первый этаж, состоит из главных балок (составных двутавров) и балок настила (прокатных двутавров). Перекрытие монолитное железобетонное по несъемной опалубке из профилированного листа.

Стропильные и подстропильные элементы сконструированы в виде ферм из гнутых замкнутых сварных профилей.

Прогоны по стропильным фермам предусматриваются из прокатного швеллера 22У. Данная конструкция обеспечивает необходимую жёсткость и устойчивость кровельного покрытия.

Кровельное ограждение выполняется с использованием современных сэндвич-панелей кровельного типа, имеющих толщину 120 миллиметров. Материал обладает высокими теплоизоляционными характеристиками и механической прочностью.

Кровля здания спроектирована как двускатная конструкция с системой внутреннего водостока, обеспечивающей эффективный отвод атмосферных осадков. Данная система способствует оптимальному стоку воды и предотвращает образование застойных зон на поверхности покрытия.

#### **1.4.4 Стены и перегородки**

Межкомнатные перегородки в производственных помещениях проектируются с применением сэндвич-панелей стенового типа заводской готовности. Толщина панелей составляет 100 миллиметров, а в качестве теплоизоляционного материала используется высокоэффективный пенополиизоцианурат.

Наружное стеновое ограждение здания фабрики по производству шоколадных изделий выполняется из стеновых сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиизоцианурата. Толщина панели составляет 100 миллиметров и гарантирует необходимую теплоизоляцию и прочностные характеристики ограждающих конструкций.

Данный выбор материалов обусловлен их оптимальными эксплуатационными характеристиками, включая высокую

энергоэффективность, долговечность и соответствие санитарно-гигиеническим требованиям промышленного пищевого производства.

#### **1.4.5 Лестницы, лифты**

Для перемещения персонала между этажами предусматривается устройство лестничных конструкций сборного типа. Конструктивное решение включает железобетонные марши и площадки заводской готовности. Габаритные параметры лестничных маршей предусматривают ширину 1350 миллиметров, что обеспечивает комфортное перемещение персонала.

Кроме того, предусматривается устройство наружной металлической лестницы, служащей одним из путей эвакуации персонала со второго этажа.

Грузовой транспортный поток организуется с помощью специализированных подъёмных механизмов — грузовых лифтов, рассчитанных на максимальную нагрузку 2000 килограммов. Данное оборудование полностью соответствует требованиям ГОСТ 8823-2018 и предназначено для эффективной транспортировки производственного сырья, вспомогательных материалов и отгрузки готовой продукции. Подобное техническое решение позволяет оптимизировать логистические процессы и обеспечить безопасное перемещение грузов различной номенклатуры в пределах производственного комплекса.

#### **1.4.6 Окна, двери, ворота**

Двери – металлические, противопожарные.

Ворота для погрузки готовой продукции – подъемные вертикальные с секционным полотном.

Окна и витражи – алюминиевые с двойным остеклением.

Спецификация элементов, необходимых для заполнения проемов, представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Спецификация элементов заполнения проемов

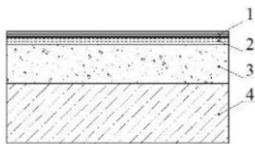
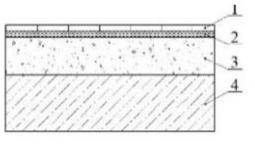
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол. по фасадам					Масса ед, кг	Примеч.
			1-13	13-1	А-В	В-А	Всего		
<b>Окна и витражи</b>									
Ок1	ГОСТ 23166-2024	О-А 2000 х 2970	3	8	1	2	14	-	2000х2970
Ок2	ГОСТ 23166-2024	О-А 2000 х 2000	-	1	2	-	3	-	2000х2000
Ок3	ГОСТ 23166-2024	О-А 1160 х 1160	2	-	2	2	6	-	1160х1160
Вт1	Индивидуальное изготовление	Витраж из алюминиевого профиля	-	1	-	1	2	-	4000х6000
Вт2	Индивидуальное изготовление	Витраж из алюминиевого профиля	-	1	-	1	2	-	5000х6000
Вт3	Индивидуальное изготовление	Витраж из алюминиевого профиля	-	1	-	1	2	-	6000х6000
Вт4	Индивидуальное изготовление	Витраж из алюминиевого профиля	6	8	-	-	14	-	2400х6000
<b>Двери</b>									
Д1	ГОСТ 475-2016	ДВ 2 21 х 15,1	-	-	-	-	32	-	2100х1510
Д2	ГОСТ 475-2016	ДВ Рп 20 х 10,1	-	-	-	-	29	-	2000х1010
Д3	ГОСТ 475-2016	ДВ Рп 20 х 12,1	-	-	-	-	5	-	2000х1210
Д4	ГОСТ 475-2016	ДВ 2 20 х 20	-	-	-	-	3	-	2000х2000
Д5	ГОСТ 53307-2009	ДМП-02/90	-	1	-	-	1	-	2100х2000
Д6	ГОСТ 53307-2009	ДПМ-01/60	1	-	2	1	4	-	2100х1000
В1	ГОСТ 31174-2017	ВМ Р ДН2047.17.03. МЛ3000х3000	3	-	-	-	3	-	3000х3000
В2	ГОСТ 31174-2017	ВМ С ДН2047.17.03. МЛ 2850х3000	-	-	1	-	1	-	3850х3000

#### 1.4.7 Полы

В производственных помещениях выполняется наливной пол «Базалит» с целью соблюдения требований гигиены, предъявляемых к пищевому производству. Во вспомогательных помещениях в качестве напольного покрытия

принята керамогранитная плитка. С экспликацией полов можно ознакомиться в таблице 4.

Таблица 4 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 19, 20, 23, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 57, 58	1		1. Наливной пол «Базалит»– 10 мм. 2. Полиуретановый грунт 3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 – 30 мм. 4. Монолитная плита – 200 мм	4819 м <sup>2</sup>
10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 59,60,61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68	2		1. Керамогранитная плитка – 10 мм. 2. Плиточный клей – 10 мм. 3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 – 80 мм. 4. Монолитная плита – 200 мм.	1968 м <sup>2</sup>

### 1.5 Архитектурно-художественное решение здания

Наружная отделка здания выполнена из сэндвич-панелей, окрашенных в заводских условиях и не требующих дополнительной отделки. Цветовые решения фасада представлены оттенками:

- верхний и средний ряд сэндвич-панелей: RAL 330 80 20,
- второй сверху ряд: RAL 340 50 45,
- нижний ряд: RAL 330 30 40.

Кровельные сэндвич панели выполняются в оттенке RAL 330 80 20.

Отделка цоколя выполняется керамогранитной плиткой.

Ведомость отделки помещений приведена в таблице 5.

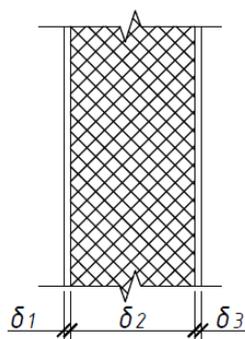
Таблица 5 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера			Примеч.	
	Потолок	Площадь, м <sup>2</sup>	Стены или перегородки		
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 57, 58, 67, 68	-	-	Сэндвич- панели заводской окраски	3307,4	-
10, 11, 12, 13, 14, 15, 24, 25, 26, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 53, 56, 62, 63, 64	Краска по оштукатуренному гипсокартону	565,7	Сэндвич- панели заводской окраски	1441,8	-
27, 46, 59, 60, 61, 65, 66	Реечный подвесной потолок	326,8	Сэндвич- панели заводской окраски	834,8	-

## 1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

### 1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания

Наружные ограждающие конструкции выполняются из сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиизоцианурата. Материал утеплителя принят исходя из гигиенических требований, предъявляемых к пищевому производству. Фрагмент сэндвич-панели представлен на рисунке 4.



$\delta_1$  и  $\delta_3$  – соответственно наружный и внутренний слои сэндвич-панели;

$\delta_2$  – утеплитель из пенополиизоцианурата.

Рисунок 4 – Разрез фрагмента стеновой сэндвич-панели

Выполним теплотехнический расчет для определения оптимальной толщины стеновых сэндвич-панелей производственного здания кондитерского предприятия в городе Оренбурга.

Расчёт параметров теплозащиты выполняется в виде таблиц, регламентированных методическими указаниями, изложенными в источниках [22] и [23]. Результаты всех вычислительных операций и промежуточные значения показателей систематизированы и представлены в таблице 6.

Определение теплотехнических характеристик ограждающих конструкций позволяет обеспечить соответствие здания современным требованиям энергоэффективности и создать оптимальные условия для производственного процесса.

Таблица 6 – Теплотехнический расчет наружных стен

Наименование показателей, единицы измерения	Значения			
	Условные обозначения	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_{в}$	+18		
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), °С	$t_{н5}$	-32		
3 Нормируемый температурный перепад, °С	$\Delta t^H$	7		
4 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{в}$	8,7		
5 Коэффициент для зимних условий, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{н}$	23		
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт	$R_0^{TP}$	0,82		
7 Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут $ГСОП=(t_{в} - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер}$	ГСОП	4700		
8 Средняя температура отопительного периода, °С	$t_{от.пер}$	-6,1		
9 Продолжительность отопительного периода, сут	$Z_{от.пер}$	195		
10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт	$R_0^{PP}$	1,94		
11 Толщина слоя, м	$\delta$	0,0006	x	0,0006
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации А, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\lambda$	58	0,023	58
13 Толщина утеплителя, м Так как $R_0^{PP} > R_0^{TP}$ , то $\delta_2 = \lambda_2 \left( R_0^{PP} - \frac{1}{\alpha_{в}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_{н}} \right)$	$\delta_2$	-	0,041	-

Вывод: расчётная величина теплоизоляционного слоя, выполненного из пенополиизоцианурата, составляет 0,041 метра, что обеспечивает необходимый уровень теплозащиты конструкции.

Прочностные характеристики стеновых сэндвич-панелей при пролёте в 6 метров являются определяющими в выборе толщины панели, поэтому с учетом несущей способности принимаем толщину 100 миллиметров.

## 1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия здания

Проведём комплексный теплотехнический анализ для установления оптимальной толщины кровельных сэндвич-панелей в конструкции производственного здания кондитерского предприятия, которое планируется к возведению в городской черте Оренбурга.

Инженерно-расчётные процедуры параметров теплозащиты будут реализованы с применением табличного метода, регламентированного методическими указаниями, изложенными в источниках [22] и [23]. Результаты всех вычислительных операций и промежуточные значения показателей систематизированы и представлены в аналитической таблице 7.

Таблица 7 – Теплотехнический расчет кровли

Наименование показателей, единицы измерения	Значения			
	Условные обозначения	$\delta_1$	$\delta_2$	$\delta_3$
1 Расчетная температура внутреннего воздуха, °С	$t_{в}$	+18		
2 Расчетная температура наиболее холодной пятидневки (по 0,92), °С	$t_{н5}$	-32		
3 Нормируемый температурный перепад, °С	$\Delta t^H$	6		
4 Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{в}$	8,7		
5 Коэффициент для зимних условий, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\alpha_{н}$	23		
6 Требуемое сопротивление теплопередаче из санитарно-гигиенических и комфортных условий, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт	$R_{0}^{TP}$	0,96		
7 Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут $ГСОП=(t_{в} - t_{от.пер}) \cdot Z_{от.пер}$	ГСОП	4700		
8 Средняя температура отопительного периода, °С	$t_{от.пер}$	-6,1		
9 Продолжительность отопительного периода, сут	$Z_{от.пер}$	195		
10 Приведенное сопротивление теплопередаче из условия энергосбережения, (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт	$R_{0}^{пр}$	2,67		

## Продолжение таблицы 7

11 Толщина слоя, м	$\delta$	0,0006	x	0,0006
12 Расчетный коэффициент теплопроводности материала при условии эксплуатации А, Вт/(м <sup>2</sup> ·°С)	$\lambda$	58	0,023	58
13 Толщина утеплителя, м Так как $R_0^{np} > R_0^{tp}$ , то $\delta_2 = \lambda_2 \left( R_0^{np} - \frac{1}{\alpha_s} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right)$	$\delta_2$	-	0,058	-

Вывод: расчётная толщина теплоизоляционного слоя, выполненного из пенополиизоцианурата, составляет 0,058 метра, что гарантирует необходимый уровень термозащиты кровельной конструкции.

Конструктивное решение кровельного покрытия определяется на основании прочностных характеристик сэндвич-панелей. В результате анализа несущей способности принимается вариант кровельных сэндвич-панелей с общей толщиной 120 миллиметров.

### 1.7 Инженерные сети

В рамках инженерного оснащения здания фабрики шоколадных изделий предусматривается комплексная система инженерно-технических коммуникаций.

Теплоснабжение объекта реализуется посредством современной системы воздушного отопления, обеспечивающей оптимальный температурный режим в производственных помещениях.

Водопроводная инфраструктура включает в себя отдельные системы горячего и холодного водоснабжения, которые гарантируют бесперебойную подачу воды необходимого качества для технологических процессов и хозяйственно-бытовых нужд.

Канализационное хозяйство предприятия проектируется с учётом современных санитарно-технических требований и обеспечивает эффективный отвод сточных вод.

Энергообеспечение объекта организуется через подключение к централизованным электросетям, что гарантирует стабильное электроснабжение всех производственных участков.

Система связи предусматривает организацию телефонной коммуникации для обеспечения оперативной деловой коммуникации.

Хозяйственно-питьевой водозабор осуществляется от городской централизованной водопроводной сети, что обеспечивает надёжность и качество подаваемой воды в соответствии с действующими санитарными нормами.

Канализация предусматривается собственная с отводом в лагуны, с последующей откачкой и вывозом по мере наполнения. Система канализации оборудована насосами и очистными сооружениями, обеспечивающими соответствие стоков нормам экологической безопасности.

Комплексное инженерное оснащение производственного комплекса включает в себя современную систему энерго- и жизнеобеспечения здания предприятия по изготовлению шоколадных изделий.

Энергоснабжение объекта организовано посредством подключения к общей электросети, что гарантирует бесперебойную подачу электроэнергии ко всем производственным участкам. Электромонтажные работы предусматривают проведение проводки по стенам здания с использованием специализированных лотковых конструкций, обеспечивающих надёжную фиксацию и удобный доступ для обслуживания.

Вентиляционная система здания представляет собой современную механическую приточную общеобменную установку, разработанную с учётом специфики кондитерского производства. Функциональные возможности данной системы позволяют эффективно решать задачи по качественной очистке воздушных масс от загрязнений, принудительной циркуляции воздуха

в помещениях и подогреву поступающих воздушных потоков до требуемой температуры.

Технологическое оснащение вентиляционной системы включает многоступенчатую систему фильтрации воздуха, автоматизированные устройства контроля температурного режима и оборудование для регулирования уровня влажности.

Дополнительно в здании предусматривается система воздушного отопления для поддержания оптимального температурного режима, отдельная система горячего и холодного водоснабжения, централизованная канализация, телефонная связь для организации деловой коммуникации и хозяйственно-питьевое водоснабжение от городского водопровода.

### **Выводы по разделу**

В процессе разработки архитектурно-планировочной раздела осуществлено детальное проектирование территории — составлен генеральный план земельного участка с учётом всех градостроительных норм и требований. Проведена комплексная компоновка производственного комплекса, включающая размещение здания предприятия по изготовлению шоколадных изделий с оптимальным расположением всех технологических зон.

В ходе проектирования определены ключевые параметры объекта, охватывающие архитектурные решения, формирующие внешний облик здания и его эстетические характеристики, объёмно-планировочные решения, обеспечивающие рациональное использование производственных площадей, а также конструктивные решения, гарантирующие надёжность и долговечность сооружения.

Особое внимание уделено теплотехническим аспектам — выполнен детальный расчёт теплозащитных характеристик всех ограждающих конструкций, что позволяет обеспечить энергоэффективность здания и создать комфортные условия для производственного процесса.

## 2 Расчетно-конструктивный раздел

### 2.1 Описание

**Цель раздела:** разработка проектной документации на стропильную ферму покрытия с выполнением необходимых расчётов и конструированием узлов.

#### Задачи раздела:

- Определение расчётной схемы и сбор нагрузок на ферму.
- Выполнение статического расчёта и подбор сечений элементов.
- Конструирование узлов и проверка их прочности.
- Разработка чертежей отправочных марок.

#### Описание конструкции

Стропильная ферма пролётом 24 метра выполнена из гнутых сварных замкнутых профилей. Ферма смещена относительно разбивочных осей на 250 мм. По верхним поясам размещены стальные прогоны из прокатных швеллеров для укладки кровельных сэндвич-панелей.

Конфигурация фермы показана на рисунке 5.

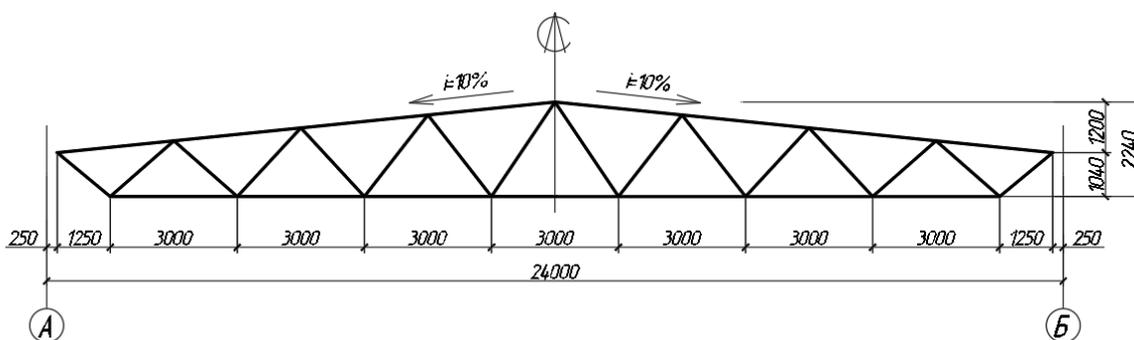


Рисунок 5 – Геометрическая схема фермы

Расчет будет произведен в программном комплексе «ЛИРА-САПР».

### 2.2 Сбор нагрузок

На ферму действуют «постоянная и снеговая нагрузки. Постоянная нагрузка представлена суммой нагрузок от собственного веса фермы, стальных прогонов, связей и кровельных панелей» [25].

Сбор постоянных нагрузок на  $1 \text{ м}^2$  за исключением собственного веса приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Постоянные нагрузки на  $1 \text{ м}^2$  покрытия

Вид нагрузки	Нормативные нагрузки, $\text{кН/м}^2$	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_n$	Расчетные нагрузки, $\text{кН/м}^2$
Постоянная:			
1. Стальные листы, (2 шт) $\delta=0,0006 \text{ м}$ , $\rho=78,5 \text{ кН/м}^3$ . $0,0006 \times 78,5 \times 2 = 0,094 \text{ кН/м}^2$ .	0,09	1,05	0,1
2. Утеплитель из пенополиизоцианурата, $\delta=0,12 \text{ м}$ , $\rho = 0,42 \text{ кН/м}^3$ . $0,12 \times 0,42 = 0,050 \text{ кН/м}^2$ .	0,05	1,3	0,06
	0,04	1,05	0,04
	0,06	1,05	0,06
3. Связи по покрытию			
4. Прогоны	0,244		0,27
Итого постоянная			
Временная:			
1. Снеговая нагрузка	1,23	1,4	1,72
Итого временная	1,23		1,72
Полная:	1,47	-	1,99

### 2.3 Описание расчетной схемы (конечно-элементной модели)

«Для проведения расчета создаем схему фермы и назначаем связи в опорных узлах.» [28] Схема фермы с нумерацией элементов из расчетной программы «ЛИРА-САПР» приведена на рисунке 6.

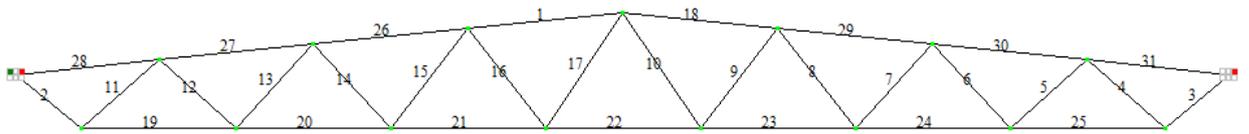


Рисунок 6 – Схема фермы из программного комплекса «ЛИРА-САПР»

Нагрузка от собственного веса фермы задается в программном комплексе «ЛИРА-САПР».

«Постоянная нагрузка, приходящаяся в узлы верхнего пояса фермы, определяется по формуле (1)

$$F_q = \gamma_n \cdot \Sigma q \cdot B \cdot \frac{d}{\cos \alpha}, \quad (1)$$

где  $\gamma_n$  – коэффициент надёжности по ответственности здания,  $\gamma_n = 1$ ;

$B$  – ширина грузовой полосы,  $B = 6$  м;

$\alpha$  – угол наклона верхнего пояса,  $\alpha = 5,71^\circ$ » [28].

$$F_q = 1 \cdot 0,27 \cdot 6 \cdot \frac{3}{0,99} = 4,88 \text{ кН.}$$

«Нормативная снеговая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  покрытия согласно [25] определяется по формуле (2):

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (2)$$

где  $c_t$  – термический коэффициент, принимаемый равным 1 в соответствии с пунктом 10.10 [25];

$\mu$  – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый равным 1 по приложению Б [25];

$S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, которое составляет 1,25 кПа для города Оренбург согласно приложению К [25];

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия здания под действием ветра, определяемый по формуле (3)

$$c_e = (k_v - 0,4 \cdot \sqrt{k}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot l_c), \quad (3)$$

где  $k_v$  – коэффициент, зависящий от средней скорости ветра в зимний период и среднемесячной температуры воздуха в январе, принимаемый равным 1,4 согласно таблице 10.2 [25];

$k$  – коэффициент, зависящий от высоты над уровнем планировочной отметки земли, принимаемый равным 0,72 по таблице 11.2 [25] для  $H=13,34$  м;

$l_c$  – характерный размер покрытия, определяемый по формуле (4):

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l_{max}}, \quad (4)$$

где  $b$  – наименьший размер покрытия в плане, равный 48м;

$l_{max}$  – наибольший размер покрытия, равный 72м» [25].

$$l_c = 2 \cdot 48 - \frac{48^2}{72} = 64 \text{ м.}$$

Тогда значение коэффициента, учитывающий снос снега с покрытия здания под действием ветра, составит

$$c_e = (1,4 - 0,4 \cdot \sqrt{0,72}) \cdot (0,8 + 0,002 \cdot 64) = 0,984.$$

Нормативная снеговая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> покрытия составит

$$S_0 = 0,984 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,23 \text{ кПа.}$$

«Расчётная снеговая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> покрытия здания» [25] равна

$$S = 1,4 \cdot 1,23 = 1,722 \text{ кПа.}$$

«Узловая снеговая нагрузка, приложенная к верхнему поясу фермы, определяется по формуле (1)» [25]

$$F_s = 1 \cdot 1,722 \cdot 6 \cdot \frac{3}{0,995} = 31,15 \text{ кН.}$$

При расчёте для получения наиболее невыгодной комбинации нагрузок будем учитывать: снег на всём пролёте и снег на половине пролёта.

#### 2.4 Определение усилий в расчетных сечениях

«Для проведения расчета создаем схему фермы и назначаем связи в опорных узлах.» [28] Схема фермы с нумерацией элементов из расчетной программы «ЛИРА-САПР» приведена на рисунке 6.

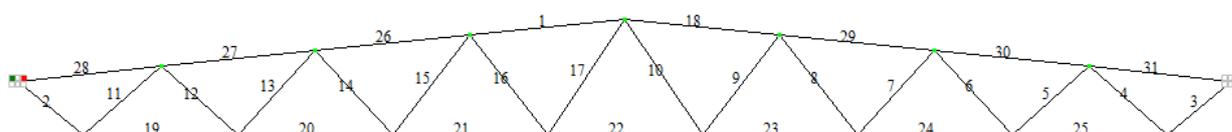


Рисунок 6 – Схема фермы из программного комплекса «ЛИРА-САПР»

«Для определения усилий в элементах создадим 3 загрузки:

- постоянная нагрузка;
- снег на всем пролете;
- снег на половине пролета» [25].

Схемы загрузений из программы «ЛИРА-САПР» приведены в приложении Б.

«Задаем расчетные сочетания нагрузок, учитывая взаимоисключение загрузений снега на всем пролете и на половине пролета» [25]. Полученные расчетные усилия от наиболее неблагоприятного сочетания нагрузок приведены на рисунке 7.

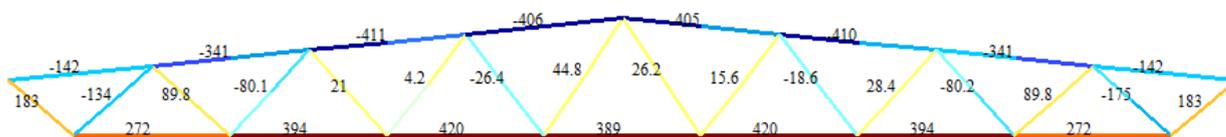


Рисунок 7 – Мозайка усилий элементов из программы «ЛИРА-САПР»

Результаты усилий, полученные в программном комплексе, в табличной форме представлены в приложении Б.

«Подбор сечений элементов выполним во вкладке «Сталь» программного комплекса «ЛИРА-САПР»» [25]. Результаты подбора приведены в приложении Б.

## 2.5 Расчет (результаты расчета) по несущей способности

Сведем результаты подбора сечения, полученные в программном комплексе, в таблицу 9.

Таблица 9 – Подбор сечений элементов фермы из программы «ЛИРА-САПР»

Элементы фермы	Обозначение элемента в программном комплексе	Сечение
Верхний пояс	28, 27, 26, 1, 18, 29, 30, 31	□ 160 x 120 x 4
Нижний пояс	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	□ 120 x 120 x 4
Раскосы	2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3	□ 80 x 80 x 3

### Конструирование К-образного узла стропильной фермы

Для расчета принимаем узел верхнего пояса фермы. Схема узла представлена на рисунке 8.

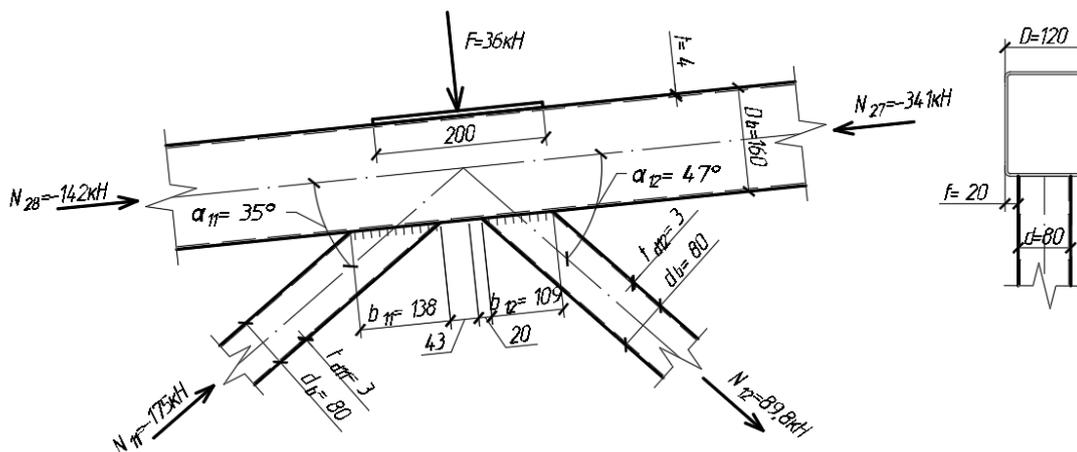


Рисунок 8 – К-образный узел верхнего пояса фермы

«Несущая способность пояса на продавливание от действия усилия в раскосе 11 при  $d / D = 80 / 120 = 0,67 < 0,9$  и при  $g_{11} / b_{11} = 43 / 138 = 0,31 > 0,25$  проверяется согласно [28] по формуле (5)

$$\frac{N_{11} \cdot f \cdot \sin \alpha_{11}}{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 \cdot (b_{11} + 2\sqrt{2 \cdot D \cdot f})} \leq 1, \quad (5)$$

где  $\gamma_d$  – коэффициент влияния знака усилия в примыкающем элементе, принимаемый равным 1 при сжатии и 1,2 при растяжении;

$\gamma_D$  – коэффициент влияния продольной силы в поясе, при растяжении равный 1, при сжатии и при  $N_{27} / (A_{27} \cdot R_y) = 341 / (21,35 \cdot 24) = 0,66 > 0,5$  определяется по формуле (6)» [28]

$$\gamma_D = 1,5 - \frac{N_{27}}{A_{27} \cdot R_y}, \quad (6)$$

$$\gamma_D = 1,5 - \frac{341}{21,35 \cdot 24} = 0,83.$$

Тогда по формуле (5) получаем

$$\frac{175 \cdot 2 \cdot \sin 35^\circ}{1 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 24 \cdot 0,4^2 \cdot (13,8 + 2\sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2})} = 2,28 > 1.$$

«Несущая способность пояса на продавливание не обеспечена. Принимаем сечение верхнего пояса 160x120x6 с  $A = 31,23 \text{ см}^2$  и с  $t = 6 \text{ мм}$ .  $\gamma_D = 1$ , так как  $N_{27} / (A_{27} \cdot R_y) = 341 / (31,23 \cdot 24) = 0,45$ .

$$\frac{175 \cdot 2 \cdot \sin 35^\circ}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,6^2 \cdot (13,8 + 2\sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2})} = 0,84 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность пояса на продавливание обеспечена.

Несущая способность пояса на вырывание от действия усилия в раскосе 12 при  $d / D = 80 / 120 = 0,67 < 0,9$  и при  $g_{12} / b_{12} = 20 / 109 = 0,18 < 0,25$  проверяется по формуле (7)

$$\frac{N_{12} \cdot (0,4 + \frac{1,8g_{12}}{b}) \cdot f \cdot \sin \alpha_{12}}{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot \gamma_D \cdot R_y \cdot t^2 \cdot (b + g_{12} + \sqrt{2 \cdot D \cdot f})} \leq 1, \quad (7)$$

$$\frac{89,8 \cdot (0,4 + \frac{1,8 \cdot 2}{10,9}) \cdot 2 \cdot \sin 47}{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,6^2 \cdot (10,9 + 2 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2})} = 0,34 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность пояса на вырывание обеспечена» [28].

«Так как  $d / D = 80 / 120 = 0,67 < 0,85$ , то несущая способность боковой стенки в плоскости узла в месте примыкания сжатого элемента не проверяется.

Несущая способность раскоса 11 вблизи примыкания к поясу следует проверять по формуле (8)

$$\frac{N_{11} \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot d/D - 0,1 \cdot d_b/t_d^{11}) \cdot D/t) \cdot \sin \alpha_{11}}{\gamma_c \cdot \gamma_d \cdot k \cdot R_y \cdot A_{11}} \leq 1, \quad (8)$$

где  $k = 1$ , так как  $4 \cdot \left(\frac{t}{D_b}\right)^2 - \frac{R_y}{E} = 4 \cdot \left(\frac{0,6}{16}\right)^2 - \frac{24}{2,06 \cdot 10^4} = 0,0044 > 6 \cdot 10^{-4}$ .

По формуле (7) получаем

$$\frac{175 \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 80/120 - 0,1 \cdot 80/3) \cdot 120/6) \cdot \sin 35^\circ}{1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 9,01} = 0,8 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность сжатого раскоса 11 вблизи примыкания к поясу обеспечена.

Несущая способность раскоса 12 вблизи примыкания к поясу определяется по формуле (8)

$$\frac{89,8 \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 80/120 - 0,1 \cdot 80/3) \cdot 120/6) \cdot \sin 47^\circ}{0,9 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 9,01} = 0,487 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность растянутого раскоса 12 вблизи примыкания к поясу обеспечена» [28].

«Сварка для присоединения раскосов к поясу – полуавтоматическая в нижнем положении, сварочная проволока марки СВ-08Г2С.

Прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 11 к поясу, проверяется согласно по формуле (9)

$$\frac{N_{11} \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot d/D - 0,1 \cdot d_b/t_d^{11}) \cdot D/t) \cdot \sin \alpha_{11}}{4 \cdot \beta_{f(z)} \cdot k_f \cdot d_b \cdot \gamma_c \cdot R_{wf(z)}} \leq 1, \quad (9)$$

где  $k_f$  – катет сварного шва,  $k_f^{max} = 1,2 \cdot t_d^{11} = 1,2 \cdot 3 = 3,6$  мм,  $k_f^{min} = 3$ , принимаем  $k_f = 3$  мм;

$R_{wf}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу шва,  $R_{wf} = 215$  МПа;

$R_{wz}$  – расчётное сопротивление сварного соединения по металлу границы сплавления,  $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 370 = 166,5$  МПа;

$\beta_f, \beta_z$  – коэффициенты проплавления шва,  $\beta_f = 0,9, \beta_z = 1,05$ » [28].

Определение расчётного сечения

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wy}} = \frac{0,9 \cdot 21,5}{1,05 \cdot 16,65} = 1,1 > 1,$$

следовательно, расчёт ведём по металлу границы сплавления.

$$\frac{175 \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 80/120 - 0,1 \cdot 80/3)) \cdot 120/6 \cdot \sin 35^\circ}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,3 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 16,65} = 1,04 > 1.$$

Условие не выполняется, прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 11 к поясу, не обеспечена. Принимаем сечение раскоса 80x4, тогда  $k_f^{\max} = 1,2 \cdot t_d^3 = 1,2 \cdot 5 = 4,8$  мм, принимаем  $k_f = 4$  мм. Тогда по формуле (9)

$$\frac{175 \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 80/120 - 0,1 \cdot 80/5)) \cdot 120/6 \cdot \sin 35^\circ}{4 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 16,65} = 0,84 < 1.$$

Условие выполняется, прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 11 к поясу, обеспечена.

«Прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 12 к поясу, проверяется по формуле (10).

$$\frac{N_{12} \cdot (1,06 + 0,014 \cdot D/t) \cdot \sin \alpha_{12}}{\beta_{f(z)} \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf(z)} \cdot \left( \frac{2d_b}{\sin \alpha_{12}} + d \right)} \leq 1. \quad (10)$$

Для раскоса 12  $k_f^{\max} = 1,2 \cdot t_d^3 = 1,2 \cdot 3 = 3,6$  мм,  $k_f^{\min} = 3$ , принимаем  $k_f = 3$  мм» [28].

$$\frac{89,8 \cdot (1,06 + 0,014 \cdot 120/6) \cdot \sin 47}{16,65 \cdot 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot \left(\frac{2 \cdot 8}{\sin 47} + 8\right)} = 0,62 < 1.$$

«Условие выполняется, прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 12 к поясу, обеспечена.

Местная устойчивость стенки верхнего пояса от действия сосредоточенной нагрузки F проверяется по формуле (11)

$$F \leq t^2 \cdot R_y \cdot \gamma_c \cdot \left(7,4 + 0,93 \cdot \sqrt{\frac{z}{t}}\right), \quad (11)$$

где z – ширина опорной плиты, z = 200 мм» [28].

$$36 \text{ кН} < 0,6^2 \cdot 24 \cdot 1 \cdot \left(7,4 + 0,93 \cdot \sqrt{\frac{20}{0,6}}\right) = 110,3 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, местная устойчивость стенки верхнего пояса от действия сосредоточенной нагрузки F = 36 кН обеспечена.

Конструирование и расчёт опорного узла стропильной фермы

Схема опорного узла представлена на рисунке 9.

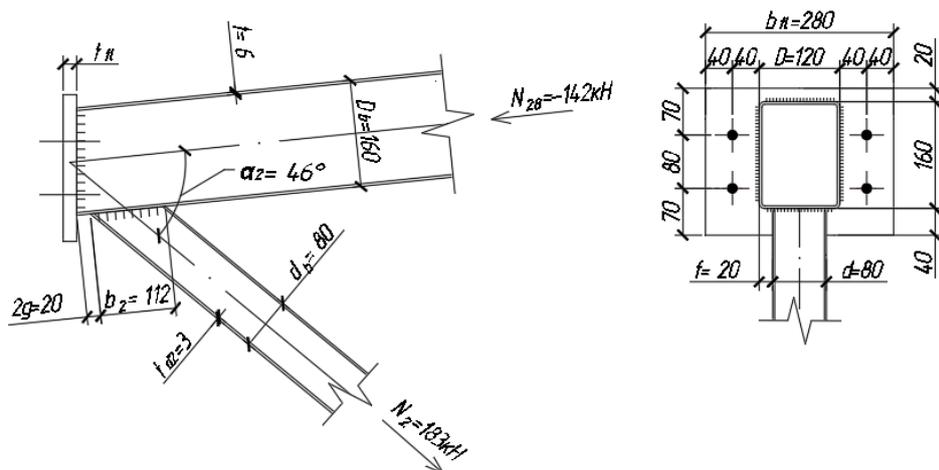


Рисунок 9 – Опорный узел фермы

«Несущая способность пояса на вырывание от действия усилия в раскосе 2 при  $d / D = 80 / 120 = 0,67 < 0,9$  и при  $g / b_1 = 10 / 112 = 0,14 < 0,25$  проверяется по формуле (6)» [28]:

$$\frac{183 \cdot (0,4 + \frac{1,8 \cdot 1}{8}) \cdot 2 \cdot \sin 46}{1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 0,6^2 \cdot (11,2 + 1 + \sqrt{2 \cdot 12 \cdot 2})} = 0,55 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность пояса на вырывание обеспечена.

«Несущая способность растянутого раскоса 2 вблизи примыкания к поясу определяется по формуле (8)» [28].

$$\frac{183 \cdot (1 + 0,01 \cdot (3 + 5 \cdot 80/120 - 0,1 \cdot 80/3) \cdot 120/6) \cdot \sin 46^\circ}{0,9 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 9,01} = 0,99 < 1.$$

«Условие выполняется, несущая способность раскоса 2 вблизи примыкания к поясу обеспечена.

Прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 2 к поясу, проверяется по формуле (9).  $k_f^{\max} = 1,2 \cdot t_d^2 = 1,2 \cdot 3 = 3,6$  мм,  $k_f^{\min} = 3$ , принимаем  $k_f = 3$  мм» [28].

$$\frac{183 \cdot (1,06 + 0,014 \cdot 120/6) \cdot \sin 46}{16,65 \cdot 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot (\frac{2 \cdot 8}{\sin 46} + 8)} = 1,23 > 1.$$

Прочность сварных швов не обеспечена. Принимаем сечение раскоса 80x4 с  $t_d^2 = 4$  мм, тогда  $k_f^{\max} = 1,2 \cdot t_d^2 = 1,2 \cdot 4 = 4,8$  мм, принимаем  $k_f = 4$  мм.

$$\frac{183 \cdot (1,06 + 0,014 \cdot 120/6) \cdot \sin 46}{16,65 \cdot 0,4 \cdot 0,9 \cdot 1,05 \cdot (\frac{2 \cdot 8}{\sin 46} + 8)} = 0,926 < 1.$$

Прочность сварных швов, прикрепляющих раскос 2 к поясу, обеспечена.

«Толщина опорного фланца определяется из условия исключения смятия его торца определяется по формуле (12)

$$\frac{1,2 \cdot V_{max}}{b \cdot t_{fl} \cdot R_p \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (12)$$

где  $R_p$  – расчётное сопротивление стали смятию,  $R_p = 361$  МПа;

$V_{max}$  – опорная реакция от действия всех нагрузок, полученная в программном комплексе «ЛИРА-САПР»,  $V_{max} = 109$  кН» [28].

$$t_{fl} = \frac{1,2 \cdot V_{max}}{b \cdot R_p \cdot \gamma_c} = \frac{1,2 \cdot 109}{22 \cdot 36,1 \cdot 1} = 0,16 \text{ см.}$$

Согласно рекомендациям толщина фланца принимается не менее 20мм, поэтому  $t_{fl} = 20$  мм.

«Проверка прочности угловых сварных швов, присоединяющих опорный фланец к элементу пояса, при их работе на срез выполняется по формуле (13)

$$\frac{1,2 \cdot V_{max}}{2 \cdot \beta_{f(z)} \cdot k_f \cdot \gamma_c \cdot R_{wf(z)} \cdot l_w} \leq 1, \quad (13)$$

где  $l_w$  – расчётная длина сварного шва,  $l_w = 16-1 = 15$  см;

$k_f^{max} = 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 6 = 7,2$  мм, принимаем  $k_f = 5$  мм;

$l_w = 15 \text{ см} < 85 \cdot \beta_f \cdot k_f = 85 \cdot 0,9 \cdot 0,5 = 38,25 \text{ см}$ » [28].

$$\frac{1,2 \cdot 109}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 16,65 \cdot 15} = 0,499 < 1.$$

Условие выполняется, прочность сварных швов, присоединяющих опорный фланец к элементу пояса, обеспечена.

Конструирование и расчёт монтажного узла нижнего пояса фермы.

Схема укрупнительного узла фермы представлена на рисунке 10.

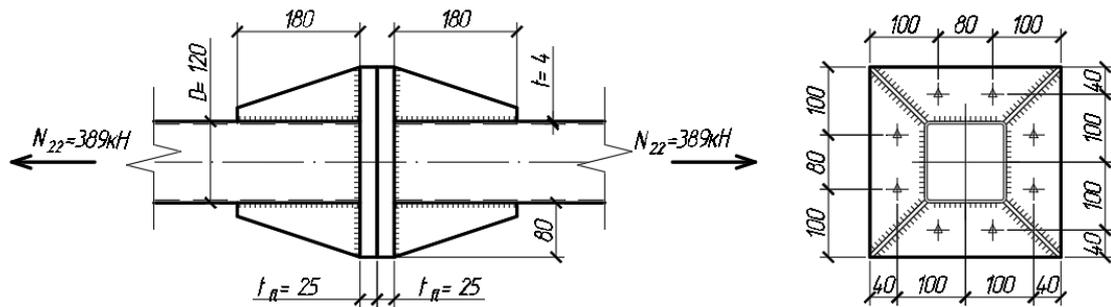


Рисунок 10 – Монтажный узел нижнего пояса фермы

«Соединение отправочных марок фермы выполняется на болтах М24 с контролируемым натяжением по моменту закручивания» [28].

«Расчётное усилие растяжения болтов фланцевого соединения определяется по формуле (14)

$$V_p = R_{bh} \cdot A_{bn}, \quad (14)$$

где  $R_{bh}$  – расчётное сопротивление растяжению высокопрочного болта,  $R_{bh} = 755$  МПа;

$A_{bn}$  – площадь сечения болта по резьбе,  $A_{bn} = 3,53$  см<sup>2</sup> для болта М24.

$$V_p = 75,5 \cdot 3,53 = 266,51 \text{ кН.}$$

Расчётное усилие предварительного натяжения болтов фланцевого соединения равно:  $V_0 = 0,9 \cdot V_p = 0,9 \cdot 266,51 = 239,86$  кН.

Прочность фланцевого соединения при  $20 \text{ мм} < t_{fl} = 25 \text{ мм} < 40 \text{ мм}$  проверяется по формуле (15)

$$N_9 \leq n \cdot k_2 \cdot V_p, \quad (15)$$

где  $n$  – количество болтов,  $n = 8$  шт.;

$k_2$  – коэффициент, равный 0,85 при  $t_{fl} = 25 \text{ мм}$ » [24].

$$341,65 \text{ кН} < 8 \cdot 0,85 \cdot 266,51 = 1812,27 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, прочность фланцевого соединения обеспечена.

«Прочность фланцевого соединения на действие поперечной силы проверяется по формуле (16)

$$Q \leq \mu \cdot n \cdot V, \quad (16)$$

где  $\mu$  – коэффициент трения,  $\mu = 0,42$  при газопламенной обработке;

$V$  – контактное усилие,  $V = 0,1 \cdot B_0 = 0,1 \cdot 266,51 = 26,65 \text{ кН}$ ;

$Q$  – условная поперечная сила, равная» [24].

$$Q = 0,1 \cdot \mu \cdot N_{22} = 0,1 \cdot 0,42 \cdot 389 = 16,34 \text{ кН,}$$

$$16,34 \text{ кН} < 0,42 \cdot 8 \cdot 26,65 = 89,54 \text{ кН.}$$

Условие выполняется, прочность фланцевого соединения на действие поперечной силы обеспечена.

«Прочность сварных швов по металлу шва проверяется по формуле (17).

$$\frac{N_{22}}{\beta_f \cdot (k_f + 2 \text{ мм}) \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (17)$$

где  $l_w$  – расчётная длина сварных швов,

$$l_w = 4 \cdot (11-1) + 2 \cdot 4 \cdot (11,6 - 1) = 124,8 \text{ см};$$

$V$  – контактное усилие,  $V = 0,1 \cdot B_0 = 0,1 \cdot 266,51 = 26,65 \text{ кН}$ .

Так как  $k_f^{\max} = 1,2 \cdot t = 1,2 \cdot 4 = 4,8 \text{ мм}$ , принимаем  $k_f = 4 \text{ мм}$ »[28].

$$\frac{389}{0,9 \cdot (0,4 + 0,2) \cdot 124,8 \cdot 21,5 \cdot 0,9} = 0,3 < 1.$$

Прочность сварных швов по металлу шва обеспечена. «Прочность сварных швов по металлу границы сплавления проверяется по формуле (18)» [28]:

$$\frac{N_{22}}{\beta_z \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (18)$$

$$\frac{389}{1,05 \cdot 0,4 \cdot 124,8 \cdot 16,65 \cdot 0,9} = 0,49 < 1.$$

Прочность сварных швов по металлу границы сплавления обеспечена.

Таблицы с результатами проверок элементов и окончательно принятыми сечениями приведены в приложении Б.

Выводы по разделу

В рамках расчётно-конструктивного раздела были успешно решены поставленные задачи:

- Разработана расчётная схема стропильной фермы пролётом 24 метра.
- Выполнен сбор и анализ всех действующих нагрузок (постоянных и временных).
- Проведён статический расчёт в программном комплексе «ЛИРА-САПР» с определением усилий в элементах конструкции.
- Произведён подбор сечений элементов фермы с учётом всех действующих нагрузок.
- Выполнены расчёты и конструирование основных узлов (К-образного, опорного и монтажного).
- Проверены прочность и устойчивость всех элементов конструкции.
- Проведена проверка фермы по жёсткости, которая подтвердила соответствие конструкции нормативным требованиям.

В результате проведённых расчётов разработана надёжная и экономичная конструкция стропильной фермы, полностью отвечающая требованиям современных строительных норм и правил. Все расчёты выполнены с необходимой точностью, что подтверждается соответствием полученных результатов поставленным целям и задачам раздела.

### **3. Технология строительства**

#### **3.1 Область применения**

Производственно-технологическая документация представлена в виде детальной карты монтажа конструктивных элементов покрытия для производственного комплекса по изготовлению шоколадных изделий.

Монтажный комплекс работ включает установку стальных ферм, которые изготовлены из гнутых замкнутых сварных профилей повышенной прочности, системы металлических связей, обеспечивающей пространственную жёсткость конструкции, прогонной системы, выполненной из прокатных швеллеров №24, а также кровельного покрытия из современных сэндвич-панелей.

Область применения данной технологической карты охватывает процесс нового строительства на территории особой экономической зоны, расположенной по улице Тихая в городе Оренбург. Документация разработана с учётом специфики регионального строительства и современных требований к промышленным объектам пищевого производства.

Техническое решение предусматривает чёткую последовательность монтажных операций, что гарантирует высокое качество выполнения работ и соответствие всем строительным нормативам.

Разработанная технологическая карта является основополагающим документом, регламентирующим все этапы монтажа конструктивного покрытия и обеспечивающим эффективное выполнение строительных работ на объекте. «Цель создания технологической карты – описать последовательность технологических процессов при монтаже конструкций покрытия.

Применение технологической карты позволит повысить производительность труда, обеспечить безопасность на стройплощадке, улучшить качество строительства и сократить сроки возведения объекта» [27].

## **3.2 Организация и технологии выполнения работ**

### **3.2.1 Требование законченности предшествующих работ**

«Прежде чем приступить к монтажу элементов покрытия, необходимо:

- обустроить стройплощадку индивидуальными и коллективными средствами защиты работающих;
- выполнить ограждение с указателями и знаками;
- обустроить площадки под складирование конструкций и материалов, подготовить площадки для работ машин, установить бытовые и подсобные помещения, выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей, внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей» [10];
- «доставить в зону монтажа необходимые монтажные приспособления, оснастку, инструменты, конструкции и провести их входной контроль;
- произвести укрупнительную сборку» [27];
- «нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей» [17].

### **3.2.2 Определение объемов работ**

«Для того чтобы смонтировать покрытие необходимо:

- разгрузить, сложить и отсортировать элементы, которые будут монтироваться;
- собрать фермы;
- смонтировать ферм покрытия;
- установить в проектное положение связевых блоков;
- установить в проектное положение прогонов;
- установить в проектное положение кровельных сэндвич-панелей» [10].

Перечень монтируемых элементов представлен в таблице В.1 приложения В

### 3.2.3 Выбор приспособлений и механизмов

«Выбор монтажного крана производят на основании требуемых параметров:

- требуемая высота подъема крюка ( $H_{тр}$ , м);
- грузоподъемность ( $Q_{тр}$ , т);
- вылет стрелы ( $l_{тр}$ , м)» [6].

«Для расчета и подбора грузоподъемного крана вначале составим ведомость грузозахватных приспособлений, которая приведена» [8], таблица В.2 приложения В

Рассчитаем характеристики крана, используя представленную на рисунке В.1 приложения В схему.

«Требуемая грузоподъемность определяется по формуле (18)

$$Q_{тр} = Q_{э} + Q_{пр} + Q_{гр}, \quad (18)$$

где  $Q_{э}$  – масса монтируемого элемента (максимального), т;

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

$Q_{гр}$  – масса грузозахватного устройства, т.» [8]

$$Q_{тр} = 2,92 + 0,513 = 3,433 \text{ т.}$$

С учетом 20% грузоподъемность должна составлять 4,12 т.

«Требуемая высота подъема крюка определяется по формуле (19)

$$H_{к} = h_0 + h_з + h_э + h_{ст}, \quad (19)$$

где  $h_0$  – превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана, м;

$h_з$  – запас по высоте между низом элемента и верхом опоры, принимается не менее 1 м;

$h_э$  – высота элемента в монтажном положении, м;

$h_{ст}$  – высота строповки, то есть высота от верха монтируемого элемента до центра крюка крана, м.» [8]

$$H_k = 13,34 + 1 + 0,12 + 4,5 = 18,96 \text{ м.}$$

«Определим оптимальный угол наклона стрелы крана к горизонту по формуле (20)

$$\tan \alpha = \frac{2(h_{\text{ст}} + h_{\text{п}})}{b_1 + 2S} \quad (20)$$

где  $h_{\text{п}}$  – длина грузового полиспада крана (~5 м.)

$b_1$  – длина или ширина сборного элемента» [8]

$$\tan \alpha = \frac{2(4,5 + 5)}{24 + 2 \cdot 1,5} = 0,7$$

$$\alpha = 35^\circ$$

«Определим длину вылета стрелы без гуська по формуле (21)

$$L_c = \frac{H_k + h_{\text{п}} - h_c}{\sin \alpha}, \text{ м,} \quad (21)$$

где  $h_c$  – расстояние от оси крепления стрелы до уровня стоянки крана» [8]

$$L_c = \frac{18,96 + 5 - 1,5}{0,57} = 39,4 \text{ м}$$

«Определим вылет крюка по формуле (22).

$$L_k = L_c \cdot \cos \alpha + d, \text{ м,} \quad (22)$$

$$L_k = 39,4 \cdot 0,8 + 1,5 = 33,02$$

При монтаже крайних плит покрытия, ряда параллельных элементов с одной стороны стоянки крана необходимо поворачивать стрелу в горизонтальной плоскости. При повороте изменяется вылет, длина и угол наклона стрелы при заданной высоте подъема крюка.

Определим угол поворота стрелы в горизонтальной плоскости по формуле (23).

$$\tan \varphi = \frac{D}{L_{\text{к}}}, \quad (23)$$

где  $D$  – горизонтальная проекция отрезка от оси пролета здания до центра тяжести установленного элемента.» [8]

$$\tan \varphi = \frac{6}{33,02} = 0,18,$$

$$\varphi = 10^\circ$$

«Определим проекцию на горизонтальную плоскость длины стрелы крана в повернутом положении по формуле (24)» [8].

$$L_c = \frac{L_{\text{к}}}{\cos \varphi} - d, \quad (25)$$

$$L_c = \frac{33,02}{0,98} - 1,5 = 32,19 \text{ м.}$$

«Величина  $H_{\text{к}} - h_c$  в процессе монтажа остается постоянной, поэтому определяют угол наклона стрелы крана в повернутом положении по формуле (26).

$$\tan \alpha_{\varphi} = \frac{H_{\text{к}} - h_c + h_{\text{п}}}{L_{\text{с.}\varphi}}, \quad (26)$$

где  $\alpha_{\varphi}$  – угол наклона стрелы к горизонту в новом, повернутом положении, град.» [8]

$$\tan \alpha_{\varphi} = \frac{18,96 - 1,5 + 5}{32,19} = 0,7,$$

$$\alpha_{\varphi} = 35^\circ$$

«Определим наименьшую длину стрелы крана при монтаже крайней плиты покрытия по формуле (9)» [8]:

$$L_{c.\varphi} = \frac{L_{c.\varphi}}{\cos \alpha_{\varphi}}, \text{ м}$$

$$L_{c.\varphi} = \frac{32,19}{0,82} = 39,25 \text{ м,}$$

«Вылет крюка в повернутом положении крана определяется по формуле (27).

$$L_{к.ф} = L_{c.\varphi} + d, \text{ м,} \quad (27)$$

Так как монтаж всех конструкций осуществляется одним краном, то его подбор осуществляется с учётом наиболее тяжёлых и удалённых конструкции» [8]. Технические характеристики стрелового самоходного крана приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики стрелового самоходного крана

«Наименование монтируемого элемента	Масса элемента, $Q$ , т	Высота подъема крюка $H$ , м		Вылет крюка $L_{к.}$ , м		Длина стрелы $L_{с.}$ , м	Грузоподъемность крана, т» [8]	
		$H_{max}$	$H_{min}$	$L_{max}$	$L_{min}$		$Q_{max}$	$Q_{min}$
Самый тяжелый элемент – балка составной двутавр	2,92	52	11,5	48	8	48	100	1,1

«На основании найденных параметров по графикам грузоподъемности, вылета и высоты подъема крюка подбираем кран, рабочие параметры которого равны или несколько больше требуемых» [8].

Для реализации строительного-монтажных работ по возведению производственного здания осуществляется подбор грузоподъемной техники.

В качестве основного подъёмного механизма выбран современный самоходный стреловой кран модели Liebherr LTM 1100 4.1, обладающий оптимальными техническими параметрами для выполнения поставленных задач.

Эксплуатационные характеристики данной крановой установки подробно представлены на рисунке В.2 приложения В [6]. Выбор данной модели обусловлен её высокими технико-экономическими показателями и способностью эффективно решать задачи по монтажу строительных конструкций на объекте.

Применение данного подъёмного оборудования обеспечит высокую производительность монтажных работ и безопасность производственного процесса при возведении здания.

### **3.2.4 Методы и последовательность производства работ**

«Монтаж конструкций покрытия здания предприятия включает в себя несколько этапов:

- разгрузка, хранение и сортировка элементов, которые будут устанавливаться;
- сборка ферм в более крупные конструкции;
- определение мест, где будут установлены фермы;
- прикрепление к фермам тросов (строповка);
- подготовка опорных площадок;
- установка и временная фиксация ферм;
- проверка правильности установки и окончательная фиксация ферм в нужном положении;
- установка связевых блоков, прогонов и кровельных сэндвич-панелей в соответствии с проектом» [10].

«Укрупнительная сборка ферм производится на передвижном стенде, позволяющем закреплять конструкции и осуществлять их выверку и рихтовку в процессе сборки. Сборная площадка для укрупнительной сборки в которой

располагается стенд и стационарные стеллажи с отправочными марками ферм находится внутри здания под монтажным краном» [10].

«Металлические фермы, поставляемые на монтаж, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий и рабочих чертежей. Исполнительными рабочими чертежами должны быть чертежи КМД» [9]. «В соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [17] необходимо завести Журнал по монтажу 38 строительных конструкций. Помимо Журнала составляются акты освидетельствования скрытых работ. Приемка конструкций производится с составлением соответствующих актов» [9].

Монтажные работы по установке стальных конструкций покрытия производственного комплекса по изготовлению шоколадных изделий выполняются с применением высокотехнологичного подъёмного оборудования — самоходного стрелового крана Liebherr LTM 1100 4.1.

Траектория перемещения грузоподъёмной техники организована вдоль строительной площадки по специально подготовленной траектории, проходящей параллельно основному зданию на строго регламентированном расстоянии 14 метров от наружной стены. Технологическая схема предусматривает последовательную остановку крана в определённых точках, которые детально обозначены на монтажном чертеже в соответствии с планом производства работ.

Такой подход к организации монтажных операций обеспечивает максимальную эффективность подъёмных работ и соблюдение всех требований техники безопасности при возведении конструктивных элементов покрытия.

«Процесс монтажа ферм включает:

- подачу конструкций к месту монтажа,
- подготовку их к подъёму,
- строповку,
- подъём и установку на опоры,

- выверку и временное закрепление,
- окончательное закрепление в проектном положении» [10].

Складское размещение металлических связей и прогонов организуется в специально выделенной зоне рабочей площадки, находящейся в пределах радиуса действия монтажного крана. Технологическая схема складирования детально отображена на иллюстративном материале рисунок В.3 приложения В.

Монтажные операции по установке данных конструктивных элементов выполняются с применением специализированного грузозахватного оборудования — двухветвевое стропа модели 2СК, обеспечивающего надёжное крепление и безопасную транспортировку.

Последовательность монтажа связей и прогонов реализуется согласно проектным требованиям в синхронном режиме с установкой стропильных ферм. Данная технологическая необходимость обусловлена потребностью оперативного закрепления ферменного элемента в проектном положении и последующего освобождения от грузозахватного приспособления после завершения подъёма.

Методика строповки прогонов, включая схему расположения грузозахватных устройств, наглядно продемонстрирована на графическом материале рисунок В.4 приложения В. Такой подход к организации монтажных работ обеспечивает высокую производительность и безопасность производственного процесса при возведении кровельной конструкции. «После того как монтажным краном устанавливают очередную стропильную ферму, переходят к следующему этапу работ. Сначала поднимают 3–4 прогона, которые необходимы для обеспечения устойчивости фермы и её расстроповки. Это делается с помощью монтажного крана. Только после этого устанавливают все остальные прогоны и связи.

Уголки, прикреплённые к пластинам, приваренным к верхнему поясу фермы, используются для крепления прогонов к поясам ферм. При монтаже

прогоны устанавливаются на пластину вплотную к перу уголка и закрепляются болтами.

Соединительные детали помогают крепить связи к фермам и между собой» [10].

«Организация и технология выполнения работ при монтаже кровельных сэндвич-панелей.

Для правильного хранения сэндвич-панелей необходимо:

- разместить пачки с панелями на площадке проветривания пакетов;
- сделать наклон, чтобы вода могла стекать;
- накрыть пачки с панелями брезентом;
- оставить низ открытым для циркуляции воздуха» [2].

На рисунке В.6 приложения В представлена схема складирования сэндвич-панелей.

Прежде чем приступать к строповке сэндвич-панели, нужно тщательно её осмотреть. «Затем необходимо удалить утеплитель с места подрезки свеса кровли, в том числе из гофр. Если есть необходимость, выступающие части утеплителя можно убрать деревянным скребком» [10].

«Сэндвич-панели монтируются с использованием вакуумного захвата. Чтобы смонтировать сэндвич-панель, нужно выполнить следующие действия:

- перед каждым захватом груза необходимо проверять резиновый уплотнительный профиль на вакуумной присоске на наличие трещин и других повреждений. Наличие трещин и других повреждений (надрывов, порезов и т. п.) не допускается, в этом случае необходимо заменить уплотнительный профиль.

- перед каждым захватом груза необходимо проверять чистоту и отсутствие масляных загрязнений фрикциона вакуумной присоски и очистить его в случае необходимости. Для очистки следует использовать жидкость для обезжиривания, безопасную для применения на резинотехническом изделии.

- перед работой необходимо зарядить АКБ вакуумного захвата (согласно РЭ). слить воду из ресивера и фильтра.
- необходимо проверить работу устройств звукового и светового предупреждения при уровне вакуума ниже -0.60 бар.
- необходимо проверить раму вакуумного захвата на наличие трещин, разрывов, замятий. В случае их обнаружения работа таким захватом запрещена.
- перед захватыванием груза необходимо очистить поверхность груза от загрязнений, воды, снега и льда. В зимний период на рабочем месте должны быть предусмотрены инструменты для безопасного и не повреждающего поверхность груза удаления снега и льда (например, пластиковый или деревянный скребок).
- перед каждым подъемом необходимо проверить наличие фиксаторов и их положение согласно РЭ.
  - к краям панелей привязывают капроновые тросы, чтобы стабилизировать панель при переносе к месту монтажа;
  - панель поднимают краном и переносят к месту монтажа;
  - край панели выравнивают с торцом здания;
  - свес панели выставляют на расстояние, указанное в проекте;
  - параллельность торцевой кромки панели с осью здания проверяют, натягивая шнур по коньку;
  - между панелями в замковом соединении оставляют зазор в 1–1,5 мм, чтобы избежать выпучивания;
  - место сверления накернивают и закрепляют панель саморезами к прогонам» [2].

Монтаж следующей панели осуществляется по схеме, представленной на рисунке В.5 приложения В.

### 3.3 Требования к качеству и приемке работы

«Во время проведения монтажных работ осуществляется постоянный производственный контроль качества, который включает в себя три компонента.

- входной контроль;
- операционный контроль;
- приемочный контроль смонтированных конструкций.

Качество материалов, используемых в строительстве, проверяется на постоянной основе. Этот процесс включает в себя контроль со стороны строительной лаборатории и мастеров или бригадиров» [10].

«При входном контроле необходимо предусмотреть проверку соответствия конструкций и изделий проектной и рабочей документации. Для контроля должны быть представлены технические паспорта, сертификаты на металлические изделия и конструкции и другие документы, указанные в проекте» [9].

«Материалы должны отвечать требованиям технических условий и нормативной документации. Для этого проводится выборочная проверка каждой партии материалов, поступающих на строительную площадку. Если обнаруживаются дефекты, повреждения или несоответствие материалов нормативным документам, партия признаётся бракованной и отправляется обратно поставщику.

Результаты проверки качества материалов, которые используют в работе, должны быть записаны в протоколах испытательных лабораторий и в журналах производства организации, которая выполняет строительномонтажные работы.

Во время операционного контроля проверяют, соблюдаются ли нормативные требования и технология монтажа конструкций, а также насколько правильно выполняется проект производства работ» [27].

Операционный контроль монтажа ферм представлен в таблице В.3 приложения В

«Предельные отклонения размеров конструкций при сборке не должны превышать допустимых величин» [27]. В таблице В.4 приложения В приведены допустимые отклонения.

«Отклонения в размерах и положении смонтированных конструкций от проектных не должны превышать допускаемых величин, установленных строительными нормами и правилами для разного рода конструкций, а также специальными требованиями, оговоренными в проекте сооружения или в проекте производства монтажных работ» [10] указанных в таблице В.5 приложения В.

«Работы, которые в процессе стандартного строительного производства становятся недоступны после начала других работ, оцениваются по актам освидетельствования скрытых работ.

Работы, результаты которых влияют на эксплуатационные характеристики объекта и его безопасность, оцениваются по актам освидетельствования ответственных конструкций» [27].

«Для создания пространственной жесткости, согласно инструкции, на монтаж сборных железобетонных конструкций промышленных зданий, монтаж каркаса предлагается вести тремя потоками:

- 1 поток - монтаж колонн, подкрановых балок;
- 2 поток - монтаж стропильных ферм и плит покрытия;
- 3 поток - монтаж фахверка и стеновых панелей» [10].

«Дефекты и отклонения от проекта, обнаруженные при осмотре стыков конструкций, стен и кровель из сэндвич-панелей, примыканий, необходимо исправить до монтажа последующих смежных или вышележащих конструкций» [5].

«Законченный каркас принимают после тщательного осмотра, обращая особое внимание на болтовые соединения, последовательность монтажа и правильность установки элементов» [5].

«Работы считаются завершёнными после подписания генподрядчиком, подрядчиком и заказчиком актов исполнительной документации» [27].

### **3.4 Потребность в материально технических ресурсах**

Перечень необходимых для монтажа конструкций машин, механизмов, оборудования, инструментов и приспособлений приведён в таблице В.6 приложения В

### **3.5 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность**

При монтаже конструкций необходимо следовать требованиям основной нормативной документации:

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [14];
- СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство» [15];
- СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений [19].

#### **3.5.1 Безопасность труда**

«При монтаже ферм должны соблюдаться следующие требования:

- сборка и монтаж ферм должны производиться под руководством инженерно-технологического персонала;
- при монтаже ферм монтажный кран должен поддерживать их до полного их временного закрепления;
- рабочие места газосварщиков должны располагаться на расстоянии не менее 10 м от газогенераторов и не менее 5 м от баллонов с кислородом, горючими газами. В дождливую погоду или при снегопаде запрещается проводить сварочные работы на открытом воздухе без навеса;
- все монтажные механизмы должны и приспособления тщательно проверяются, а стропы и тросы испытываются» [10].

«Зоны постоянно действующих опасных производственных факторов:

- места вблизи от неизолированных токоведущих частей электроустановок;
- места вблизи от не огражденных перепадов по высоте 1,3 м и более;
- места, где возможно превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

К зонам потенциально опасных производственных факторов следует относить:

- участки территории вблизи строящегося здания (сооружения);
- мобильные зоны (передвижение техники);
- места, над которыми происходит перемещение грузов кранами» [18].

### **3.5.2 Пожарная безопасность**

«Для обеспечения пожарной безопасности необходимо:

- чтобы предотвратить пожары, необходимо регулярно проводить инструктаж и строго следовать правилам пожарной безопасности;
- рабочие места должны быть оснащены средствами пожаротушения: огнетушителями, ящиками с песком, бочками с водой, вёдрами, ломami, топорами, лопатами, баграми;
- оборудование для тушения пожаров должно быть исправно;
- подходы к средствам пожаротушения должны быть свободны и обозначены соответствующими знаками;
- каждый сотрудник должен знать свои обязанности при пожаре и уметь пользоваться средствами пожаротушения, а также оперативно сообщать о возгорании в пожарную службу;
- горючие материалы нельзя хранить на стройплощадках. Их следует держать в безопасном месте, например, в закрытых металлических контейнерах;
- сушить одежду и обувь можно только в специально предназначенных для этого помещениях, зданиях или сооружениях с центральным отоплением или водяными калориферами. Устанавливать

сушилки в тамбурах, коридорах и других помещениях рядом с выходами из зданий запрещено;

– для курения должны быть отведены специальные места, оснащённые урнами, ящиками с песком и бочками с водой» [19].

### **3.5.3 Экологическая безопасность**

Обеспечение экологической безопасности на строительной площадке при возведении промышленного «должна осуществляться на основе следующих принципов:

– соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;

– обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;

– научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;

– презумпция экологической опасности, планируемой хозяйственной и иной деятельности;

– обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

– приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;

– обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду» [30].

## **3.6 Техничко-экономические показатели**

### **3.6.1 Калькуляция затрат труда и машинного времени**

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по сборникам Государственных элементных сметных норм (ГЭСН). Нормы в ГЭСН приводятся в чел.-ч и маш.-ч.

Трудоемкость  $i$ -го вида работ для запыления в ведомость затрат труда и машинного времени рассчитывается по формуле (28)

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8}, \text{ чел. - дн. (маш. - см)}, \quad (28)$$

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

$V$  – объем работ, определен в разделе 2, выраженных в натуральных единицах измерений ( $m^2$ ;  $m^3$ ; шт.; т...);

8 – продолжительность смены, ч.

Для определения состава звена состава звена необходимо обратиться к сборникам Единых норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР)» [8].

Ведомость затрат труда и машинного времени представлена в таблице В.7.

### 3.6.2 График производства работ

«График состоит из технологической части, в которой указывается наименование работ, единицы измерения, объемы работ, трудозатраты, количество смен, состав звена, продолжительность выполнения работ и графической части, разработанной, как правило, в виде линейной модели, в которой указывается месяц выполнения работ, календарные и рабочие дни.

Продолжительность выполнения  $i$ -й работы определяется по формуле (29)

$$T = \frac{T_p}{n \cdot k}, \text{ дни}, \quad (29)$$

где  $T_p$  – трудоемкость  $i$ -й вида работ (чел.-дн.), определенная по формуле 1;

$n$  – численность рабочих в смену;

$k$  – число смен работы звена (бригады)» [8].

### 3.6.3 Техничко-экономические показатели

«Общая сумма затрат труда:

– рабочих 586,11 чел-дн;

– машинного времени 56,84 маш-см.

Длительность работы – 38 дней.

Максимальное число рабочих – 30 человек.

Среднее число рабочих – 25 человека.

Выработка одного рабочего в смену – 0,27 т/чел-дн.

Затраты труда на единицу объема работ – 3,7 чел-дн/т.» [8].

Выводы по разделу

В данном разделе представлен комплексный анализ современных строительных технологий, применяемых при монтаже конструктивного покрытия промышленного объекта.

В ходе исследования был детально проанализирован и систематизирован объём строительно-монтажных работ, включающий все этапы возведения кровельной конструкции. Осуществлён обоснованный подбор технологического оборудования и специализированных монтажных приспособлений, обеспечивающих эффективное выполнение производственных операций.

Разработана оптимизированная методика производства работ, включающая чёткую последовательность технологических операций, направленных на достижение максимальной производительности при соблюдении всех требований безопасности. Особое внимание уделено качественному контролю на всех этапах монтажа, установлены строгие критерии приёмки выполненных работ.

Проведена детальная оценка ресурсного обеспечения проекта, включающая расчёт потребности в строительных материалах, технических средствах и человеческом ресурсе.

Разработан многоуровневый комплекс мер по обеспечению безопасных условий труда, охватывающий систему охраны труда, противопожарные мероприятия и соблюдение экологических нормативов.

Выполнен всесторонний анализ технико-экономических показателей проекта, позволяющий оценить эффективность выбранных технологических решений и оптимизировать затраты на строительство.

Представленный материал формирует полноценную основу для успешной реализации монтажных работ с соблюдением всех современных требований к качеству и безопасности строительства.

## **4 Организация строительства**

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

Перечень работ определяется в соответствии с архитектурно-строительными чертежами. «В номенклатуру входят все работы, которые необходимо выполнить для строительства и сдачи заказчику отдельного здания, включая: подготовительные работы, работы нулевого цикла, возведение надземной части, устройство кровли, внутреннюю и наружную отделку, электромонтажные и санитарно-технические работы, благоустройство территории и неучтенные работы» [8].

«При определении объемов работ единицы измерения должны соответствовать единицам измерения, взятых из Государственных элементов сметных норм (ГЭСН)» [8]. Расчеты приведены в таблице Г.1 приложения Г.

### **4.2 Определение потребности в строительных материалах, изделиях и конструкциях**

«После подсчета объемов строительно-монтажных работ необходимо подсчитать потребность в строительных материалах, изделиях и конструкциях. Потребность в этих ресурсах определяется на основании ведомости объемов работ, а также производственных норм расхода строительных материалов» [8].

Ведомость потребности в материалах, изделиях и конструкциях приведены в таблице Г.2 приложения Г.

### **4.3 Подбор машин и механизмов для производства работ**

Подбор крана и механизмов произведен в разделе «Технология строительства».

Определим потребность в других строительных машинах и механизмах для этого составим таблицу Г.3 приложения Г.

### **4.4 Определение требуемых затрат труда и машинного времени**

«Требуемые затраты труда и машинного времени определяются по сборникам Государственных элементных сметных норм (ГЭСН). Нормы в ГЭСН приводятся в чел.-ч и маш.-ч.

Трудоемкость  $i$ -го вида работ для запыления в ведомость затрат труда и машинного времени рассчитывается по формуле (28)

Для определения состава звена состава звена необходимо обратиться к сборникам Единых норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР)» [8].

Ведомость затрат труда и машинного времени представлена в таблице Г.4 приложения Г.

### **4.5 Разработка календарного плана производства работ**

#### **4.5.1 Определение нормативной продолжительности строительства**

«Нормативная продолжительность строительства определяется в составе ПОС по укрупненным нормативам СНиП 1.04.03-85\* [16] в зависимости от назначения здания, общей площади (или объема) здания, материала несущих конструкций, характерного показателя (объема здания, площадь здания, этажность здания, вид материала, наружных стен и т.д.)

Продолжительность строительства объектов, общая площадь которых отличается от приведенных в норма и находится в интервале между ними,

определяется интерполяцией, а за пределами максимальных и минимальных значений норм – экстраполяцией» [8].

«Согласно п 17 СНиП 1.04.03-85\* [16] методом линейной интерполяции можно определить нормативную продолжительность строительства кондитерской фабрики мощностью производства 7 т/год. Для зданий производства 5 т/год и 10 т/год нормативная продолжительность составляет 22 и 25 месяцев

– Продолжительность строительства на единицу прироста общего объема равна:

$$\frac{25 - 18}{10 - 5} = 0,6 \text{ мес. ;}$$

– прирост общего объема равен

$$7 - 5 = 2 \text{ т/год ;}$$

– продолжительность строительства с учетом интерполяции

$$T_1 = 0,6 \cdot 2 + 22 = 23,2 \text{ мес.} \text{» [8]}$$

#### **4.5.2 Разработка календарного плана производства работ, графика движения трудовых ресурсов**

«Календарный план в составе ППР вычерчивается в виде линейной модели.

Календарный график составляется на основе ведомости затрат труда и машинного времени. При разработке линейного календарного графика в составе ППР необходимо соблюдать ряд принципов:

– продолжительность не должна превышать нормативного или директивного срока строительства;

– при календарном планировании должна быть соблюдена технологическая последовательность производства работ;

– равномерное и непрерывное использование материально-технических и людских ресурсов;

- не должно быть простоев при строительстве;
- работы с применением крана, как правило, ведутся в 2 смены;

Работы без применения машин ведутся преимущественно в одну смену, но при больших трудозатратах работы также рекомендуется выполнять в 2 смены;

- при трудоемкости работ более 60 чел.-дн. работу желательно выполнять в 1 смену;
- максимальное совмещение работ;
- все работы должны быть пронумерованы по порядку;
- под календарной линейкой вычерчивается порядковая линейка.
- оптимизацию календарного графика и графика движения рабочих можно производить смещением работ, изменением количества рабочих и сменности в звене, неучтенными работами.

На основании линейного календарного графика строго под ним вычерчивается график движения рабочих каждый день, который строится путем суммирования количества рабочих каждый день» [8].

«Продолжительность выполнения  $i$ -й работы определяется по формуле (29)» [8].

В графической части, размещённой на листе формата А1, систематизированы ключевые показатели строительного производства.

Центральным элементом является календарный план реализации строительно-монтажных работ, наглядно демонстрирующий последовательность производственных операций и их временные рамки.

Дополнительно представлены аналитические материалы, включающие динамический график распределения трудовых ресурсов на объекте, что позволяет оптимизировать загрузку персонала и эффективно управлять человеческими ресурсами.

Особое внимание уделено машинно-техническому обеспечению строительства — разработан детальный график задействования основных

строительных машин и механизмов, учитывающий интенсивность их использования на различных этапах возведения объекта.

Важным компонентом документации выступает логистический график поставок основных строительных материалов, готовых конструкций и технологических изделий, обеспечивающий бесперебойное снабжение строительной площадки необходимыми ресурсами в соответствии с производственным планом.

## **4.6 Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях**

### **4.6.1 Расчет и подбор временных зданий**

«Временные здания необходимы для обеспечения производственных и хозяйственно-бытовых нужд на стройплощадке. По своему назначению временные здания подразделяются:

- на производственные;
- административные;
- санитарно-бытовые;
- складские.

Необходимо подобрать мобильные (инвентарные) временные здания различного функционального назначения для различных категорий, работающих на стройплощадке.

Площади и количества временных зданий рассчитываются исходя из установленных нормативов по категориям управленческого персонала и рабочих.

Удельный вес различных категорий, работающих принимается в следующих процентах соотношениях от максимального числа рабочих в день на стройплощадке:

- численность рабочих, занятых на СМР, принимается равной  $R_{\max}$  из оптимизированного графика движения людских ресурсов в день;

– численность ИТР, служащих и младшего обслуживающего персонала (МОП) принимается в процентном соотношении к максимальному количеству  $R_{\max}$  в зависимости от вида строительства по таблице Г.5 приложения Г.

К ИТР относятся мастера, прорабы, диспетчер, инженер по технике безопасности. К служащим относятся медработники, кухонные работники» [8].

«Общее количество работающих:

$$\begin{aligned} N_{\text{раб}} &= 62 \text{ чел.} \\ N_{\text{общ}} &= N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}}, \\ N_{\text{общ}} &= 62 + 7 + 3 + 1 = 73, \end{aligned} \quad (30)$$

Расчетное количество работающих на стройплощадке:

$$\begin{aligned} N_{\text{расч}} &= 1,05 \cdot N_{\text{общ}} \\ N_{\text{расч}} &= 1,05 \cdot 73 = 77 \text{ чел.} \end{aligned} \quad (31)$$

«Согласно п. 4.10.7 стандарта СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 «Организация строительного производства. Подготовка и производство СМР»:

– расчетная площадь мобильных зданий  $S_p(\text{м}^2)$  определяется умножением нормативного показателя  $P_n$  (таблица Г.6 приложения Г) на численность персонала (их отдельные категории).

Исходя из расчетной площади подбираем тип здания по каталожным размерам и типам» [8]. Расчет временных зданий приведен в таблице Г.7 приложения Г.

#### **4.6.2 Расчет площадей складов**

«На строительной площадке оборудуют склады для временного размещения материалов, изделий и конструкций.

Размер склада определяется его типом, методом хранения предметов, их количеством и нормами размещения на 1 м<sup>2</sup>. Складская территория включает в себя используемое пространство, занимаемое непосредственно материалами и конструкциями, а также дорожки и проезды между рядами, стопками и т. д.

Склады бывают открытыми, закрытыми и под навесом.

Площадь складов, необходимая для хранения сборных железобетонных, стальных конструкций и других объёмных грузов, рассчитывается на основе их реальных размеров, норм складирования на 1 м<sup>2</sup> площади и условий, которые нужно обеспечить при размещении и содержании этих грузов» [8].

«Для начала определим запас материалов на складе по формуле (32).

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot n \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (32)$$

где  $Q_{\text{общ}}$  – общее количество материала данного вида (изделия, конструкции), необходимого для строительства (м<sup>3</sup>, шт., м<sup>2</sup>, тыс. шт., т... ед. измерения принимается в соответствии с нормами складирования);

$T$  – продолжительность работ, выполняющихся с использованием этих материальных ресурсов, дни (из календарного графика);

$n$  – количество дней складирования в запас материала данного вида (в днях) на площадке.

$k_1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад,  $k_1 = 1,1$ ;

$k_2$  – коэффициент неравномерности поступления материала в течение расчетного периода,  $k_2 = 1,3$ .

Определяем полезную площадь для складирования данного вида ресурса по формуле (33).

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \text{ м}^2, \quad (33)$$

где  $q$  – норма складирования материала данного вида.

Определяем общую площадь склада с учетом проходов и проездов по формуле (34):

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \cdot K_{\text{исп}}, \text{ м}^2, \quad (34)$$

где  $K_{\text{исп}}$  – коэффициент использования площади склада (коэффициент на проходы и проезды)» [8].

Расчет потребной площади для складирования материалов приведен в таблице Г.8 приложения Г.

#### **4.6.3 Расчет и проектирование сетей водопотребления и водоотведения**

«Расчёт потребности в водоснабжении основывается на определении суммарного расчётного расхода воды по формуле (35).

$$Q = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}, \quad (35)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные цели, л/с;

$Q_{\text{хоз}}$  – расход воды на хозяйственно-бытовые цели, л/с;

$Q_{\text{пож}}$  – расход воды на противопожарные цели, л/с.

Расход воды для производственных целей определяется по формуле (36).

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum q_1 \cdot V \cdot K_n}{8 \cdot 3600}, \quad (37)$$

где  $K_n$  – коэффициент неравномерности использования воды, принимаемый равным 1,5 - 2;

$q_1$  – удельный расход воды на единицу производства СМР, л;

$V$  – объём СМР в смену» [8].

Расчет воды на производственные нужды представлен в таблице Г.9 приложения Г.

$$Q_{\text{пр}} = \frac{2717,15 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,188 \text{ л/с.}$$

«Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле (38)

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{(q_2 + 0,3 \cdot q_3) \cdot N_{\text{max}} \cdot K_{\text{н}}}{8 \cdot 3600}, \quad (38)$$

где  $q_2$  – удельный расход воды на 1 рабочего; при наличии канализации  $q_2 = 20 \div 25$  л; без канализации  $q_2 = 10 \div 15$  л;

$N_{\text{max}}$  – число работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности использования воды, принимаемый равным 2 при наличии канализации, 3 – при отсутствии;

$q_3$  – расход воды на прием душа одним рабочим, 36 л» [8].

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{(10 + 0,3 \cdot 3,6) \cdot 138 \cdot 3}{8 \cdot 3600} = 0,159 \text{ л/с.}$$

Так как площадь строительной площадки до 10 га (100000 м<sup>2</sup>), то принимаем 2 пожарных гидранта.

Расход воды на 1 пожарный гидрант равен 5 л/с, следовательно, расход воды на пожарные нужды равен:

$$Q_{\text{пож}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ л/с.}$$

Общий расход воды равен:

$$Q_{\text{общ}} = 0,188 + 0,159 + 10 = 10,347 \text{ л/с.}$$

Диаметр временного водопровода определяется по формуле (39),

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{хоз}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (39)$$

где  $v = 1,5$  м/с – скорость движения воды по трубам.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,159 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 11,62 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр трубы временного водопровода 100 мм.

Диаметр временной сети канализации принимается по формуле (40),

$$D_{\text{кан}} = 1,4D_{\text{вод}}, \quad (40)$$

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

Принимаем стандартный диаметр трубы 150 мм

#### 4.6.4 Расчет и проектирование электроснабжения

«Расчёт потребности в электроснабжении заключается в определении потребной мощности, которая определяется с дифференциацией по видам потребителей по формуле (41):

$$P_p = \alpha \cdot \left[ \frac{\sum P_c \cdot K_c}{\cos \varphi} + \frac{\sum P_T \cdot K_T}{\cos \varphi} + \sum P_{o.n.} \cdot K_{o.n.} + \sum P_{o.b.} \cdot K_{o.b.} \right], \quad (41)$$

где  $K_c$ ,  $K_T$ ,  $K_{o.n.}$ ,  $K_{o.b.}$ , – коэффициенты спроса;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности;

$\alpha = 1,15$  – коэффициент, учитывающий потери в сети;

$P_c$ ,  $P_T$ ,  $P_{o.n.}$ ,  $P_{o.b.}$ , – потребная мощность потребителей (на силовые нужды, на технологические нужды, на наружное и на внутреннее освещение), кВт.» [8].

Расчёт мощности силовых потребителей приведен в таблице Г.10 приложения Г.

На технологические нужды электроэнергия не требуется, следовательно,  $P_T$  равняется нулю.

«Определение мощности, необходимой для наружного освещения.

Расчёт количества прожекторов производится по формуле (42):

$$N = \frac{p \cdot E \cdot S}{P_{\text{л}}}, \quad (42)$$

где  $p = 0,2 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{лк}$  – удельная мощность лампы прожектора ПЗС-45;

$E = 5 \text{ лк}$  – требуемая освещенность;

$S$  – площадь, подлежащая освещению,  $S=19284,5 \text{ м}^2$ ;

$P_{\text{л}}$  – мощность лампы прожектора, 1500 Вт» [8].

$$N = \frac{0,2 \cdot 5 \cdot 19284,5}{1500} = 12,9$$

Принимаем 13 прожекторов ПЗС-45.

«Потребная мощность на наружное освещение определяется по формуле (43):

$$P_{o,n} = N \cdot P_{л}, \quad (43)$$

$$P_{o,n} = 13 \cdot 1,5 = 19,5 \text{ кВт.}$$

Коэффициент спроса для наружного освещения равен 1» [8].

Расчёт потребной мощности на внутреннее освещение произведён в табличной форме в таблице Г.11 приложения Г.

Коэффициент спроса для внутреннего освещения равен 0,8.

Общая потребность в электроэнергии равна:

$$P_p = 1,15 \cdot [9,28 + 0 + 19,5 \cdot 1 + 1,42 \cdot 0,8] = 34,4 \text{ кВт}\cdot\text{А.}$$

Таким образом принимаем марку трансформаторной подстанции ЖЭС-60 мощностью 60 кВт·А с размерами в плане 3,1x1,09 м.

#### **4.7 Проектирование строительного генерального плана**

«Данный строительный генплан разработан на стадии надземной части возведения здания.

Для предупреждения образования опасной зоны в стесненных условиях за пределами строительной площадки предусматривается ограничение зоны обслуживания краном. Для предотвращения столкновения стреловых кранов с препятствиями в стесненных условиях работы крана оснащаются системой координатной защиты.

Зона обслуживания краном (рабочая зона) определяется максимальным вылетом стрелы и равна  $R_{max}$  48 метрам.

Зона перемещения грузов определяется пространством в пределах возможного перемещения подвешенного груза и определяется по формуле (44).

$$R_{\text{пер}} = R_{\text{max}} + 0,5l_{\text{max}}, \quad (44)$$

где  $R_{\text{max}}$  – максимальный вылет крюка, м;

$l_{\text{max}}$  – длина самого длинномерного груза, перемещаемого краном» [8].

$$R_{\text{пер}} = 39,25 + 0,5 \cdot 24 = 51,25 \text{ м.}$$

«Опасная зона работы крана – зона, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении. Определяется по СНиП 12-03-2001 [14] определяется по формуле (45)

$$R_{\text{оп}} = R_{\text{max}} + 0,5l_{\text{max}} + l_{\text{max}}, \quad (45)$$

где  $l_{\text{max}}$  – расстояние, учитывающее возможное рассеивание груза при падении, принимаем  $l_{\text{max}} = 7$  м при высоте здания до 20 м» [8].

$$R_{\text{оп}} = 39,25 + 0,5 \cdot 24 + 7 = 58,25 \text{ м}$$

На стройгенплане запроектированы автомобильные дороги с двухсторонним движением. Схема движения транспорта по стройплощадке – полукольцевая. Для въезда транспортных средств предусмотрены ворота.

На территории стройплощадки установлены 2 пожарных гидранта в зоне складов под навесом и временных зданий.

«Временные здания и сооружения размещены на участках, не подлежащих застройке основными объектами с соблюдением противопожарных правил и правил технике безопасности.

Склады размещаются в рабочей зоне действия крана. Площадки для складирования располагаются вдоль временных дорог. Основные площадок должно уметь уклон для отвода воды ( $\geq 5^\circ$ ). У приобъектных складов устраивают площадки-разъезды шириной не менее 3,5 и длиной 25 м.

Ограждения. Конструкция ограждения строительной площадки должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23407-78. высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работы – не менее 1,2 м» [8].

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

«Технико-экономическая оценка производства работ ведется по следующим показателям:

1. Объем здания 47000 м<sup>3</sup>;
2. Сметная стоимость строительства 252155,6 тыс. руб;
3. Сметная стоимость единицы объема работа 5,3 тыс.руб/м<sup>3</sup>;
4. Общая трудоемкость работы 5994,1 чел-дн;
5. Усредненная трудоемкость работ 0,13 чел-дн/м<sup>3</sup>;
6. Общая трудоемкость работ машин 202,45 маш.-см;
7. Денежная выработка на 1 рабочего в день,  
$$B = \frac{C}{T_p} = 42,07 \text{ тыс. руб/чел – дн};$$
8. Общая площадь строительной площадки 19882,0 м<sup>2</sup>;
9. Общая площадь застройки 3456,0 м<sup>2</sup>;
10. Площадь временных зданий 113,28 м<sup>2</sup>;
11. Площадь складов:
  - открытых 414 м<sup>2</sup>;
  - закрытых 42 м<sup>2</sup>;
  - под навесами 324 м<sup>2</sup>;
12. Протяженность:
  - водопровода 302,5 м;
  - временных дорог 530 м;
  - осветительной линии 600 м;
  - канализации 32 м;
13. Количество рабочих на объекте:

- максимальное  $R_{\max}$  – 62 чел;
- среднее  $R_{\text{cp}}$  – 32 чел;
- минимальное  $R_{\min}$  – 2 чел;

14 Коэффициент равномерности потока:

- по числу рабочих  $\alpha$  – 0,53;
- по времени  $\beta$  – 0,16

15. Продолжительность строительства нормативная 690 мес., фактическая  $T_{\text{фак}}$  – 293 дн» [8].

Выводы по разделу

В процессе разработки данного раздела был разработан календарный план производства работ и строительный генеральный план.

В рамках настоящего раздела осуществлено комплексное проектирование производственного процесса по возведению современного предприятия по изготовлению шоколадных изделий.

Проведена детальная инженерно-экономическая оценка проекта, включающая расчёт общего объёма строительно-монтажных работ с учётом специфики пищевого производства, определение потребности в строительных материалах и готовых конструкциях, анализ трудозатрат с учётом квалификации персонала и сложности технологических операций. Особое внимание уделено планированию временных производственных помещений и вспомогательных сооружений, расчёту складских площадей с учётом логистики строительных материалов, проектированию временных инженерных коммуникаций, а также подбору оптимального парка строительной техники и специализированного оборудования.

В ходе разработки раздела сформирован базовый календарный план реализации проекта, отражающий последовательность и сроки выполнения строительно-монтажных работ. Также разработан генеральный план строительства, включающий размещение всех элементов строительного хозяйства и организацию движения материальных потоков на площадке.

Данная документация обеспечивает эффективное управление строительным процессом и создаёт прочную основу для успешной реализации проекта в установленные сроки с соблюдением всех технологических требований и норм безопасности.

## **5 Экономика строительства**

### **5.1 Пояснительная записка**

Район строительства предприятия по производству шоколадных изделий – Оренбургская область, город Оренбург.

Здание двухэтажное, с металлическим каркасом, прямоугольной формы в плане с размерами в осях 72×48 м. Фундаменты – монолитные железобетонные. Ограждающие конструкции представлены сэндвич-панелями с утеплителем из пенополицианурата. Площадь здания – 3456 м<sup>2</sup>. Строительный объем здания – 44928 м<sup>3</sup>.

Рельеф территории строительства спокойный, стесненность отсутствует.

В рамках благоустройства территории выполнено устройство дорог, тротуаров, малых архитектурных форм, высадка деревьев и кустарников, устройство цветника.

При выполнении сметных расчетов будем использовать сборники укрупнённых нормативов цены строительства, утвержденные приказом Минстроя России в 2025 году, а именно:

- НЦС 81-02-02-2025 Сборник №02. Административные здания;
- НЦС 81-02-16-2025 Сборник №16. Малые архитектурные формы;
- НЦС 81-02-17-2025 Сборник №17. Озеленение.

Показатели определены в текущих ценах на 1 января 2025 года.

«Сметный расчет стоимости проектируемого здания составлен на основании сметно-нормативной базы 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.» [7].

Стоимость строительства здания определяем по сборнику НЦС 81-02-02-2025. В качестве объекта-аналога принимаем административное здание. Так как проектируемое здание имеет площадь отличную от указанных в сборнике воспользуемся методом интерполяции для определения показателя НЦС согласно указаниям пункта 39 сборника НЦС 81-02-02-2025.

$$P_B = P_C - (c - v) \times \frac{P_C - P_A}{c - a}, \quad (46)$$

где  $P_C$  – норматив цены строительства для здания площадью 4500 м<sup>2</sup>, принимаемый равным 102,27 (тыс. руб. / м<sup>2</sup>) по таблице 02-01-001;

$P_A$  – норматив цены строительства для здания площадью 1800 м<sup>2</sup>, принимаемый равным 109,66 (тыс. руб. / м<sup>2</sup>) по таблице 02-01-001;

$c$  – площадь равная 4500 м<sup>2</sup>;

$a$  – площадь равная 1800 м<sup>2</sup>;

$v$  – площадь проектируемого здания, равная 3456 м<sup>2</sup>.

Тогда по формуле (46) получаем:

$$P_B = 102,27 - (4500 - 3456) \times \frac{102,27 - 109,66}{4500 - 1800} = 99,41 \frac{\text{тыс. руб.}}{\text{м}^2}.$$

Далее умножим полученный показатель на мощность объекта строительства и поправочные коэффициенты в соответствии с формулой:

$$C = П_B \cdot M \cdot K_{пер} \cdot K_{рег} , \quad (47)$$

где  $M$  – мощность объекта строительства, равная 3456 м<sup>2</sup>;

$K_{пер}$  – коэффициент перехода от цен базового района к уровню цен города Оренбурга, принимаемый равным 0,85;

$K_{рег}$  – коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия города Оренбург, принимаемый равным 1,01.

Тогда по формуле (47) получим:

$$C = 99,41 \cdot 3456 \cdot 0,85 \cdot 1,01 = 294947,07 \text{ тыс. руб. (без НДС)}$$

Сводный сметный расчет стоимости объекта представлен в таблице 7.

Объектные сметные расчеты стоимости строительства объекта и благоустройства и озеленения представлены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Сводный сметный расчет стоимости строительства

В ценах на 01.01.2025 г.		Стоимость 398791,31 тыс. руб.
Номера сметных расчетов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.
ОС-02-01	Глава 2. Основные объекты строительства	294947,07
ОС-07-01	Глава 7. Благоустройство и озеленение территории	37379,02
	Итого по главам 2-7	332326,09
	НДС 20%	66465,22
	Всего по смете	398791,31

Таблица 12 – Объектный сметный расчет № ОС-02-01

«Объект:	Предприятие по производству шоколадных изделий				
Общая стоимость	294947,07 тыс. руб.				
В ценах на	01.01.2025 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб.	Итоговая стоимость, тыс. руб.»

Продолжение таблицы 12

НЦС 81-02-02-2025 Таблица 02-01-001	Предприятие по производству шоколадных изделий	1 м <sup>2</sup>	3456	71,69	$C = 71,69 \times 3456 \times 1,01 \times 0,83 = 207697,74$
Итого:					207697,74» [7]

Таблица 13 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01

«Объект:	Предприятие по производству шоколадных изделий				
Общая стоимость	37379,02 тыс. руб.				
В ценах на	01.01.2025 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, тыс. руб.	Итоговая стоимость, тыс. руб.»
НЦС 81-02-16-2025 Таблица 16-06-002-01	Площадки, дорожки, тротуары шириной от 2,6 м до 6 м с покрытием из литой асфальтобетонной смеси однослойные	100 м <sup>2</sup>	91,594	268,59	$C = 268,59 \times 91,594 \times 1,01 \times 0,87 = 21402,19$
НЦС 81-02-17-2025 Таблица 17-01-003-02	Озеленение внутриквартальных проездов с площадью газонов 60%	100 м <sup>2</sup>	86,97	219,14	$C = 219,14 \times 86,97 \times 1,01 \times 0,83 = 15976,83$
Итого:					37379,02[7]

НДС составляет 20% согласно налоговому кодексу Российской Федерации.

Сметная стоимость строительства предприятия по производству шоколадных изделий в городе Оренбург составила 398791,31 тыс. руб., в том числе НДС – 66465,22 тыс. руб.

В таблице 14 приведены технико-экономические показатели стоимости строительства.

Таблица 14 – Техничко-экономические показатели сметной стоимости строительства

Показатели	Стоимость, тыс. руб. на 01.01.2025 г.
Стоимость строительства предприятия по производству шоколадных изделий всего	398791,31
в том числе:	-
стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации	11963,74
стоимость технологического оборудования	27915,39
стоимость фундаментов	15951,65
Стоимость, приведенная на 1 м <sup>2</sup> здания	115,39
Стоимость, приведенная на 1 м <sup>3</sup> здания	8,876

#### Выводы по разделу

В рамках раздела «Экономика строительства» был выполнен расчет стоимости строительства предприятия по производству шоколадных изделий в городе Оренбург по укрупненным нормативам цен строительства. Стоимость строительства составила 398791,31 тыс. руб. в ценах на 01.01.2025 г.

## **6 Безопасность и экологичность технического объекта**

### **6.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика технического объекта**

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается технический объект – предприятие по производству шоколадных изделий, расположенном в городе Оренбурге.

В таблице Д.1 приложения Д представлен технологический паспорт объекта.

### **6.2 Идентификация профессиональных рисков**

В строгом соответствии с нормативными требованиями, закреплёнными в Приложении №1 Приказа Минтруда России от 29.10.2021 N 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» [12], осуществляется процедура оценки профессиональных рисков.

Данная процедура базируется на тщательном анализе перечня производственных операций, выполняемых при монтаже стропильных ферм покрытия предприятия по изготовлению шоколадных изделий. Особое внимание уделяется выявлению потенциально опасных факторов и их влиянию на здоровье и безопасность работников в процессе осуществления строительно-монтажных работ.

Результаты проведённой идентификации рисков систематизированы и представлены в табличной форме (таблица Д.2 приложения Д), что позволяет наглядно оценить уровень опасности каждого производственного процесса и разработать соответствующие меры по минимизации рисков.

Такой подход к организации системы управления охраной труда обеспечивает создание максимально безопасных условий труда и способствует предотвращению производственных инцидентов при осуществлении монтажных работ.

### **6.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

«Методы и средства снижения профессиональных рисков определяются на исходя из источника вредного или опасного производственного фактора» [12]. Основываясь на приказе Минтруда РФ № 767н от 29.10.2021 года «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств» [13]. В таблице Д.3 приложения Д приведен перечень методов и средств снижения воздействия опасных и вредных факторов.

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

#### **6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара включает**

При реализации проекта строительства предприятия по изготовлению шоколадных изделий особое внимание уделяется вопросам противопожарной безопасности, поскольку риск возникновения возгорания относится к числу критически важных производственных угроз.

Пожароопасные факторы на объекте характеризуются множественностью источников потенциального возгорания, детальный анализ которых представлен в специальной документации (таблица Д.4 приложения Д). Каждый идентифицированный источник опасности требует индивидуального подхода к разработке превентивных мер и планов ликвидации возможных возгораний.

В рамках комплексной системы безопасности объекта реализуется комплекс мероприятий, направленных на минимизацию рисков возникновения пожара и обеспечение максимально эффективных мер по его ликвидации. Особое внимание уделяется профилактическим мероприятиям, обучению персонала и поддержанию в готовности средств пожаротушения.

Таблица выполнена на основании Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ [32].

#### **6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта**

Согласно статье 63, федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ были разработаны следующие меры пожарной безопасности:

«1) реализацию полномочий органов местного самоуправления по решению вопросов организационно-правового, финансового, материально-технического обеспечения пожарной безопасности муниципального образования;

2) разработку и осуществление мероприятий по обеспечению пожарной безопасности муниципального образования и объектов муниципальной собственности, которые должны предусматриваться в планах и программах развития территории, обеспечение надлежащего состояния источников противопожарного водоснабжения, содержание в исправном состоянии средств обеспечения пожарной безопасности жилых и общественных зданий, находящихся в муниципальной собственности;

3) разработку и организацию выполнения муниципальных целевых программ по вопросам обеспечения пожарной безопасности;

4) разработку плана привлечения сил и средств для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории муниципального образования и контроль за его выполнением;

5) установление особого противопожарного режима на территории муниципального образования, а также дополнительных требований пожарной безопасности на время его действия;

6) обеспечение беспрепятственного проезда пожарной техники к месту пожара;

7) обеспечение связи и оповещения населения о пожаре;

8) организацию обучения населения мерам пожарной безопасности и пропаганду в области пожарной безопасности, содействие распространению пожарно-технических знаний;

9) социальное и экономическое стимулирование участия граждан и организаций в добровольной пожарной охране, в том числе участия в борьбе с пожарами» [32].

В статье 21 Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» была рассмотрена разработка и реализация пожарной безопасности:

«1) Меры пожарной безопасности разрабатываются в соответствии с законодательством Российской Федерации по пожарной безопасности, а также на основе опыта борьбы с пожарами, оценки пожарной опасности веществ, материалов, технологических процессов, изделий, конструкций, зданий и сооружений;

2) Изготовители (поставщики) веществ, материалов, изделий и оборудования в обязательном порядке указывают в соответствующей технической документации показатели пожарной опасности этих веществ, материалов, изделий и оборудования, а также меры пожарной безопасности при обращении с ними;

3) Разработка и реализация мер пожарной безопасности для организаций, зданий, сооружений и других объектов, в том числе при их проектировании, должны в обязательном порядке предусматривать решения, обеспечивающие эвакуацию людей при пожарах;

4) Для производств в обязательном порядке разрабатываются планы тушения пожаров, предусматривающие решения по обеспечению безопасности людей» [33].

#### **6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара**

На основании Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской

Федерации» разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, предотвращению возникновения пожара или опасных факторов, способствующих его возникновению:

«1) Расположение производственных, складских и вспомогательных зданий и сооружений на территории строительства должно соответствовать утвержденному в установленном порядке строительному генеральному плану, разработанному в составе проекта организации строительства;

2) На территории строительства площадью 5 гектаров и более устраиваются не менее 2 въездов с противоположных сторон строительной площадки. Дороги должны иметь покрытие, пригодное для проезда пожарных автомобилей в любое время года. Ворота для въезда на территорию строительства должны быть шириной не менее 4 метров.

У въездов на строительную площадку устанавливаются (вывешиваются) планы с нанесенными строящимися основными и вспомогательными зданиями и сооружениями, въездами, подъездами, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи.

К началу основных работ по строительству должно быть предусмотрено противопожарное водоснабжение от пожарных гидрантов или из резервуаров (водоемов), предусмотренных проектом организации строительства;

3) Хранение на открытых площадках горючих строительных материалов (лесопиломатериалы, толь, рубероид и др.), изделий и конструкций из горючих материалов, а также оборудования и грузов в горючей упаковке осуществляется в штабелях или группами площадью не более 100 м<sup>2</sup>;

4) Строительные леса и опалубка выполняются из материалов, не распространяющих и не поддерживающих горение;

5) Работы по огнезащите металлоконструкций проводятся одновременно с возведением объекта защиты, если иное не предусмотрено проектной документацией.

6) 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.

7) При проведении огневых работ запрещается:

- а) приступать к работе при неисправной аппаратуре;
- б) проводить огневые работы на свежеекрашенных горючими красками (лаками) конструкциях и изделиях;
- в) использовать одежду и рукавицы со следами масел, жиров, бензина, керосина и других горючих жидкостей;
- г) хранить в сварочных кабинах одежду, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, другие горючие материалы;
- д) допускать к самостоятельной работе лиц, не имеющих квалификационного удостоверения;
- е) допускать соприкосновение электрических проводов с баллонами со сжатыми, сжиженными и растворенными газами;
- ж) проводить работы на аппаратах и коммуникациях, заполненных горючими и токсичными веществами, а также находящихся под электрическим напряжением;
- з) проводить работы по устройству гидроизоляции и пароизоляции на кровле, монтаж панелей с горючими и слабогорючими утеплителями, наклейкой покрытий полов и отделкой помещений с применением горючих лаков, клеев, мастик и других горючих материалов, за исключением случаев, когда проведение огневых работ предусмотрено технологией применения материала» [11].

«Тип пожарных щитов определяется в зависимости от категории помещений, зданий (сооружений) и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

«Пожарные щиты комплектуются немеханизированным пожарным инструментом и инвентарем» [11].

Для предприятия по производству шоколадных изделий площадью 6912 м<sup>2</sup> оснащается следующими пожарными щитами, указанными в таблице Д.5 приложения Д.

«При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их взаимодействие с огнетушащими веществами, а также площадь помещений, открытых площадок и установок» [11].

Подбор огнетушителей, их тип и количество указаны в таблице Д.6 приложения Д.

«Допускается использовать огнетушители более высокого ранга» [11].

### **6.5 Обеспечение экологической безопасности объекта**

«Органы государственной власти Российской Федерации, органы государственной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, юридические и физические лица при осуществлении хозяйственной и иной деятельности обязаны принимать необходимые меры по предупреждению и устранению негативного воздействия» [30].

Осуществлена всесторонняя экологическая оценка производственного комплекса предприятия по изготовлению шоколадных изделий. В ходе исследования детально проанализированы потенциальные негативные факторы воздействия объекта на окружающую среду.

Комплексный мониторинг включал оценку различных параметров: от выбросов в атмосферу до влияния на почвенный слой и водные ресурсы. Особое внимание уделялось выявлению критических точек возможного негативного воздействия производственной деятельности на экологическую обстановку региона.

Результаты проведённого исследования систематизированы и представлены в аналитической форме (таблица Д.7 приложения Д). Документ

содержит подробную информацию о выявленных факторах риска и предлагает конкретные рекомендации по их минимизации.

На основании полученных данных разработан комплекс природоохранных мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности объекта и предотвращение возможных негативных последствий производственной деятельности для окружающей среды. «Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду устанавливаются для юридических лиц или индивидуальных предпринимателей в целях оценки и регулирования воздействия всех стационарных, передвижных и иных источников воздействия на окружающую среду, расположенных в пределах конкретных территорий» [30].

В таблице Д.8 приложения Д. обозначены мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Выводы по разделу

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика производственно-технологического процесса, а именно монтаж металлической фермы. Были идентифицированы профессиональные риски. Разработаны методы по снижению воздействия вредных факторов на работника. Были описаны технологические операции, были подобраны СИЗ для каждого работника по должностям участвующие в монтаже конструкций. Произведена идентификация классов и опасных факторов пожара, так же сопутствующих факторов пожара. Был произведен расчет оснащение здания пожарными щитами и огнетушителями. Были идентифицированы негативные экологические факторы на техническом объекте. Разработаны мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду.

## Заключение

В выпускной квалификационной работе был разработан проект на тему «Предприятие по производству шоколадных изделий», расположенный на территории особой экономической зоны г. Оренбург.

В результате были решены следующие задачи:

- с целью обеспечения функционального процесса по выпуску шоколадных изделий разработано объемно-планировочное решение предприятия;

- учитывая необходимость обеспечения геометрической неизменяемости всех несущих конструкций, принято конструктивное решение здания, в свою очередь в рамках расчетно-конструктивного раздела представлен расчет металлической стропильной фермы из ГСП с конструированием ее узлов;

- в разделе технологии строительства была разработана технологическая схема организации монтажа конструкций перекрытия, разработан календарный план, определено среднее и максимальное количество рабочих при использовании технологической оснастки, инвентаря, приспособлений, машин и механизмов;

- разработан проект производства работ с отображением на листах графической части календарного плана и строительного генерального плана;

- определена сметная стоимость строительства предприятия по производству шоколадных изделий;

- обозначены мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта.

Проект предприятия разработан в соответствии с действующими нормами и правилами, чтобы обеспечить безопасность каждого человека на объекте во время строительства и эксплуатации.

## Список используемой литературы

1. Ананьин, М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций: термины и определения : учебное пособие для вузов / М. Ю. Ананьин ; под научной редакцией И. Н. Мальцевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 130 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09421-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494081> (дата обращения: 07.04.2025).

2. ГОСТ Р 59268-2020 Строительные работы и типовые технологические процессы. Монтаж сэндвич-панелей и стекол с использованием вакуумных захватов. Правила и контроль выполнения работ. – Введ. 01-02-2021. – М.: Стандартиформ, 2021 – 20 с.

3. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 2017-03-01/ М.: Стандартиформ, 2016.- 9 с.

4. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. – Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 51 с. URL: [https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/8767/1/Gorina%20Fesina%201-67-17\\_EUMI\\_Z.pdf](https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/8767/1/Gorina%20Fesina%201-67-17_EUMI_Z.pdf) (дата обращения 07.04.2025).

5. Крамаренко А.В. Схемы допускаемых отклонений при выполнении строительно-монтажных работ : электрон. учеб. наглядное пособие / А. В. Крамаренко, А. А. Руденко ; ТГУ, Архитектурно-строительный институт. – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2019. – 67 с. – URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/11510> (дата обращения: 07.04.2025)

6. Краны для строительно-монтажных работ : учебное пособие /К. В. Бернгардт, А. В. Воробьев, О. В. Машкин ; М-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 195, [1] с

7. Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального

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

8. Маслова, Н.В. Строительство. Выполнение курсового проекта по дисциплине «Организация и планирование строительства» : электронное учебно-методическое пособие / Н.В. Маслова, В.Д. Жданкин. – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2022. – 1 оптический диск. – ISBN 978-5-8259-1101-4. Репозиторий ТГУ. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/25333>

9. Олейник, П. П. Организация строительной площадки : учебное пособие / П. П. Олейник, В. И. Бродский. — 3-е изд. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-7264-2121-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101779.html> (дата обращения: 05.04.2025).

10. Широков, В. А. Возведение одноэтажных промышленных зданий : учебное пособие / В. А. Широков. — Благовещенск : ДальГАУ, 2014. — 218 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137712> (дата обращения: 07.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» (ред. от 24.10.2022) // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: (дата обращения: 13.09.2025).

12. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда» // Российская газета. — 2021. — № 295

13. Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 29.10.2021 № 767н «Об утверждении Единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств» //

Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: (дата обращения: 13.09.2025).

14. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — 25 с.

15. СП 12-135-2003. Безопасность труда в строительстве / Госстрой России. — М.: Госстрой России, 2003. — 112 с.

16. СП 48.13330.2019. Организация строительства / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — 25 с  
17. СП 70.13330.2022 Несущие и ограждающие конструкции. Введ. 2022-07-01. М.: Минстрой России, 2022. 196 с.

18. СП 48.13330.2019. Организация строительства : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — 25 с.

19. СП 1.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы / МЧС России. — М.: МЧС России, 2020.

20. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты / МЧС России. — М.: МЧС России, 2020.

21. СП 9.13130.2012. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации / ВНИИПО МЧС России. — М.: ВНИИПО МЧС России, 2012.

22. СП 131.13330.2020. Строительная климатология / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2023. — 113 с.

23. СП 50.13330.2024. Тепловая защита зданий / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2024. — 139 с.

24. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2023. — 171 с.

25. СП 20.13330.2020. Нагрузки и воздействия / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — 118 с.

26. СП 22.13330.2021. Основания зданий и сооружений / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2021. — 166 с.

27. СП 48.13330.2019. Организация строительства : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2020. — 25 с.

28. СП 16.13330.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования / Минстрой России. — М.: Минстрой России, 2017.

29. Тошин Д.С. Статический расчет поперечной рамы одноэтажного производственного здания с использованием компьютерных технологий : учеб.-метод. пособие / Д. С. Тошин, В. И. Булгаков ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Городское стр-во и хоз-во". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 62 с. : ил. - Прил.: с. 56-61. - Библиогр.: с. 55. - URL: <https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/372/1/%D0%A2%D0%BE%D1%88%D0%B8%D0%BD%201-35-13.pdf>; (дата обращения: 05.04.2025).

30. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. №7-ФЗ

31. Федеральный закон «Технический регламент безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 г. N 384-ФЗ

32. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

33. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 29.12.2022) «О пожарной безопасности»

Приложение А

Дополнение к «Архитектурно-планировочный разделу»

Таблица А.1 – Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
План первого этажа			
1	Склад готовой продукции	197,00	В4
2	Склад упаковочных материалов	35,84	В1
3	Проходная с грузовыми лифтами	205,67	Д
4	Экспедиция	66,10	В4
5	Склад фруктово-ягодного сырья	57,44	Д
6	Склад вкусовых и красящих веществ	57,01	Д
7	Фойе на отгрузке	181,12	Д
8	Склад основного сырья	58,73	Д
9	Склад скоропортящегося сырья	59,02	В4
10	Хозяйственная комната	66,92	Д
11	Электрощитовая	25,74	В4
12	Склад комплектующих	12,74	Д
13	Слесарная	29,37	Д
14	Мужской санузел	15,31	Д
15	Женский санузел	15,78	Д
16	Помещение для инвентаря	63,78	Д
17	Помещение подготовки потоки	41,88	В1
18	Помещение подготовки потоки	46,92	В1
19	Склад хранения сахара	151,52	В1
20	Склад бестарного хранения сырья	319,14	Д
21	Тамбур-шлюз с подпором воздуха	6,84	Д
22	Лестничная клетка	28,26	Д
23	Коридор	279,45	Д
24	Моечная	33,36	Д
25	Помещение для инвентаря	24,00	Д
26	Хозяйственная комната	23,52	Д
27	Помещение для механиков	23,04	Д
28	Помещение производства плиточного шоколада	898,22	В4
29	Вестибюль	124,97	Д
30	Санпропускник	22,74	Д
31	Гардероб мужской («грязная» зона)	27,20	Д
32	Гардероб женский («грязная» зона)	27,20	Д
33	Преддушевая	5,71	Д

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

34	Санузел женский	6,32	Д
35	Преддушевая	5,71	Д
36	Санузел мужской	6,32	Д
37	Душевая	10,19	Д
38	Тамбур	5,63	Д
39	Душевая	10,19	Д
40	Тамбур	5,63	Д
41	Гардероб мужской («чистая» зона)	15,54	Д
42	Гардероб женский («чистая» зона)	26,34	Д
43	Коридор	10,14	Д
44	Тамбур-шлюз с подпором воздуха	6,84	Д
45	Лестничная клетка	28,26	Д
План второго этажа			
46	Лаборатория	152,07	В4
47	Проходная с грузовыми лифтами	186,92	Д
48	Помещение хранения сырья	50,46	Д
49	Помещение производства шоколадных конфет	1454,89	В4
50	Помещение хранения сырья	53,60	Д
51	Помещение подготовки сырья	69,82	В4
52	Помещение подготовки сырья	30,45	В4
53	Моечное отделение	32,55	Д
54	Тамбур-шлюз с подпором воздуха	6,84	Д
55	Лестничная клетка	28,26	Д
56	Санпропускник	25,48	Д
57	Помещение подготовки сырья	57,08	В4
58	Помещение производства шоколадных батончиков	1006,97	В4
59	Помещение для механиков	23,50	Д
60	Помещение для инвентаря	23,50	Д
61	Хозяйственная комната	23,50	В4
62	Женский санузел	15,51	Д
63	Мужской санузел	15,51	Д
64	Моечное отделение	45,01	Д
65	Кабинет отдыха рабочих	42,00	Д
66	Кабинет главного технолога	39,20	Д
67	Тамбур-шлюз с подпором воздуха	6,84	Д
68	Лестничная клетка	28,26	Д

Продолжение Приложения А

*Схема расположения колонн первого этажа на отметке 0,000 между осями 1 – 13, А-В (1:400)*

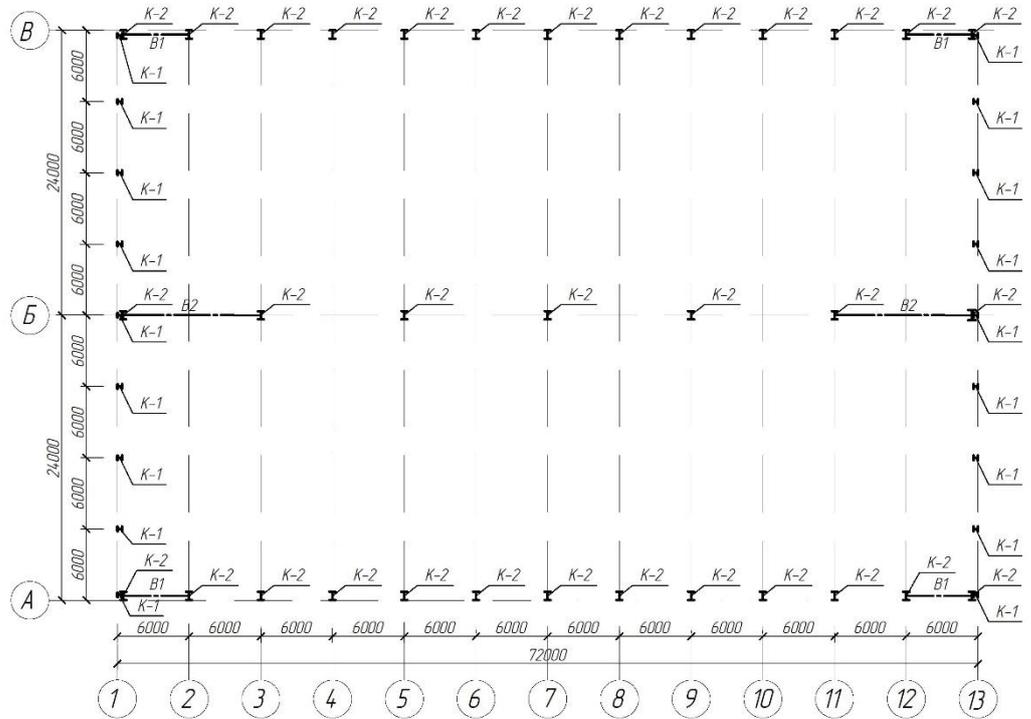


Рисунок А.1 – Схема расположения колонн первого этажа

Продолжение Приложения А

*Схема расположения колонн второго этажа на отметке +5,400 между осями 1 – 13, А-В (1:400)*

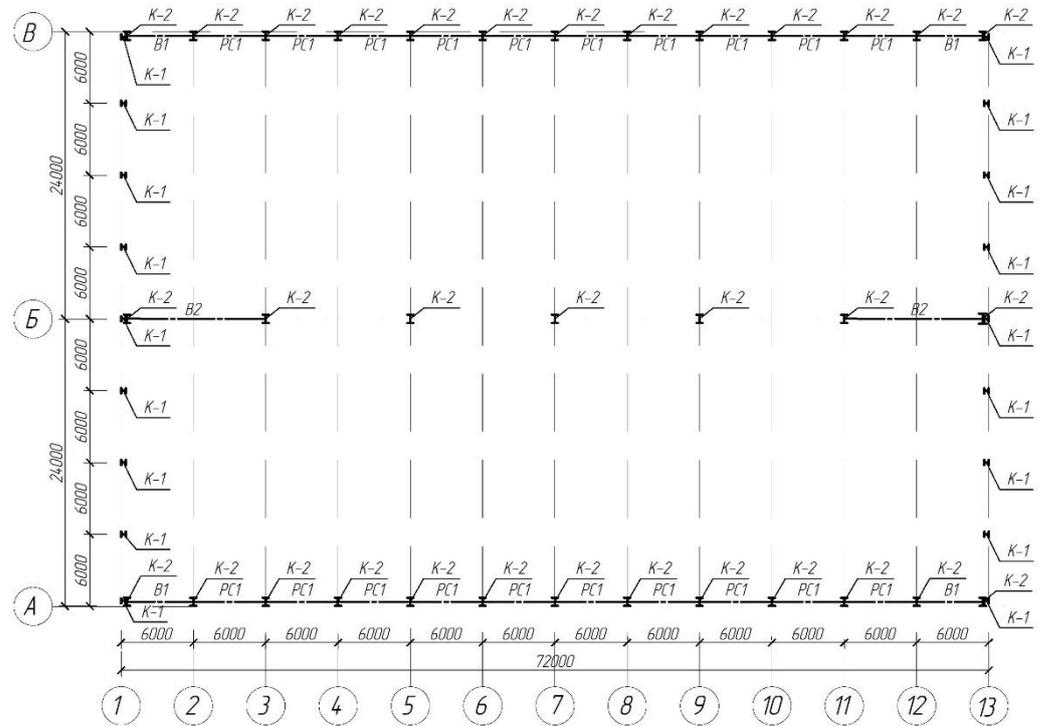


Рисунок А.2 – Схема расположения колонн второго этажа

Приложение Б

Дополнение к «Расчетно-конструктивному разделу»

Таблица Б.1 – Расчётные усилия в элементах фермы

Элементы фермы	Обозначение элемента в программном комплексе	Расчётные усилия, кН	
		Растяжение	Сжатие
Верхний пояс	28	-	142
	27	-	341
	26	-	411
	1	-	406
	18	-	406
	29	-	411
	30	-	341
	31	-	142
Нижний пояс	19	272	-
	20	394	-
	21	420	-
	22	289	-
	23	420	-
	24	394	-
	25	272	-
Раскосы	2	183	-
	11	-	175
	12	89,8	-
	13	-	80,2
	14	28,4	-
	15	-	18,6
	16	-	26,4
	17	44,8	-
	10	44,8	-
	9	-	26,4
	8	-	18,6
	7	28,4	-
	5	-	80,2
	6	89,8	-
	4	-	175
3	183	-	

## Продолжение Приложение Б

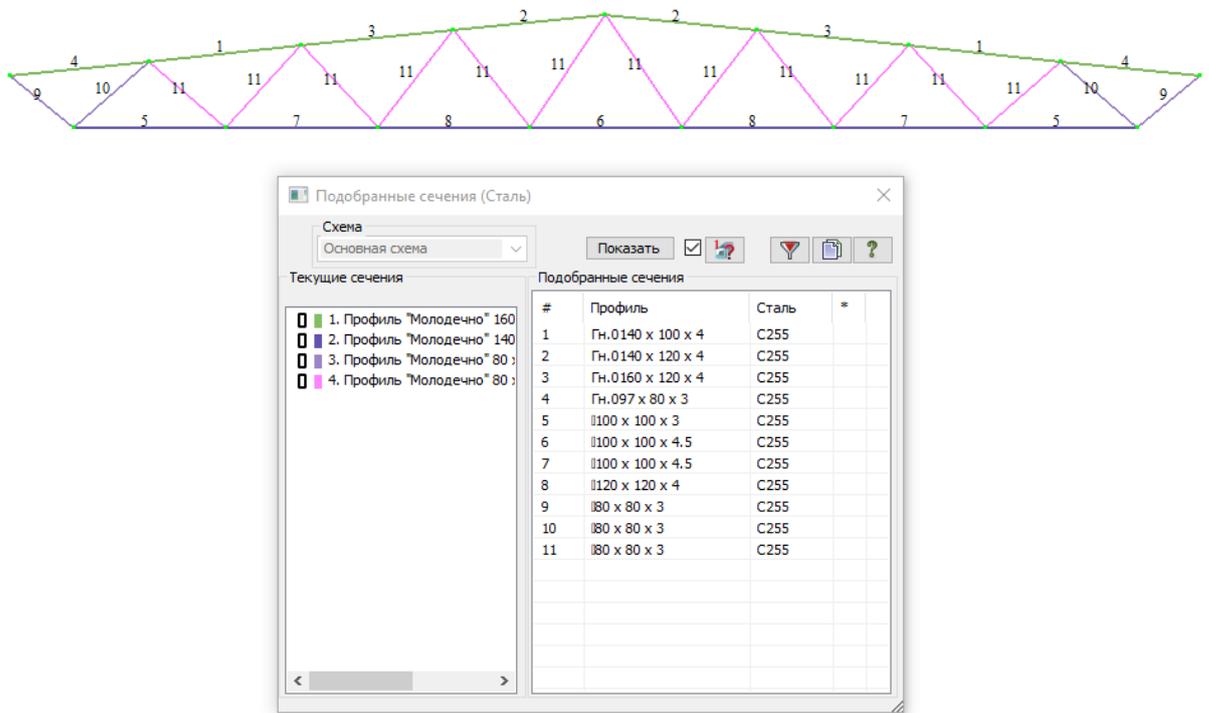


Рисунок Б.1 – Результаты подбора сечений фермы из программного комплекса «ЛИРА-САПР»

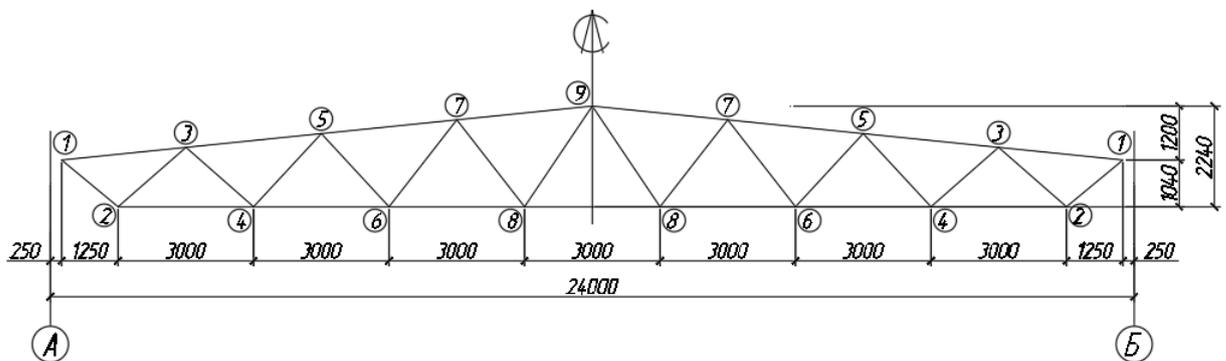


Рисунок Б.2 – Обозначение узлов фермы к таблицам А.2-А.4

Таблица Б.2 – Проверка несущей способности стенки пояса

№ узла	Элемент	N, кН	N пояс, кН	$\alpha$ , °	d/D	g/b	$\gamma_c$	$\gamma_d$	$\gamma_D$	t, см	Формула проверки	Проверка
1	1-2	183	-142	46	0,67<0,9	0,09	1	1,2	1	0,6	(86) [28]	0,55<1
2	2-1	183	272	40	0,67<0,9	0,21	0,9	1,2	1,00	0,55	(86) [28]	0,81<1
	2-3	-175	272	41	0,67<0,9	0,22	0,9	1	1,00	0,55	(86) [28]	0,98<1
3	3-2	-175	-142	35	0,67<0,9	0,31	1	1	1	0,6	(87) [28]	0,84<1
	3-4	89,8	-341	47	0,67<0,9	0,18	1	1,2	1	0,6	(86) [28]	0,34<1
4	4-3	89,8	272	41	0,67<0,9	0,20	0,9	1,2	1,00	0,55	(86) [28]	0,4<1
	4-5	-80,2	394	47	0,67<0,9	0,13	0,9	1	0,83	0,55	(86) [28]	0,52<1
5	5-4	-80,2	-341	41	0,67<0,9	0,22	1	1	1	0,6	(86) [28]	0,34<1
	5-6	28,4	-411	53	0,67<0,9	0,13	1	1,2	0,95	0,6	(86) [28]	0,11<1
6	6-5	28,4	394	47	0,67<0,9	0,12	0,9	1,2	0,83	0,55	(86) [28]	0,15<1
	6-7	-18,6	420	52	0,67<0,9	0,08	0,9	1	0,78	0,55	(86) [28]	0,13<1
7	7-6	-18,6	-411	46	0,67<0,9	0,15	1	1	0,95	0,6	(86) [28]	0,08<1
	7-8	15,6	-406	58	0,67<0,9	0,06	1	1,2	0,96	0,6	(86) [28]	0,06<1
8	8-7	15,6	420	52	0,67<0,9	0,08	0,9	1,2	0,78	0,55	(86) [28]	0,09<1
	7-9	44,8	389	56	0,67<0,9	0,05	0,9	1,2	0,84	0,55	(86) [28]	0,23<1
9	9-8	44,8	-406	50	0,67<0,9	0,10	1	1,2	0,96	0,6	(86) [28]	0,16<1

Продолжение Приложение Б

Таблица Б.3 – Проверка несущей способности элементов решетки

№ узла	Элемент	N, кН	D, см	t, см	$\alpha$ , °	$d=d_b$ , см	$t_d$ , см	Ad, см <sup>2</sup>	$R_{yd}$ , кН/см <sup>2</sup>	$\gamma_c$	$\gamma_d$	Формула проверки	Проверка
1	1-2	183	12	0,6	46	8	0,4	11,75	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,76<1
2	2-1	183	12	0,55	40	8	0,4	11,75	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,69<1
	2-3	-175	12	0,55	41	8	0,4	11,75	24	1	1	(89) [28]	0,73<1
3	3-2	-175	12	0,6	35	8	0,4	11,75	24	1	1	(89) [28]	0,63<1
	3-4	89,8	12	0,6	47	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,49<1
4	4-3	89,8	12	0,55	41	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,45<1
	4-5	-80,2	12	0,55	47	8	0,3	9,01	24	1	1	(89) [28]	0,49<1
5	5-4	-80,2	12	0,6	41	8	0,3	9,01	24	1	1	(89) [28]	0,43<1
	5-6	28,4	12	0,6	53	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,17<1
6	6-5	28,4	12	0,55	47	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,16<1
	6-7	-18,6	12	0,55	52	8	0,3	9,01	24	1	1	(89) [28]	0,12<1
7	7-6	-18,6	12	0,6	46	8	0,3	9,01	24	1	1	(89) [28]	0,11<1
	7-8	15,6	12	0,6	58	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,09<1
8	8-7	15,6	12	0,55	52	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,09<1
	7-9	44,8	12	0,55	56	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,28<1
9	9-8	44,8	12	0,6	50	8	0,3	9,01	24	0,9	1,2	(89) [28]	0,26<1

Продолжение Приложение Б

Таблица А.4 – Проверка несущей способности сварных швов

№ узла	Элемент	N, кН	D, м	t, см	$\alpha, ^\circ$	$d=d_b,$ см	$t_d,$ см	$R_{wf},$ кН/см <sup>2</sup>	b	$\gamma_c$	g/b	$k_f,$ см	Формула проверки	Проверка
1	1-2	183	12	0,6	46	8	0,4	16,65	1,05	0,9	0,09	0,4	(91) [28]	0,93<1
2	2-1	183	12	0,55	40	8	0,4	16,65	1,05	0,9	0,21	0,4	(91) [28]	0,77<1
	2-3	-175	12	0,55	41	8	0,4	16,65	1,05	1	0,22	0,4	(91) [28]	0,69<1
3	3-2	-175	12	0,6	35	8	0,4	16,65	1,05	1	0,31	0,4	(92) [28]	0,84<1
	3-4	89,8	12	0,6	47	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,18	0,3	(91) [28]	0,62<1
4	4-3	89,8	12	0,55	41	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,20	0,3	(91) [28]	0,53<1
	4-5	-80,2	12	0,55	47	8	0,3	16,65	1,05	1	0,13	0,3	(91) [28]	0,51<1
5	5-4	-80,2	12	0,6	41	8	0,3	16,65	1,05	1	0,22	0,3	(91) [28]	0,41<1
	5-6	28,4	12	0,6	53	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,13	0,3	(91) [28]	0,23<1
6	6-5	28,4	12	0,55	47	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,12	0,3	(91) [28]	0,2<1
	6-7	-18,6	12	0,55	52	8	0,3	16,65	1,05	1	0,08	0,3	(91) [28]	0,13<1
7	7-6	-18,6	12	0,6	46	8	0,3	16,65	1,05	1	0,15	0,3	(91) [28]	0,11<1
	7-8	15,6	12	0,6	58	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,06	0,3	(91) [28]	0,14<1
8	8-7	15,6	12	0,55	52	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,08	0,3	(91) [28]	0,13<1
	7-9	44,8	12	0,55	56	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,05	0,3	(91) [28]	0,39<1
9	9-8	44,8	12	0,6	50	8	0,3	16,65	1,05	0,9	0,10	0,3	(91) [28]	0,34<1

## Продолжение Приложение Б

Таблица Б.5 – Окончательные сечения элементов фермы

Элементы фермы	Обозначение элемента в программном комплексе	Сечение
Верхний пояс	28, 27, 26, 1, 18, 29, 30, 31	□ 160 x 120 x 6
Нижний пояс	19, 20, 21, 22, 23, 24, 25	□ 120 x 120 x 5,5
Раскосы	2, 11, 4, 3	□ 80 x 80 x 4
	12, 13, 14, 15, 16, 17, 10, 9, 8, 7, 6, 5	□ 80 x 80 x 3

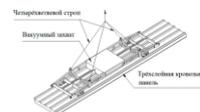
## Приложение В

### Дополнение к разделу «Технология строительства»

Таблица В.1 – Ведомость монтируемых элементов

Наименование конструкций, деталей	Марка элемента	Число элементов	Вес, т	
			1 шт.	Общий
1	2	3	4	5
<b>Ферма</b>				
Ферма металлическая	Ф1	26	1,5	39
<b>Прогон</b>				
Прогон металлический №24У 1 = 6000 мм	П1	240	0,144	34,56
<b>Связь по покрытию</b>				
Связь металлическая ГСП 100х3	С1	80	0,1	0,9
<b>Кровельная сэндвич-панель</b>				
Кровельная сэндвич-панель 120х1000х12200 (L)	ПК1	288	0,02	5,7

Таблица В.2 – Ведомость грузозахватных приспособлений

№ п/п	Наименование поднимаемого элемента	Масса элемента, т	Наименование приспособления	Эскиз приспособления	Характеристика грузозахватного приспособления		Высота строповки, м
					Грузоподъемность, т	Масса, т	
1	Наиболее удаленный элемент по высоте здания – кровельная сэндвич-панель	0,02	Вакуумный захват VacuJet-SP		0,6	0,170	1,2

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.2

2	Самый тяжелый элемент – балка составной двутавр	2,92	Строп 2СК-10,0		10,0	0,051	3,5
3	Самый удаленный элемент по горизонтали – прогон по покрытию	0,144 (швелле р 24 длиной 6 метров)	Строп 2СК-10,0		10,0	0,051	3,5

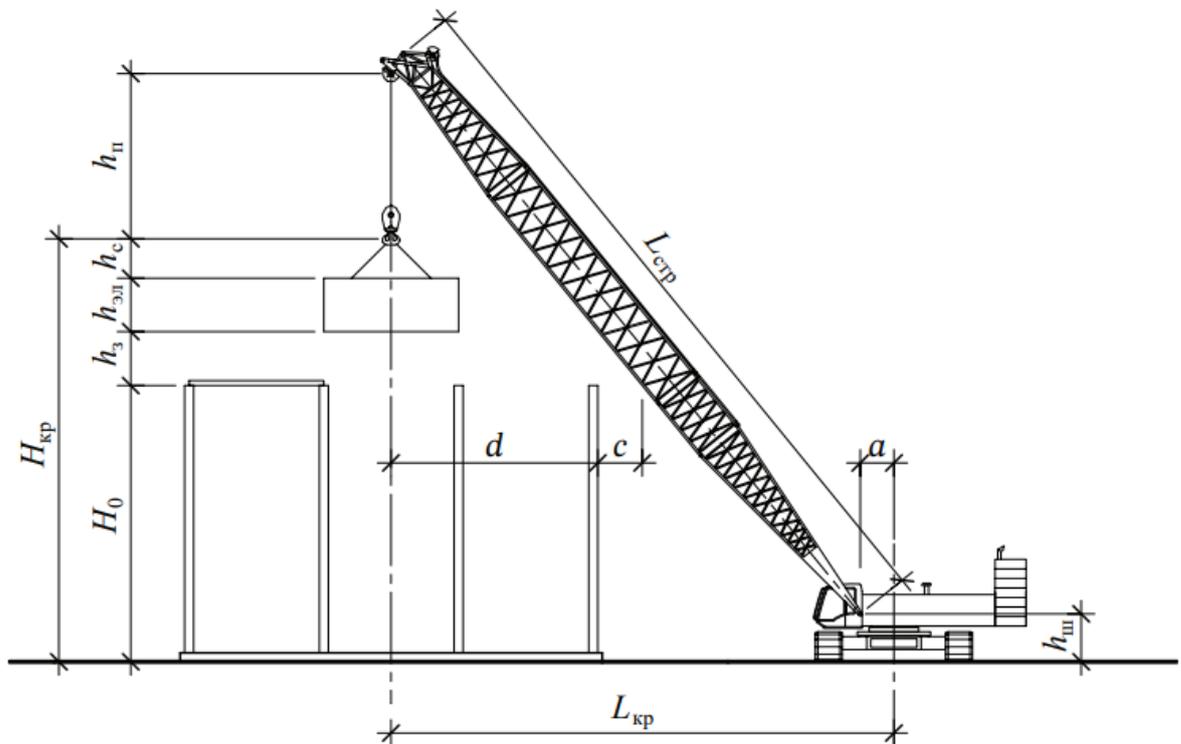


Рисунок В.1 – Схема для определения основных параметров крана<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Схема приведена для наглядности

## Продолжение Приложения В

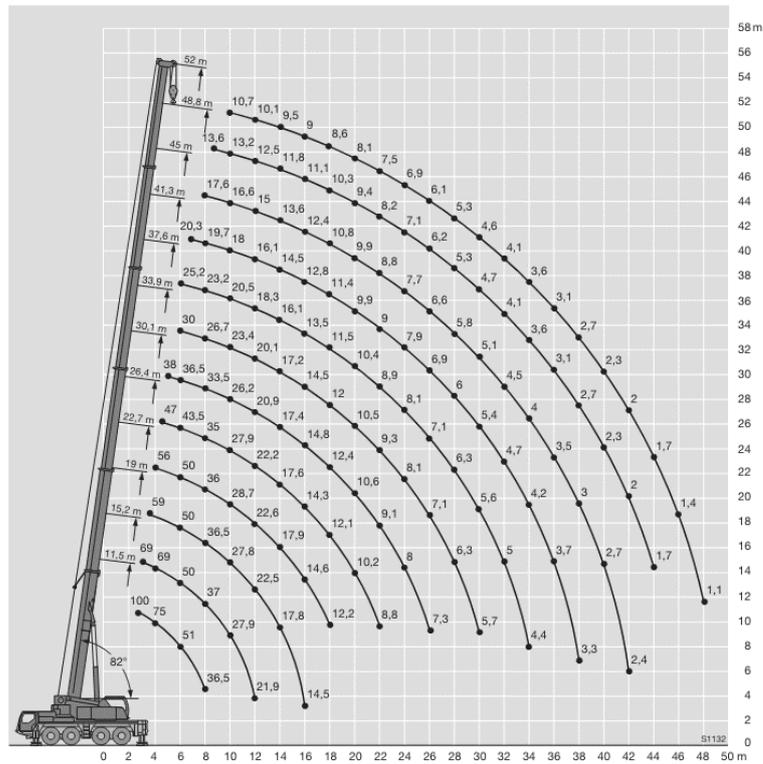
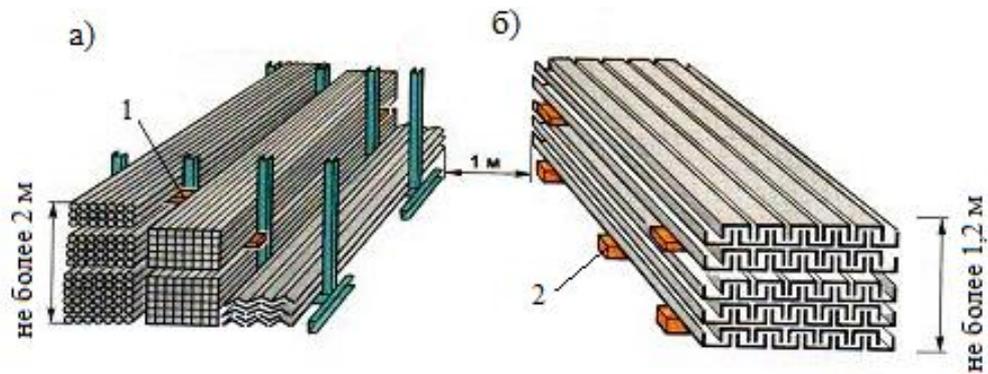


Рисунок В.2 – Технические характеристики крана Liebherr LTM 1100

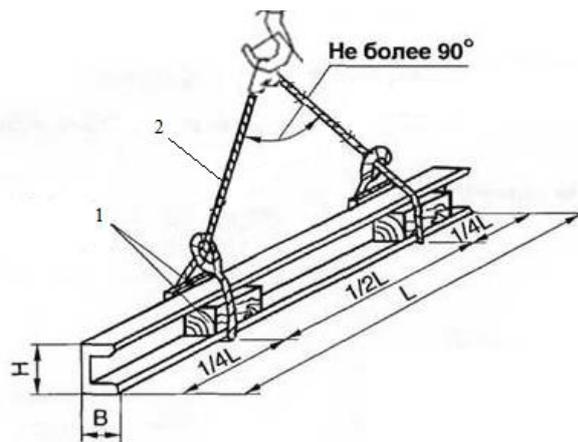
### 4.1



1 – прокладка 60x80; 2 – брус 150x150

Рисунок В.3 – Схема складирования связей (а) и прогонов (б)

## Продолжение Приложения В



1 – инвентарные подкладки; 2 - двухветвевой строп 2СК

Рисунок В.4 – Строповка прогона

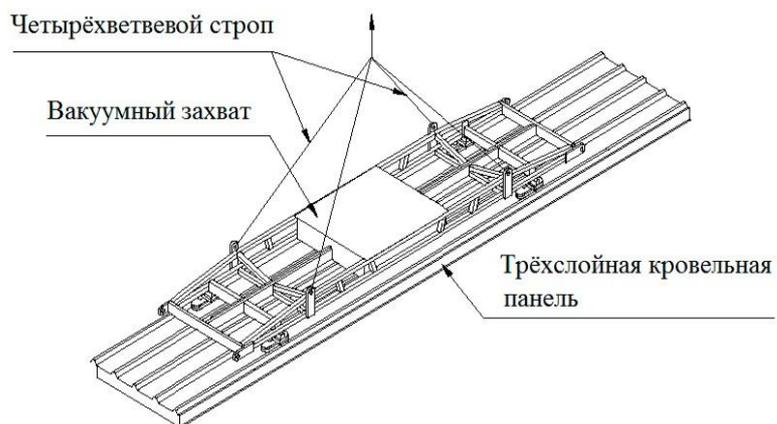


Рисунок В.5 – Схема монтажа кровельных сэндвич-панелей

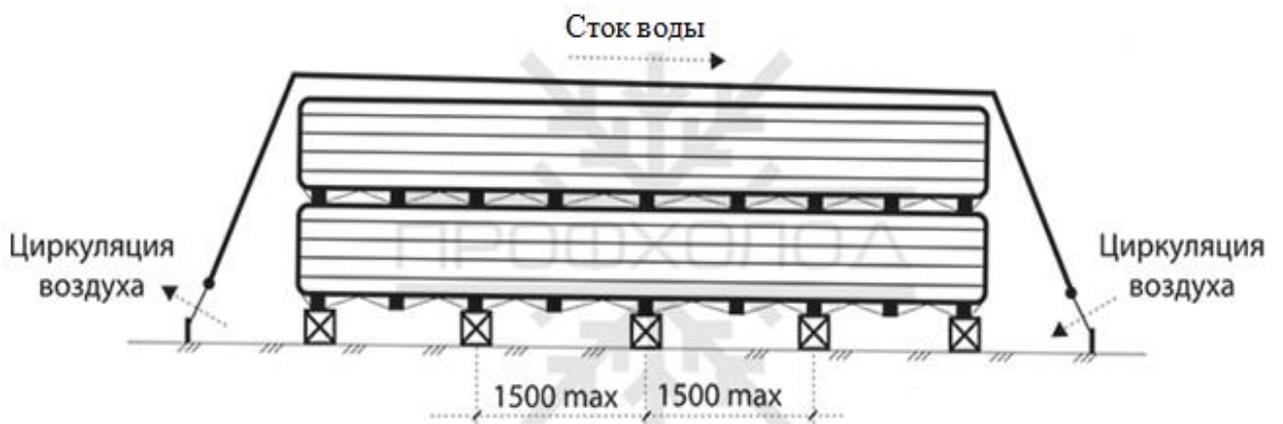


Рисунок В.6 – Схема складирования сэндвич-панелей

## Продолжение Приложения В

Таблица В.3 – Операционный контроль качества монтажа ферм

«Наименование операций, подлежащих контролю»	Контроль качества выполняемых операций		
	Состав контроля	Время проведения	Способ проведения
1	2	3	4
Подготовительные работы	Наличие сертификатов качества и паспортов. Комплектность конструкций. Правильность складирования конструкций. Соответствие элементов конструкций проекту. Наличие внешних дефектов.	До начала монтажных работ	Визуально стальной рулеткой
Подготовка мест установки	Отметка опорных площадок колонн и монтажной вышки. Нанесение разбивочных осей и рисок на опорные площадки колонн и монтажной вышки.	До начала монтажных работ	Теодолитом, стальным метром и рулеткой
Укрупнительная сборка ферм	Соответствие технологии сборки требованиям проекта производства работ. Соответствие размеров ферм проекту. Качество сварных швов и болтовых соединений.	В процессе монтажных работ	Теодолитом, рулеткой и метром
Установка ферм	Соблюдение технологии строповки и временного крепления. Соответствие монтажа проекту производства работ. Отклонения от центров опорных площадок вышки. Расстояние между осями ферм. Вертикальность установки ферм. Качество болтовых соединений.	В процессе монтажных работ	Визуально теодолитом, стальной рулеткой и метром» [10]

## Продолжение Приложения В

Таблица В.4 – Допустимые отклонения размеров при укрупнительной сборке

«Наименование интервалов, мм	Значение допусков, мм		Контроль (метод, вид регистрации, объем)
	Линейных размеров	Равенства диагоналей	
1	2	3	4
от 500 до 2500	5	-	Измерительный, журнал работ, каждый конструктивный элемент и блок
от 2500 до 4000	6	16	
от 4000 до 8000	8	20	
от 8000 до 16000	10	24	Измерительный, журнал работ, каждый конструктивный элемент и блок
от 16000 до 25000	12	30	-
от 25000 до 40000	16	40» [5]	

Таблица В.5 – Предельные отклонения фактического положения смонтированных конструкций

«Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
1	2	3
Фермы, ригели, балки, прогоны: 1 Расстояние между осями ферм, балок, ригелей, по верхним поясам между точками закрепления	±15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
2 Отклонение симметричности установки фермы, балки, ригеля, панели перекрытия и покрытия	±8	То же
3 Расстояние между прогонами	±5	То же
4 Отметки опорных узлов	±10	Измерительный, каждый узел, журнал работ» [5]

## Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.5

«5 Смещение ферм, ригелей, балок с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	±15 0,0013 длины	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема.
6 Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков пояса фермы	закрепленного участка, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
7 Отклонение длины опирания панели на прогоны в поперечном направлении	±5	Измерительный, каждый элемент, журнал работ
8 Отклонение положения центров самонарезающих болтов	±5	То же
9 Отклонение положения центров комбинированных заклёпок: - вдоль настила  - поперёк настила	±20  ±5	То же» [5]

Таблица В.6 – Ведомость потребности в машинах, механизмах и инвентаре

Наименование машин, оборудования, инструментов и приспособлений	Марка, тип, ГОСТ	Количество	Техническая характеристика
1	2	3	4
Монтажный кран	Liebherr LTM 1100 4.1.	1	Грузоподъемность - 100 т; длина стрелы – 48 м.
Кран для разгрузки	КС-45717-1	1	Грузоподъемность - 25 т; длина стрелы – 21 м.
Вакуумный захват VacuJet-SP	VacuJet-SP	1	Грузоподъемность – 0,6 т, длина – 1,2 м
Траверса ПИ «Промстальконструкция»	Тр-20-5	1	Грузоподъемность – 20,0 т, длина – 4,5 м
Строп	2СК-10,0	1	Грузоподъемность – 10,0 т, длина – 3,5 м

Продолжение Приложения В

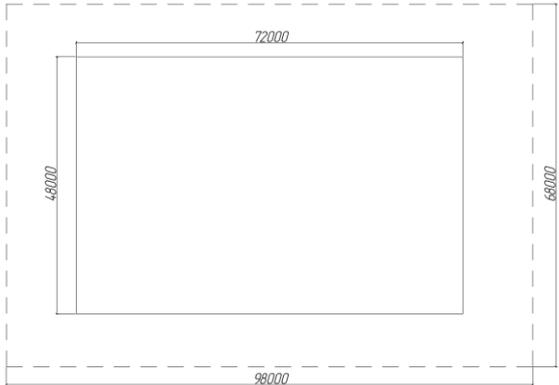
Продолжение таблицы В.6

Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502-80*	2	-
Метр складной металлический	ГОСТ 7253-54	1	-
Полотна ножовочные	ГОСТ 6645-68	10	-
Рамка ножовочная	ГОСТ 17270-71	1	-
Ножницы ручные для резки металла	ГОСТ 7210-75	2	-
Канат пеньковый	-	1	Длина - 500 м, диаметр – 22 мм
Сапоги	ГОСТ 12.4.011-89	11	-
Каска строительная	ГОСТ 12.4.011-89	11	-
Спецодежда	ГОСТ 12.4.011-89	11	-
Очки защитные	ГОСТ 12.4.013-97	6	-
Маска сварщика	-	4	-
Лестница стремянка	«KRAUSE» Corda	2	Максимальная длина – 8,57 м, количество ступеней 3x12
Нивелир	2Н-КЛ	1	-
Теодолит	2Т-30П	1	-
Дрель ударная	Bosch GSB	1	-
Шуруповёрт	Hammer ACD	1	-
Машина шлифовальная	Bosch GWS	2	-
Комплект знаков по ТБ	ГОСТ Р 12.4.026-2001	1	-

Приложение Г

Дополнение к разделу «Организация строительства»

Таблица Г.1 – Ведомость объемов строительно-монтажных работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5
1. Земляные работы				
1	Планировка площадки бульдозером со срезкой растительного слоя	1000 м <sup>2</sup>	6,664	 $F_{\text{сп}} = (a + 20) \cdot (b + 20)$ $F_{\text{сп}} = (68 + 20) \cdot (98 + 20)$ $= 88 \cdot 118 = 10396 \text{ м}^2$
2	Разработка грунта в котловане экскаватором, оборудованным обратной лопатой с ковшом вместимостью 2,5 м <sup>3</sup> , грунт супесь	1000 м <sup>3</sup>	6,845	$V_{\text{котл}} = \frac{1}{3} H_{\text{котл}} \cdot (F_{\text{в}} + F_{\text{н}} + \sqrt{F_{\text{в}} \cdot F_{\text{н}}}), \text{ м}^3$ $H_{\text{котл}} = \chi + H_{\text{констр}} = 0,1 + 1,8 = 1,9 \text{ м,}$ $F_{\text{в}} = A_{\text{в}} \cdot B_{\text{в}}, = 50,412 \cdot 74,412$ $= 3751,26 \text{ м}^2$ $F_{\text{н}} = A_{\text{н}} \cdot B_{\text{н}}, = 3456 \text{ м}^2$ $V_{\text{котл}} = \frac{1}{3} 1,9 \cdot (3751,26 + 3456$ $+ \sqrt{3751,26 \cdot 3456})$ $= 6844,98 \text{ м}^3$
3	Уплотнение грунта самоходными катками	1000 м <sup>2</sup>	0,346	$F_{\text{упл}} = F_{\text{н}} = 3456 \cdot 0,1 = 345,6 \text{ м}^2$
4	Ручная зачистка дна котлована	1000 м <sup>3</sup>	0,342	$V_{\text{зач}} = F_{\text{к}} \cdot 0,05 = 6845 \cdot 0,05 = 342,25 \text{ м}^3$
5	Обратная засыпка котлована	1000 м <sup>3</sup>	6,199	$V_{\text{зас}}^{\text{обп}} = (V_0 - V_{\text{констр}}) \cdot k_p, \text{ м}^3$ $V_{\text{зас}}^{\text{обп}} = (6844,98 - 1546,56) \cdot 1,17$ $= 6199,15 \text{ м}^3$

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

2. Основание и фундаменты				
6	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>	346,6	$V_{\text{бет}} = F_{\text{низ}} \cdot 0,1 = 3456 \cdot 0,1 = 345,6 \text{ м}^3$
7	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны	100 м <sup>3</sup>	1,47	$V_{\text{ф}} = (3,63 \cdot 7 + 3,68 \cdot 26 + 3,29 \cdot 6 + 2,98 \cdot 2) = 146,79 \text{ м}^3$
8	Устройство фундаментных балок	100 шт.	0,40	Устройство фундаментных балок длиной 5,50 метра – 2БФ55, ширина 300 мм – 40 штук
9	Гидроизоляция фундамента	100 м <sup>2</sup>	4,92	$F_{\text{гидр}} = (345,6 + 146,79) = 492,39 \text{ м}^2$
3. Подземная часть				
-	-	-	-	-
4. Надземная часть				
10	Устройство колонн	т	86,7	Металлические колонны сплошного сечения из трех листов: – сечением 480х300 – 67,98 т (33 шт.) Колонны-фахверки: – прокатный двутавр 30К1 300х300 – 18,72 т (18 шт.)
11	Монтаж связей по колоннам	т	12,7	Связи между колоннами из равнополочных уголков 1 этаж – 6,35 т (6 шт.) 2 этаж – 6,35 т (6 шт.)
12	Монтаж балочного перекрытия	т	196,88	– Балка настила двутавровая 30К1 – 156 т (150 шт.) – Главная балка составной двутавр – 40,88 т (14 шт.)
13	Монтаж несъемной опалубки сталебетонных перекрытий из стального профилированного настила	100 м <sup>2</sup>	34,56	– Профнастил МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ Н-60х845-А = 3456 м <sup>2</sup> – Горячекатаная арматура А240 Ø10-Ø16 А500 Ø16 – 154,6 т
14	Укладка бетона по перекрытиям	100 м <sup>2</sup>	34,56	Смеси бетонные тяжелого бетона S=3456 м <sup>2</sup>
15	Монтаж подстропильных ферм	т	4,8	Ферма подстропильная из ГСП 4,8 т (6 шт.)
16	Монтаж стропильных ферм	т	45,11	Ферма стропильная из ГСП 45,11 т (26 шт.)
17	Устройство связей по покрытию	т	33,6	Прогоны металлические из швеллера №22=6000 мм. (240 шт)

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

18	Окраска металлических оштукатуренных поверхностей	100 м <sup>2</sup>	259,74	Краска водоэмульсионная S= 259,74 м <sup>2</sup>
19	Устройство цоколя из кирпича	м <sup>3</sup>	57,03	– Керамический полнотелый кирпич пластического прессования марки КР-р-по 250х120х65/1НФ/100/2.0/50 ГОСТ 530-2012 – 45,1 м <sup>3</sup> (23136 шт.) – Раствор для кладки – 11,93 м <sup>3</sup> (17,66 т.)
20	Установка лестничных маршей и площадок	100 шт.	0,68	Лестницы их сборных железобетонных степеней по серии 1.055.1-1 – 68 шт.
21	Установка шахт лифта	100 шт.	0,02	Установка шахты лифта 2 штуки
22	Устройство лестничных ограждений	100 м	2,04	3 · 68 = 204 м
23	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100 м <sup>2</sup>	36,29	Сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата толщиной 100 мм 480 · 7,56 = 3628,8 м <sup>2</sup>
5. Устройство кровли				
24	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100 м <sup>2</sup>	35,136	Кровельная сэндвич-панель 120х1000х12200 мм 288 · 12,2 = 3513,6 м <sup>2</sup>
25	Устройство брандмауэров	100 м <sup>2</sup>	6,48	72 · 0.045 · 2 = 6.48
6. Устройство полов				
26	Устройство бетонных полов 20 мм	100 м <sup>2</sup>	34,56	Смеси бетонные тяжелого бетона 72 · 48 · 2 = 3456 м <sup>2</sup>
27	Устройство гидроизоляции	100 м <sup>2</sup>	69,12	Слой гидроизоляционной мастики 6912 м <sup>2</sup>
28	Устройство стяжек	100 м <sup>2</sup>	34,56	Устройство выравнивающих стяжек в полах по грунту – 3456 м <sup>2</sup>
29	Устройство покрытий противоскользящих антистатических наливных составом на эпоксидной смоле	100 м <sup>2</sup>	45,36	Устройство наливных полов в производственных помещениях выполняется наливным пол «Базалит» – 4536 м <sup>2</sup>
30	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток	100 м <sup>2</sup>	4,33	Плитка керамогранитная 420х420х8 мм – 432,9 м <sup>2</sup>
31	Устройство плинтусов поливинилхлоридных: на винтах самонарезающих	100 м	2,62	Плинтус поливинилхлоридных: на винтах самонарезающих – 262 м.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

7. Заполнение проемов				
32	Установка оконных блоков из алюминия профилей	100 м <sup>2</sup>	89,1	Окна трехстворчатые однокамерные размером 2000х2970 мм – 15 шт.
			16	Окна двухстворчатые однокамерные размером 2000х2000 мм – 4 шт.
			5,4	Окна двухстворчатые однокамерные размером 1160х1160 мм – 4 шт.
33	Установка подоконных досок из алюминия	100 м	0,57	Установка подоконных досок – 57140 мм
34	Установка дверей: – внутренние – металлические внутренние	100 м <sup>2</sup>	35,54	Блоки дверные внутренние 1,01х2,07 м Блоки дверные двухстворчатые внутренние 1,51х2,07 м
			56,26	
35	Установка ворот	т	0,12	Металлические двери внутренние и наружные 2х2,07 м
			1,8	Ворота распашные 3,0х3,0 м – 3 шт
36	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке	100 м <sup>2</sup>	1,3	Ворота откатные 2,85х3,0 м – 1 шт
			0,48	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 4000х6000 мм – 2 шт.
			0,6	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 5000х6000 мм – 2 шт.
			0,72	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 6000х6000 мм – 2 шт.
8. Отделочные работы				
37	Облицовка мрамором ступеней	100 м <sup>2</sup>	0,27	Плитка мраморная 330х1200х30 мм – 68 шт.
38	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей	100 м <sup>2</sup>	18,13	Раствор готовый отделочный тяжелый цементно-известковой Помещения №№ 4; 5; 7; 8; 18; 22; 23; 32; 34; 35; 36; 37; 38; 41 S= 1812,684 м <sup>2</sup>
39	Штукатурка лестничных маршей и площадок	100 м <sup>2</sup>	3,69	Раствор готовый отделочный тяжелый цементно-известковой S=369,36 м <sup>2</sup>
40	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по штукатурке стен	100 м <sup>2</sup>	21,82	Краска водоэмульсионная Помещения №№ 4; 5; 7; 8; 18; 22; 23; 32; 34; 35; 36; 37; 38; 41; лестничные марши. S=2182,044 м <sup>2</sup>

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

41	Облицовка потолков гипсокартонными листами: по деревянному каркасу с откосом 5 см с установкой нащельников	100 м <sup>2</sup>	5,03	Листы гипсокартонные Помещение №№ 4; 5; 7; 8; 18; 32; 34; 35; 37; 38; 41 503,16 м <sup>2</sup>
42	Устройство подвесного потолка реечного металлического	100 м <sup>2</sup>	0,62	Влажные помещения №№ 22; 23; 35; 36 61,57 м <sup>2</sup>
9. Благоустройство территории				
43	Устройство асфальтобетонных покрытий дорожек и тротуаров однослойных из литой мелкозернистой асфальтобетонной смеси	100 м <sup>2</sup>	91,594	Устройство асфальтобетонных покрытий дорожек и тротуаров однослойных из литой мелкозернистой асфальтобетонной смеси толщиной 3см
44	Планировка участка: ручную	100 м <sup>2</sup>	86,97	
45	Посадка деревьев	10 шт.	2,7	Тополь пирамидальный
46	Устройство газона методом гидропосева	100 м <sup>2</sup>	86,97	
47	Посадка цветов в клумбы	1000 шт.	1	

Продолжение Приложения Г

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

№ п/п	Работы			Изделия, конструкции, материалы			
	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Вес единицы	Потребность на весь объем работ
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>		Смеси бетонные тяжелого бетона	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{1}{2,5}$
2	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны	100 м <sup>3</sup>	3,456	Смеси бетонные тяжелого бетона	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,42}$	$\frac{345,6}{812,16}$
				Арматура	т		64,48
3	Устройство фундаментных балок	100 шт		Балки фундаментные по ГОСТ 28737-2016 длиной 5500 мм.			
			0,40	– 2БФ55, шириной 300 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,92}$	$\frac{40}{36,8}$
4	Гидроизоляция фундамента	100 м <sup>2</sup>	4,92	Материалы гидроизоляционные рулонные ТЕХНОНИКОЛЬ	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0015}$	$\frac{492}{0,74}$
5	Устройство цоколя из кирпича	м <sup>3</sup>	45,1	– Керамического полнотелого кирпича пластического прессования марки КР-р-по 250х120х65/1НФ/100/2.0/50 ГОСТ 530-2012	$\frac{\text{м}^3}{\text{шт}}$	$\frac{1}{400}$	$\frac{45,1}{23136}$
			11,93	– Раствор для кладки	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{11,93}{17,66}$

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

6 Монтаж и установка сборных металлических конструкций							
				Колонны стальные высотой			
6.1	Монтаж колонн	т	67,98	Составная колонна из трех листов 480x300	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,06}$	$\frac{33}{67,98}$
6.2	Монтаж стальных колонн-фахверков	т	18,72	Балка двутавровая 30К1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,04}$	$\frac{18}{18,72}$
6.3	Монтаж связей	т	12,7	Портальные связи между колоннами из равнополочных уголков	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,063}$	$\frac{12}{12,7}$
6.4	Установка лестниц	100 шт.	0,68	Лестницы их сборных железобетонных степеней по серии 1.055.1-1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,135}$	$\frac{68}{9,18}$
6.5	Монтаж балочного перекрытия	т	196,8 8	– Балка настила двутавровая 30К1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,04}$	$\frac{150}{156}$
				– Главная балка составной двутавр	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,92}$	$\frac{14}{40,88}$
6.6	Монтаж несъемной опалубки сталебетонных перекрытий из стального профилированного настила	100 м <sup>2</sup>	34,56	– Профнастил	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,00817}$	$\frac{3456}{28,23}$
				Горячекатаная арматура А240 Ø10-Ø16 А500 Ø16	т		154,6
				Бетон В30	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{518,4}{1296}$
6.7	Монтаж подстропильных ферм	т	4,8	Ферма металлическая из ГСП	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,8}$	$\frac{6}{4,8}$
6.8	Монтаж стропильной фермы	т	45,11	Ферма металлическая из ГСП	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,735}$	$\frac{26}{45,11}$
6.9	Монтаж прогонов	т	33,6	Прогоны металлические из швеллера №22=6000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,14}$	$\frac{240}{33,6}$
6.10	Монтаж стеновых сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиизоцианурата	100 м <sup>2</sup>	36,29	Сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата толщиной 100 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,03}$	$\frac{3629}{108,86}$

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

6.11	Монтаж перегородок сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиизоцианурата	100 м <sup>2</sup>	25,42	Сэндвич-панели с утеплителем из пенополиизоцианурата толщиной 100 мм	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,03}$	$\frac{2542}{76,26}$
7	Устрой кровли						
7.1	Монтаж кровельных сэндвич-панели	100 м <sup>2</sup>	35,13 6	Кровельная сэндвич-панель 120x1000x12200	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,26}$	$\frac{288}{74,9}$
8	Устройство полов						
8.1	Устройство бетонных полов 200 мм	100 м <sup>2</sup>	34,56	Смеси бетонные тяжелого бетона	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,8}$	$\frac{3456}{6220,8}$
8.2	Устройство полимерных наливных полов	100 м <sup>2</sup>	45,36	Наливные полы БАЗАЛИТ	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,0024}$	$\frac{4536}{10,89}$
9	Окна и двери						
9.1	Установка оконных блоков из алюминиевых профилей	100 м <sup>2</sup>	89,1	Окна трехстворчатые однокамерные размером 2000x2970 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,5}$	$\frac{15}{7,5}$
			16	Окна двухстворчатые однокамерные размером 2000x2000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,3}$	$\frac{4}{1,2}$
			5,4	Окна двухстворчатые однокамерные размером 1160x1160 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,13}$	$\frac{4}{0,52}$

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

9.2	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке	100 м <sup>2</sup>	0,48	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 4000х6000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,7}$	$\frac{2}{1,4}$
			0,6	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 5000х6000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{2}{2}$
			0,72	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 6000х6000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{2}{2,6}$
9.2	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке	100 м <sup>2</sup>	1,8	Панели фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке размером 2000х6000 мм	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,3}$	$\frac{15}{4,5}$
9.3	Установка дверных блоков во внутренних стенах	100 м <sup>2</sup>	35,54	Блоки дверные внутренние 1,01х2,07 м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,06}$	$\frac{17}{1,02}$
			56,26	Блоки дверные двухстворчатые внутренние 1,51х2,07 м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,084}$	$\frac{18}{1,512}$
9.4	Установка металлических дверей в наружных и внутренних стенах	т	0,12	Блоки дверные двухстворчатые наружные 2х2,07 м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,12}$	$\frac{1}{0,12}$
9.5	Установка металлических ворот в наружных стенах	т	1,8	Ворота распашные 3,0х3,0 м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{3}{1,8}$
			1,3	Ворота откатные 2,85х3,0 м	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,3}$	$\frac{1}{1,3}$

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.2

10	Отделочные работы						
10.1	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей	100 м <sup>2</sup>	263,5 2	Раствор готовый отделочный тяжелый цементно-известковой	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{527,04}{790,56}$
10.2	Окраска стен, потолков вододисперсионной краской в три слоя	100 м <sup>2</sup>	259,7 4	Краска вододисперсионная	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{0,0005}$	$\frac{527,04}{0,263}$
10.3	Облицовка пола во вспомогательных помещениях керамогранитной плиткой	100 м <sup>2</sup>	4,33	Плитка керамогранитная 420х420х8 мм	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,02717}$	$\frac{432,9}{11,76}$
10.4	Облицовка мрамором ступеней	100 м <sup>2</sup>	26,928	Плитка мраморная 330х1200х30 мм	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,0117}$	$\frac{26,928}{11,76}$

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

№ п/п	Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Технические характеристики	Назначение	Кол-во, шт.
1	Экскаватор	Liebherr D944 A7-23	Ковш 2,5 м <sup>3</sup>	Разработка грунта	2
2	Бульдозер	ЧЕТРА T20.02ЯМ	Мощность номинальная, кВт (л.с.): 243 (330) / 246 (335)	Планировочные работы	1
3	Прицепной каток	ДУ-85	12,5 т	Уплотнение грунта	1
4	Каток самоходный	ДУ-10А	1,5	Благоустройство	1
5	Автогрейдер	Д-598		Благоустройство	1
6	Асфальтоукладчик	ДС-1		Благоустройство	1
7	Автосамосвал	DAEWOO CR8M7	8 т	Перевозка грунта	4
8	Самоходный стреловой кран	Liebherr LTM 1100 4.1	100 т, 48 м.	Подача материалов и оборудования	1

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.3

9	Самоходный стреловой кран				1
10	Стационарный бетононасос	Putzmeister BSA 2110 HP D	Высота подачи бетонной смеси до 200 м	Бетонные работы	1
11	Автобетоносмеситель	Concrete Mixer Truck 8cbm	8 м <sup>3</sup>	Доставка бетона	6
12	Глубинный вибратор	ИВ-47	Радиус действия 0,44 м, мощность 1,2 кВт	Уплотнение бетонной смеси	4
13	Компрессор	ЗИФ-55	5м <sup>3</sup> /мин	Подача сжатого воздуха	1
14	Сварной трансформатор	СТН-500	34 кВт	Электросварочные работы	1
15	Трансформатор для прогрева бетона	КТП ТО-80	80кВт	Электропрогрев бетона	2
16	Штукатурная станция	УШОС-4	4,6 м <sup>3</sup> /ч	Отделочные работы	1
17	Растворонасос	СО-30	4 м <sup>3</sup> /ч	Отделочные работы	1

Таблица Г.4 – Ведомость затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование (№, ГЭСН)	Норма времени		Трудоемкость			Профессиональный, квалификационный состав звена рекомендуемый ЕНиР
				Чел-час	Ма-ш-час	Объем работ	Чел-дн	Ма-ш-см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12
1. Земляные работы									
1	Планировка площадки бульдозером со срезкой растительного слоя бульдозерами мощностью: 243 кВт (330 л.с.)	1000 м <sup>2</sup>	ГЭСН 01-01-036-04	0,11	0,11	6,664	0,09	0,09	Машинист 6 р.-1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

2	Разработка грунта в котловане экскаватором, оборудованным обратной лопатой с ковшом вместимостью 2,5 м <sup>3</sup> , грунт супесь	1000 м <sup>3</sup>	ГЭСН 01-01-010-01	4,28	4,28	6,845	3,6	3,6	Машинист экскаватора 6 р. - 1 чел.
3	Уплотнение грунта самоходными катками	1000 м <sup>2</sup>	ГЭСН 01-02-012-05	3,15	2,7	0,346	0,136	0,117	Машинист 6 р. - 1 чел.
4	Ручная зачистка дна котлована	1000 м <sup>3</sup>	ГЭСН 01-02-057-01	118	-	0,342	40,36	-	Землекоп 3 р. - 1 чел.
5	Обратная засыпка котлована	1000 м <sup>3</sup>	ГЭСН 29-02-026-03	4,36	3,54	6,199	3,38	2,74	Машинист экскаватора 6 р. - 1 чел.
2. Основание и фундаменты									
6	Устройство бетонной подготовки	м <sup>3</sup>	ГЭСН 11-01-002-09	3,66	-	346,6	158,57	-	Бетонщик 4 р. - 1 чел.
7	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны	100 м <sup>3</sup>	ГЭСН 06-01-001-05	634	0,62	1,47	116,5	0,11	Монтажники 4 р. - 1 чел., 3 р. - 1 чел., Машинист крана 6 р. - 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

8	Устройство фундаментных балок	100 шт.	ГЭСН 07-01-001-15	375	40,46	0,40	18,75	2,02	Монтажники конструкций 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел. Машины ст крана 6 р. – 1 чел.
9	Гидроизоляция фундамента	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 08-01-003-03	20,1	-	4,92	12,36	-	Гидроизолировщики 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
3. Подземная часть									
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Надземная часть									
10	Устройство колонн	т	ГЭСН 09-03-002-02	6,44	1,7	86,7	69,79	18,42	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 5 р. – 1 чел.; 4 р. – 2 чел.; 3р. – 1 чел. Машины ст 6 р. – 1 чел.
11	Монтаж связей по колоннам	т	ГЭСН 09-03-014-01	39,55	4,01	12,7	62,8	6,36	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 5 р. – 1 чел.; 4 р. – 2 чел.; 3р. – 1 чел. Машины ст 6 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

12	Монтаж балочного перекрытия	т	ГЭСН 09-03-002-12	15,6	2,88	196,88	383,9	70,9	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 5 р – 1 чел.; 4 р. – 2 чел.; 3р. – 1 чел. Машинист 6 р. – 1 чел.
13	Монтаж несъемной опалубки сталебетонных перекрытий из стального профилированного настила	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 06-26-001-01	15,93	1,24	34,56	68,8	5,3	Монтажники конструкций 6 р. – 1 чел., 4 р. – 2 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел. Электросварщик 5 р. – 1 чел. Бетонщик 4 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.
14	Укладка бетона по перекрытиям	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 06-03-003-01	20,2	1,5	34,56	89,8	6,48	Бетонщик 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел.
15	Монтаж подстропильных ферм	т	ГЭСН 09-03-012-01	23	4,82	4,8	13,8	2,9	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 4 р. – 3 чел.; 3р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

16	Монтаж стропильных ферм	т	ГЭСН 09-03- 012-01	23	4,8 2	45,1 1	129, 7	27,18	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 4 р. – 3 чел.; 3р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.
17	Устройство связей по покрытию	т	ГЭСН 09-03- 014-01	39,55	4,0 1	33,6	166, 11	16,84	Монтажник 6 р. – 1 чел.; 5 р. – 1 чел.; 4 р. – 2 чел.; 3р. – 1 чел. Машинист 6 р. – 1 чел.
18	Окраска металлических огрунтованных поверхностей	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 13-03- 004-26	2,13	0,0 2	259, 74	69,1 5	0,64	Маляр 3р. – 1 чел., 4р. – 1 чел.
19	Устройство цоколя из кирпича	м <sup>3</sup>	ГЭСН 08-02- 011-01	9,81	-	57,0 3	69,9	-	Каменщик 5 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел.
20	Установка лестничных маршей и площадок	100 шт.	ГЭСН 07-01- 047-01	175	54, 55	0,68	14,8 7	4,6	Монтажник 4 р. – 2 чел.; 3р. – 1 чел., 2р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

21	Установка шахт лифта	100 шт.	ГЭСН 07-05-035-04	268	38,5	0,02	0,67	0,09	Монтажники конструкции 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 2 чел. Машины ст крана 6 р. – 1 чел.
22	Устройство лестничных ограждений	100 м	ГЭСН 07-05-016-05	10,44	-	2,04	2,6	-	Монтажник 4 р. – 1 чел. Электросварщик 3р. – 1 чел.
23	Монтаж стеновых сэндвич-панелей	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 09-04-006-04	152	19,56	36,29	689,51	89,38	Монтажники конструкции 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 2 чел. Машины ст крана 6 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

5. Устройство кровли									
24	Монтаж кровельных сэндвич-панелей	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 09-04-002-03	45,2	2,21	35,136	198,5	9,7	Монтажники конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 2 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.
25	Устройство брендмауэров	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 12-01-010-01	97,02	0,27	6,48	78	0,22	Кровельщики 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.
6. Устройство полов									
26	Устройство бетонных полов	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 11-01-014-03	36	12,76	34,56	155,52	55,12	Бетонщики 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
27	Устройство гидроизоляции	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 11-01-004-01	29,6	-	69,12	255,7		Гидроизолировщик 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
28	Устройство стяжек	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 11-01-011-03	36,6	4,05	34,56	158,1	17,5	Бетонщики 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

29	Устройство покрытий противоскользящих антистатических наливных составом на эпоксидной смоле	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 11-01-045-04	12,36	-	45,36	70,08		Изолировщик 5р. – 1 чел., 4р. – 1 чел. 3р. – 1 чел.
30	Устройство покрытий на цементном растворе из плиток	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 11-01-027-02	106	-	4,33	57,37		Облицовщик-плиточник 4р. – 1 чел. 3р. – 1 чел.
31	Устройство плинтусов поливинилхлоридных: на винтах самонарезающих	100 м	ГЭСН 11-01-040-03	6,68	-	2,62	2,18		Облицовщик 4р. – 1 чел. 2р. – 1 чел.
7. Заполнение проемов									
32	Установка оконных блоков из алюминия профилей	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 09-04-009-04	92,35	5,52	1,105	12,75	0,76	Монтажники конструкций 5р. – 1 чел., 4р. – 1 чел. 3р. – 1 чел. Машинист крана 6 р. – 1 чел.
33	Установка подоконных досок из алюминия	100 м	ГЭСН 10-01-035-03	19,61	-	0,57	1,4	-	Кровельщик по стальным кровлям 3 р. – 1 чел., 2р. – 1 чел.
34	Установка дверей: – в наружных стенах – в перегородках	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 09-04-012-01	2,4	-	0,96	0,288	-	Плотник 4 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

35	Установка ворот	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 10-01- 046-01	228,66	11, 93	0,35 4	10,1 2	4,22	Плотник 4 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел. Машини ст крана 6 р. – 1 чел.
36	Монтаж навесных панелей фасадов из герметичных стеклопакетов в алюминиевой обвязке	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 09-04- 010-03	322,73	19, 95	1,26	52,4	25,14	Монтаж ники констру кций 5р. – 1 чел., 4р. – 1 чел. 3р. – 1 чел. Машини ст крана 6 р. – 1 чел.
8. Отделочные работы									
37	Облицовка мрамором ступеней	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-01- 010-01	550	-	0,27	18,5	-	Облицов щик- плиточн ик 4р. – 1 чел. 3р. – 1 чел
38	Сплошное выравнивание внутренних поверхностей (однослойное оштукатуривание) из сухих растворных смесей	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-02- 019-03	32,49	-	18,1 3	73,6	-	Штукат уры 4р. – 2 чел., 3 р. – 2 чел., 2 р. – 1 чел.
39	Штукатурка лестничных маршей и площадок	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-02- 034-01	82		3,69	37,8 2		Штукат уры 4р. – 2 чел., 3 р. – 2 чел., 2 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

40	Окраска водно-дисперсионными акриловыми составами улучшенная: по штукатурке стен	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-04-007-01	43,56	-	21,82	118,8		Моляр строительный 4р. – 2 чел., 3 р. – 2 чел., 2 р. – 1 чел.
41	Облицовка потолков гипсокартонным и листами: по деревянному каркасу с откосом 5 см с установкой нащельников	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-01-047-10	789,8	-	5,03	496,58	-	Штукатуры 4р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., .
42	Устройство подвесного потолка реечного металлического	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 15-01-047-16	108,36	-	0,62	8,4	-	Монтажники конструкций 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел.
9. Благоустройство территории									
43	Устройство асфальтобетонных покрытий дорожек и тротуаров однослойных из литой мелкозернистой асфальтобетонной смеси	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 27-07-001-01	14,4	0,07	91,594	164,772	0,8	Дорожные рабочие 4р. – 1 чел., 3 р. – 3 чел., 2 р. – 3 чел.
44	Планировка участка: вручную	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 47-01-001-02	10,2	-	86,97	110,9	-	Землекоп 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

45	Посадка деревьев и кустарников с комом земли	10 шт.	ГЭСН 47-01-009-01	3,92	-	2,7	1,32 3	-	Рабочий зеленого строительства 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
46	Устройство газона методом гидропосева	100 м <sup>2</sup>	ГЭСН 47-01-045-01	0,06	-	86,9 7	0,65	-	Рабочий зеленого строительства 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
47	Посадка цветов в клумбы	1000 шт.	ГЭСН 47-01-054-01	5,7	-	1	0,71	-	Рабочий зеленого строительства 5 р. – 1 чел., 4 р. – 1 чел., 3 р. – 1 чел., 2 р. – 1 чел.
	Итого основных работ:						4284,151	206,95	
	Затраты труда на подготовительные работы	%	10				428,4	20,7	
	Затраты труда на санитарно-технические работы	%	5				214,2	10,35	Монтажник сан. тех. систем 5 р. – 13 чел., 4 р. – 10 чел.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.4

	Затраты труда на электромонтажные работы	%	5				214,2	10,35	Электромонтажник 5 р. – 15 чел., 4 р. – 10 чел.
	Затраты труда на неучтенные работы	%	16				685,46	33,112	
	Всего:						5826,411	281,46	

Таблица Г.5 – численность рабочих по видам строительства

Вид строительства	ИТР, %	Служащие, %	МОП, %
Промышленное	11	3,6	1,5
Итого (чел)	7	3	1

Таблица Г.6 – нормативы площадь для расчета временных зданий

«Наименование помещений	Наименование показателей	Ед. изм.	Нормативный показатель П <sub>н</sub>	Примечание
1. Административные помещения				
Контора прораба, начальника участка (прорабская)	Площадь на 5 человек	м <sup>2</sup>	24	Размещение ИТР
	На 1 сотрудника	м <sup>2</sup>	3,0–4,0	
Диспетчерская	На 3 человека	м <sup>2</sup>	7	Проведение совещаний
Кабинет по охране труда	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,75	Проведение инструктажей
Проходная (в зависимости от количества ворот)	На 1 человека	м <sup>2</sup>	6–9	Сборно-разборная, 2х3
Помещение для технической учебы и собраний	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,75	Проведение собраний» [8]

## Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.6

2. «Санитарно-бытовые помещения»				
Гардеробная	На 1 человека	м <sup>2</sup> двойной шкаф	0,7	Переодевание, хранение спецодежды (100% рабочих)
Душевая	На 1 человека На 1 душ Число человек на 1 душ	м <sup>2</sup> м <sup>2</sup> чел	0,54 3,0–3,5 10–20	50-80 % рабочих
Умывальная	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,065	для всех работающих
Помещение для сушки одежды и обуви	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,2	100 % рабочих
Помещение для приема пищи	На 1 обедающего	м <sup>2</sup>	1,0–1,2	Одновременно обедающих 30 % от всех рабочих
Помещения для обогрева рабочих (располагается не далее 150 м от рабочих мест)	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,75–1,0	Помещением пользуются 50 % максимальной смены рабочих
Помещение для отдыха, обогрева и приема пищи	На 1 человека	м <sup>2</sup>	1	100 % рабочих
Туалет	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,1	Для всех работающих
Медпункт	На 300 человек	м <sup>2</sup>	70	Для всех работающих
Столовая (буфет)	На 1 человека	м <sup>2</sup>	0,7	для 50% работающих (в 2 смены)
3. Производственные				
Мастерская			не менее 20	
4. Складские				
Кладовая объектная			не менее 25» [8]	

Таблица Г.7 – Расчет временных зданий

№ п/п	Наименование зданий	Численность персонала	Норма площади	Расчетная площадь	Принимаемая площадь	Размеры АхВх С, м	Кол-во зданий	Характеристика
1. Служебные помещения								
1	Контора прораба (обычного исполнения)	5	3 на чел	24	25,1	8х3,5х3,1	1	Контейнерный, 494-4-16
2	Диспетчерский пункт на 3 раб. мест.	2	7 на чел.	14	23,7	8,7х2,9х3,6	1	Передвижной ПДП-3
3	Помещение для проведения собраний	77	24 м <sup>2</sup> на 100 чел.	24	24	9х3х3	1	Контейнерный КОСС-КУ
2. Санитарно-бытовые помещения								
4	Гардеробная на 14 человек	62	0,7	43,4	24	9х3х3	2	Контейнерный ГОСС-Г-14
5	Туалет на 6 очков	77	0,1	7,7	25	8х3,5х2,8	1	Контейнерный 494-4-11
6	Душевая на 6 человек	62 (50% рабочих)	0,54	16,74	24	9х3х3	1	Контейнерный ГОССД-6
7	Столовая раздаточная на 22 посадочных места	77 (30 % от всех рабочих)	1 на чел	23,1	24	8х2,9х2,5	1	Передвижной СРП-22
8	Помещение для отдыха, обогрева рабочих	62	0,75 на чел.	46,5	14,4	6х2,4х3	3	Передвижной 420-04-9
9	Помещение для сушки одежды и обуви	62	0,2 на чел	12,4	20	8,7х2,9х3,8	1	Передвижной ВС-8
10	Медпункт	77	на 300 чел 70 м <sup>2</sup>	18	24	9х3х3	1	Передвижной ГОСС МП

Таблица Г.8 – расчет потребной площади складов

«Материалы изделия и конструкции»	Продолжительность потребления, дни	Потребность в ресурсах		Запас материалов		Площадь склада			Способ хранения» [8]
		общая	суточная	на сколько дней	кол-во $Q_{\text{зап}}$	норматив на $1 \text{ м}^2$	полезная $F_{\text{пол}}, \text{ м}^2$	Общая $F_{\text{общ}}, \text{ м}^2$	
<b>1. Открытые склады</b>									
Сталь-прокат, т	81	230,7	2,85	15,0	21,45	1,25	76,4	78	штабель
Кирпич тыс., шт.	18	102,3	3,59	5	7,15	2,5	101,6	102	в палетах на поддоне
Щебень, графий, $\text{м}^3$ ,	77	276,5	5,68	5	7,15	0,7	17,97	18	навалом
Металлоконструкции, т	76	218,6	3,04	15	21,45	3,3	214,9	216	штабель
								$\sum$ 414	
<b>2. Навесы</b>									
Гидроизоляционные материалы т	28	492,39	17,58	5	98,48	3,3	38,8	108	штабель
Сэндвич-панели	40	7142,6	446,4	5	89,2	3,3	30	216	штабель
								$\sum$ 324	
<b>3. Закрытый склад</b>									
Краски	14	259,74	18,55	5	92,75	3,3	38,8	26	штабель
Керамическая плитка	4	433,9	108,2	4	433,9	3,3	38,8	16	штабель
								$\sum$ 42	

Таблица Г.9 – Расчет воды на производственные нужды

Наименование работ, ед. изм	Количество единиц СМР	Продолжител ьность работы, дн	Расход воды, л		
			на едини- цу	всего	в смену
1	2	3	4	5	6
Поливка бетона (лето), м <sup>3</sup> /сут	345,6	90	200	69120	768
Приготовление штукатурного раствора, м <sup>3</sup>	12,2	12	200	2440	203,3
Штукатурные работы при готовом растворе, м <sup>2</sup>	2444,2	12	7	17109	712,9
Малярные работы, м <sup>2</sup>	1763,4	4	1	1763,4	220,4
Мойка машин, маш/сут	2	-	400	800	400
Приготовление раствора, м <sup>3</sup>	11,93	17	200	2386	140,35
Поливка кирпича, 1000 шт	23,136	17	200	4627,2	272,2
Итого максимальный суточный расход воды 2717,15 л					

Таблица Г.10 – Расчёт мощности на силовые нужды

Потребители	Установленная мощность, кВт	K <sub>c</sub>	cosφ	P <sub>p</sub> , кВт
1	2	3	4	5
Вибраторы	2x1,4	0,15	0,6	0,7
Электротрамбовки	2x0,4	0,15	0,6	0,2
Сварочные аппараты	4x3,5	0,35	0,7	7,0
Болгарки	2x2	0,15	0,6	1,0
Дрели	2x0,76	0,15	0,6	0,38
Итого				9,28

Таблица Г.11 – Определение мощности внутреннего освещения

Потребители электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность, кВт/ м <sup>2</sup>	Мощность кВт
1	2	3	4	5
Прорабская	м <sup>2</sup>	18	0,015	0,27
Гардеробы		18	0,015	0,27
Душевая		18	0,015	0,27
Туалеты		1,32	0,005	0,0066
Буфет		18	0,015	0,27
Помещение для обогрева		18	0,015	0,27
Закрытые склады		16	0,004	0,064
Итого				1,42

## Приложение Д

### Дополнение к разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

Таблица Д.1 – Технологический паспорт

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности, выполняющего технологический процесс	Оборудование устройство, приспособление	Материалы вещества»[1]
Монтаж металлических конструкций покрытия здания	Доставка, разгрузка, сборка при укрупнении, строповка и подъем; установка, выверка; закрепление	монтажник, стропальщик; машинист крана; электросварщик	Автомобильный кран, тягач с полуприцепом, рулетка; такелаж; стропильная ферма; гайковерт, навесная площадка, распорка, сварочный аппарат	сварочные электроды

Таблица Д.2 – Идентификация профессиональных рисков

«Опасность	Опасное событие	Источник риска
«Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту.» [приказ №776н, п.22] «Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [приказ №776н, п.20]	«Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме» [приказ №776н, п.22.1] «Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [приказ №776н, п.20.1]	Тягач, автомобильный кран, элементы стропильной ферм

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.2

«Опасность	Опасное событие	Источник риска
<p>«Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту.» [приказ №776н, п.22]</p> <p>«Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [приказ №776н, п.20]</p>	<p>«Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме» [приказ №776н, п.22.1],</p> <p>«Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [приказ №776н, п.20.1]</p> <p>«Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [приказ №776н, п.3.2]</p>	<p>Автомобильный кран, элементы стропильных ферм</p>
<p>«Груз, инструмент или предмет, перемещаемый или поднимаемый, в том числе на высоту.» [приказ №776н, п.22]</p> <p>«Повышенный уровень шума и другие неблагоприятные характеристики шума» [приказ №776н, п.20]</p> <p>«Вредные химические вещества в воздухе рабочей зоны» [приказ №776н, п.9]</p>	<p>«Удар работника или падение на работника предмета, тяжелого инструмента или груза, упавшего при перемещении или подъеме» [приказ №776н, п.22.1],</p> <p>«Снижение остроты слуха, тугоухость, глухота, повреждение мембранной перепонки уха, связанные с воздействием повышенного уровня шума и других неблагоприятных характеристик шума» [приказ №776н, п.20.1]</p> <p>«Падение с высоты или из-за перепада высот на поверхности» [приказ №776н, п.3.2]</p> <p>«Отравление воздушными взвешьями вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны» [приказ №776н, п.9.1]</p>	<p>Сварочный аппарат</p>

Таблица Д.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных факторов

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
Поставка и разгрузка металлических ферм в рабочей зоне крана	«Повышение уровня механизации и автоматизации, использование современной высокопроизводительной техники (применение приборов, машин, приспособлений, позволяющих осуществлять производственные процессы без физических усилий человека, лишь под его контролем)» [приказ №776н, п.22.1.1] «Исключение веса груза, превышающего грузоподъемность средства его перемещения (разделение на несколько операций с менее тяжелым грузом)» [приказ №776н, п.22.1.2] «Оптимальная логистика, организация небольшого промежуточного склада наиболее коротких удобных путей переноса груза» [приказ №776н, п.22.1.3] «Соблюдение эргономических характеристик рабочего места (благоприятные позы и эффективные движения)» [приказ №776н, п.22.1.4] «Обеспечение безопасных условий труда (ровный нескользкий пол, достаточная видимость, удобная одежда, обувь)» [приказ №776н, п.22.1.5]	Машинист крана автомобильного (крана-манипулятора)	Одежда специальная защитная	Костюм-для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений	1 шт.
		Каска защитная от механических воздействий		1 шт. на 2 года	
		Монтажник	Одежда специальная защитная	Костюм для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания)	12 пар

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
			Средства защиты головы	Головной убор (подшлемник) для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года
			Средства защиты глаз	Очки защитные от механических воздействий, в том числе с покрытием от запотевания	1 шт.

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
Укрупнительная сборка металлических ферм	«Повышение уровня механизации и автоматизации, использование современной высокопроизводительной техники (применение приборов, машин, приспособлений, позволяющих осуществлять производственные процессы без физических усилий человека, лишь под его контролем)» [приказ №776н, п.22.1.1] «Исключение веса груза, превышающего грузоподъемность средства его перемещения (разделение на несколько операций с менее тяжелым грузом)» [приказ №776н, п.22.1.2] «Оптимальная логистика, организация небольшого промежуточного склада	Машинист крана автомобильного (краноманипулятора)	Одежда специальная защитная	Костюм-для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
	наиболее коротких удобных путей переноса груза» [приказ №776н, п.22.1.3] «Соблюдение эргономических характеристик рабочего места (благоприятные позы и эффективные движения)» [приказ №776н, п.22.1.4] «Обеспечение безопасных условий труда (ровный нескользкий пол, достаточная видимость, удобная одежда, обувь)» [приказ №776н, п.22.1.5]	Монтажник	Одежда специальная защитная	Костюм для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор (подшлемник) для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года
			Средства защиты глаз	Очки защитные от механических воздействий, в том числе с покрытием от запотевания	1 шт.

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
Монтаж металлических конструкций ферм	«Повышение уровня механизации и автоматизации, использование современной высокопроизводительной техники (применение приборов, машин, приспособлений, позволяющих осуществлять производственные процессы без физических усилий человека, лишь под его контролем)» [приказ №776н, п.22.1.1] «Исключение веса груза, превышающего грузоподъемность средства его перемещения (разделение на несколько операций с менее тяжелым грузом)» [приказ №776н, п.22.1.2] «Оптимальная логистика, организация небольшого промежуточного склада наиболее коротких удобных путей переноса груза» [приказ №776н, п.22.1.3] «Соблюдение эргономических характеристик рабочего места (благоприятные позы и эффективные движения)» [приказ №776н, п.22.1.4]	Машинист крана автомобильного (краноманипулятора)	Одежда специальная защитная	Костюм-для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор для защиты от общих производственных загрязнений	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года
		Монтажник	Одежда специальная защитная	Костюм для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
	<p>«Обеспечение безопасных условий труда (ровный нескользкий пол, достаточная видимость, удобная одежда, обувь)» [приказ №776н, п.22.1.5]</p> <p>«Заполнение материалом углублений, отверстий, в которые можно попасть при падении (например, с помощью разделительных защитных устройств)» [приказ №776н, п.3.2.1]</p> <p>«Защита опасных мест (использование неподвижных металлических листов, пластин)» [приказ №776н, п.3.2.2]</p> <p>«Закрытие небезопасных участков (крепление поручней или других опор на небезопасных поверхностях)» [приказ №776н, п.3.2.3]</p> <p>«Исключение нахождения на полу посторонних предметов, их своевременная уборка» [приказ №776н, п.3.2.7]</p> <p>«Обеспечение достаточного уровня освещенности и контрастности на рабочих местах (в рабочих зонах): уровня освещения, контраста, отсутствия иллюзий восприятия» [приказ №776н, п.3.2.11]</p> <p>Размещение маркированных ограждений и/или уведомлений (знаки, таблички, объявления) [приказ №776н, п.3.2.12]</p>		Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (стирания)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор (подшлемник) для защиты от механических воздействий (стирания)	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года
			Средства защиты глаз	Очки защитные от механических воздействий, в том числе с покрытием от запотевания	1 шт.
		Стропальщик	Одежда специальная защитная	Костюм для защиты от воды	1 шт. на 2 года
				или	
				Пальто, полупальто, плащ для защиты от воды	1 пара
				Костюм сигнальный повышенной видимости для защиты от механических воздействий (стирания)	12 пар

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов)	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от механических воздействий (истирания, проколов)	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор (подшлемник) для защиты от механических воздействий (истирания)	1 шт.
				Каска защитная от механических воздействий	1 шт. на 2 года
			Средства защиты глаз	Очки защитные от механических воздействий, в том числе с покрытием от запотевания	1 шт.
			Электросварщик	Одежда специальная защитная	Костюм для защиты от искр и брызг расплавленного металла, металлической окалины

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
				Фартук для защиты от искр и брызг расплавленного металла, металлической окалины	2 шт.
			Средства защиты ног	Обувь специальная для защиты от механических воздействий (ударов), искр и брызг расплавленного металла, металлической окалины	1 пара
			Средства защиты рук	Перчатки для защиты от искр и брызг расплавленного металла, металлической окалины	12 пар
			Средства защиты головы	Головной убор для защиты от искр и брызг расплавленного металла, металлической окалины	1 шт.
				Каска защитная от повышенных температур	1 шт. на 2 года
			Средства защиты лица	Щиток защитный лицевой от брызг расплавленного металла и горячих частиц	1 шт.

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.3

Технологический процесс	Организационно технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора [12]	Средства индивидуальной защиты работника [13]			
		Наименование профессии и должность	Типа средства защиты	Наименование СИЗ	Норма выдачи и на год
1	2	3	4	5	6
			Средства защиты органов дыхания	Противоаэрозольные, противоаэрозольные с дополнительной защитой от паров и газов средства индивидуальной защиты органов дыхания с фильтрующей лицевой частью - фильтрующие полумаски	до износа

Таблица Д.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	«Класс пожара»	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара» [3]
Предприятие по производству шоколадных изделий	Автомобильный кран, тягач, сварочный аппарат	Е	Пламя с искрами, тепловой поток, снижение видимости, повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения	Осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.5 – Оснащение здания пожарными щитами

Наименование функционального назначения помещений и категория помещений или наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь одним пожарным щитом, м <sup>2</sup>	Общая площадь помещений, м <sup>2</sup>	Класс пожара	Тип щита	Кол-во щитов
Категория В	400	4295,78	Е	ЩП-Е	10
Категория Д	1800	2616,21	Е	ЩП-Е	2

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.6 – Оснащение здания огнетушителями

Наименование функционального назначения помещений и категория помещений или наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь одним огнетушителем, м <sup>2</sup>	Общая площадь помещений, м <sup>2</sup>	Класс пожара	Огнетушители с рангом тушения модельного очага	Кол-во огнетушителей
Категория В	500	4295,78	Е	Передвижной 10А	9
Категория Д	-	2616,21	Е	55В	30

Продолжение Приложения Д

Таблица Д.7 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу» [29]
Предприятие по производству шоколадных изделий	Монтаж стропильных ферм: работа машин, сварочного аппарата	«Выброс вредных веществ в атмосферный воздух при сварочных и работах, выбросы от работающей техники	Попадание горюче-смазочных материалов, фекальных стоков и хозяйственно бытовых стоков в слой верховодки	Попадание горюче-смазочных материалов от используемых машин на почву, загрязнение рабочим мусором» [29]

Таблица Д.8 – Мероприятия по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Предприятие по производству шоколадных изделий
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Машины и механизмы должны удовлетворять требованиям завода изготовителя и государственных стандартов, должен осуществляться контроль над всем оборудованием и механизмами, необходимо сокращать загрязняющие выбросы в атмосферу
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Очистка сточных вод, при устройстве систем водоснабжения и водоотведения необходимо соблюдать требования экологической безопасности, следует предусмотреть уменьшение выбросов сточных вод в водоемы
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Предусмотреть мусоросборники для отходов и регулярный вывоз отходов со строительной площадки» [29]