

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

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства

(наименование)

08.03.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Промышленное и гражданское строительство

(направленность (профиль) / специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники

Обучающийся

В.П. Иванов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

О.В. Зимовец

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

Консультанты

И.Н. Одарич

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

В.Н. Чайкин

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

И.В. Дерябин

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

## Аннотация

«Графическая часть: 8 листов формат А1.

Лист 1 – СПОЗУ, Ситуационный план

Лист 2 – Фасад 1-15; Фасад А-Г; Фасад Г-А; План кровли

Лист 3 – План цеха; План фундаментов; Экспликация помещений

Лист 4 – Разрезы 1-1 и 2-2; Разрез по стене

Лист 5 – Стропильная ферма Ф1

Лист 6 – Технологическая карта на установку стропильных ферм

Лист 7 – Календарный план производства работ

Лист 8 – Стройгенплан; Условные обозначения; Техничко-экономические показатели

Пояснительная записка: 89 страниц, 21 таблица, 33 источника.

Объектом разработки является корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники. Цель работы – запроектировать корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники.

В архитектурно-планировочном разделе выполнили планировочную организацию земельного участка, приняли основные конструктивные и объемно-планировочные решения здания.

В расчетно – конструктивном разделе выполнили расчет и конструирование стропильной фермы покрытия.

В разделе технологий строительных производств разработали технологическую карту на монтаж стропильной фермы покрытия.

В разделе организации строительных производств разработали генеральный план строительной площадки и календарный график работ.

В разделе экономики выполнили расчет сметной стоимости строительства здания.

В разделах безопасности и охраны окружающей среды выполнили обоснование экологичности здания и разработали условия безопасного труда» [5].

## Содержание

Введение .....	5
1 Архитектурно-планировочный раздел .....	6
1.1 Исходные данные .....	6
1.2 Планировочная организация строительной площадки .....	7
1.3 Объемно-планировочное решение здания .....	8
1.4 Конструктивное решение здания .....	9
1.5 Архитектурно-художественные решения здания .....	13
1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций .....	13
1.7 Инженерные системы .....	18
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	20
2.1 Исходные данные .....	20
2.2 Сбор нагрузок ферму .....	21
2.3 Описание конечно-элементной модели .....	23
2.4 Определение усилий .....	26
2.5 Подбор сечений .....	28
2.6 Конструирование узлов .....	31
3 Технология строительства .....	39
3.1 Область применения .....	39
3.2 Технология и организация выполнения работ .....	39
3.3 Требования к качеству и приемке работ .....	44
3.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени .....	44
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах .....	46
3.6 Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	47

4	Организация и планирование строительства.....	50
4.1	Определение объёмов работ .....	50
4.2	Материально-технические ресурсы строительства .....	50
4.3	Подбор машин и механизмов для производства работ .....	50
4.5	Определение трудоёмкости работ .....	51
4.6	Разработка календарного плана.....	51
4.7	Определение потребности в складах, временных зданиях и сооружениях .....	52
4.8	Расчёт и проектирование сетей водопотребления и водоотведения.....	55
4.9	Расчёт и проектирование сетей электроснабжения .....	57
4.10	Проектирование строительного генерального плана .....	58
5	Экономика строительства.....	60
6	Безопасность и экологичность технического объекта .....	65
6.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	65
6.2	Техника безопасности при проведении бетонных и железобетонных работ .....	65
6.3	Техника безопасности при производстве монтажных работ .....	66
6.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	67
6.5	Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	69
	Заключение .....	73
	Список используемой литературы и используемых источников .....	74
	Приложение Г .....	79

## Введение

Сейчас в России сфера строительства очень интенсивно развивается. В том числе в Самарской области и в соседних областях строятся много жилых зданий, спортивных сооружений, школ, торговых центров, укладываются дороги и т.д.

Все это возможно благодаря спецтехнике (кранов, бульдозеров, экскаваторов и т.д.), что сильно облегчает труд человека.

Эта спецтехника нуждается в ремонте и обслуживании. Поэтому темой моей дипломной работы я выбрал корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники, что является особенно актуальным предприятием для дальнейшего импортозамещения спецтехники.

«Объект разработки - корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники. Целью работы является проектирование корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники.

В архитектурно-планировочном разделе выполним планировочную организацию земельного участка, примем основные конструктивные и объемно-планировочные решения здания, организуем инженерные системы и выполним теплотехнический расчет наружной стены.

В расчетно – конструктивном разделе выполним расчет стропильной фермы здания пролетом 36 метров.

В разделе технологий строительных производств разработаем технологическую карту на кровельные работы.

В разделе организации строительных производств разработаем генеральный план строительной площадки и календарный график работ.

В разделе экономики выполним расчет сметной стоимости строительства здания.

В разделах безопасности и охраны окружающей среды выполним расчет выбросов в окружающую среду и разработаем условия безопасного труда» [28].

# 1 Архитектурно-планировочный раздел

## 1.1 Исходные данные

Проектируемое здание – корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники.

«Район строительства – город Самара, расположенный на побережье реки Волга.

Район по схематической карте климатического районирования - Пв.

Рельеф участка строительства спокойный.

Почвы на участке строительства глинистые с некоторыми слоями песка.

Геологические условия – алеврит серо-зелёный неравномерный твёрдый и маловлажный пылеватый песок.

Климатические данные:

Температура самой холодной пятидневки - 30°C;

Расчетная температура самой холодной пятидневки -36°C;

Район по массе снежного покрова – IV (четвёртый).

Нормативная снеговая нагрузка - 200 кгс/м<sup>2</sup>;

Нормативное значение давления ветра составляет 0,38 кПа;

Основные характеристики строительной площадки:

- температура воздуха в самые холодные дни с вероятностью 0,92: 36°C;
- температура воздуха самого холодного пятидневного периода с вероятностью 0,92: 30°C;
- абсолютная минимальная температура  $t_{min} = - 43^{\circ}\text{C}$ ;
- преобладающее направление ветра в декабре-феврале: ЮВ;
- нормативное значение глубины промерзания грунтов для города Самара равна 1,7 метров по карте мощности сезонного промерзания глинистых грунтов» [24].

«Здание отапливаемое. Внутренний воздух имеет температуру  $t=+18$  °С. Внутри цеха относительная влажность воздуха 60%, в некоторых ситуациях - до 75%.

Здание имеет уровень ответственности - II. Взрывоопасность помещений В-1 категории.

Степень огнестойкости здания – II.

Поверхностный слой грунта состоит из насыпного грунта, который составлен из строительного мусора толщиной слоя 0,3-0,4 м. Несущие слои грунта состоят из глины с прослойками песка.

Инженерно-геологических процессов, негативно влияющих на устойчивость сооружений не обнаружено» [24].

## **1.2 Планировочная организация строительной площадки**

Территория цеха по ремонту и обслуживанию спецтехники - группа зданий и сооружений, которые ограждены забором. Площадь проектируемого здания - 7056 м<sup>2</sup>. Транспортная связь между этим и другими предприятиями выполняется междугородней автомобильной дорогой. Отдельно от цеха есть корпуса, гаражи, склады с возможностью свободного доступа. По всей территории выполнено озеленение.

«Для подъезда и передвижения машин пожарной службы на участке выполнены проезды с покрытием из усовершенствованного асфальтобетона шириной в 6 метров. Радиусы закругления проездов пожарных машин равны 15 метров, что соответствует требованиям для проезда пожарных машин, находящихся в поезде, а конкретно – в соответствии с радиусом поворота пеноподъемника, который является самым крупногабаритным автомобилем поезде.

Благоустройство территории в объеме всей площадки включает в себя: устройство проездов с покрытием из усовершенствованного асфальтобетона,

свободное от застройки и покрытий территорий озеленение, парковка для автомобилей.

Озеленение территорий, свободной от застройки, выполнено с использованием лугового газона по спланированной поверхности по почвогрунту» [32].

Подход к корпусу и вход в здание выполнен с учетом доступности для маломобильных групп населения, в том числе инвалидов на креслах-колясках в соответствии с СП 136.13330.2012 «Здания и сооружения. Общие положения проектирования с учетом доступности для маломобильных групп населения».

В проекте предусмотрена парковка на 56 машиноместа, парковка открытая, подъезд к проектируемому здания обеспечен.

Подъезды, парковки покрыты асфальтобетоном.

### **1.3 Объемно-планировочное решение здания**

Объемно-планировочные решения выполнены с учетом следующих условий строительства:

- технологическими,
- градостроительными,
- климатическими,
- гидрогеологическими.

Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники имеет размеры в плане 84 на 84 метра, здание состоит из трёх пролётов.

Шаг колонн составляет 6 метров, шаг фахверков – 6 метров.

Каждый пролёт имеет мостовой кран грузоподъемностью 20 тонн с режимом работы 7К.

Ко всем подсобным помещениям имеется свободный подъезд вспомогательной ремонтной техники и непосредственно объектов ремонта.

На путях эвакуации защита людей осуществляется комплексом организационных, эргономических, инженерных и объемно-планировочных мероприятий.

«Эвакуационные выходы при освещении имеют высоту больше 1,9 метра, ширину – 1,2 метра. Замки на дверях эвакуационных выходов отсутствуют, что способствует свободному их открыванию без ключа изнутри. Освещение при эвакуации выполнено в соответствии с СП 52.13330.2018.

Высота эвакуационных выходов при освещении предполагается не менее 1,9 м; ширина - 1,2 м» [2].

«Объемно-планировочные решения выполнены с учетом доступности для маломобильных групп населения. На всех входах в здание установлены пандусы с продольным уклоном от 30 до 40 градусов. В здании предусмотрены лифты для подъема на этажи маломобильных групп населения» [31].

## **1.4 Конструктивное решение здания**

Конструктивная схема корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники – рамно-связевый каркас. Основные несущие конструкции – металлические.

Устойчивость корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники и пространственная жесткость обеспечена V-образными надкрановыми связями в продольном направлении и стропильными фермами в поперечном.

### **1.4.1 Фундаменты**

Фундаменты под колонны монолитные железобетонные трехступенчатые из бетона В25. Обрез фундамента находится на отметке -0,7 метра. Глубина заложения всех фундаментов находится на глубине 1,9 метра.

«Под стеновыми панелями по всему контуру здания кроме мест устройства ворот устанавливаются фундаментные балки.

Фундаментные балки трапециевидной формы по серии 1.415-1 размером в верхней части 300 мм и высотой 400 мм. Фундаментные балки

устанавливаются на песок, предварительно политый водой и утрамбованный. На фронтальной стороне фундаментной балки организуется глиняный замок. Армируется сеткой и выливается из бетона класса В15. По верху устраивается слой гидроизоляции» [29].

Спецификация фундаментов представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Спецификация фундаментов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
Монолитные конструкции					
ФМ-1		Фундамент ФМ-1	30	4,54	м <sup>3</sup>
ФМ-2		Фундамент ФМ-2	30	7,84	м <sup>3</sup>
ФМ-3		Фундамент ФМ-3	22	2,3	м <sup>3</sup>
Сборные конструкции					
ФБ-1	Серия 1.415-1	Фундаментная балка	56	-	-
Материалы					
-	-	Бетон В25	36	-	м <sup>3</sup>

#### 1.4.2 Колонны

Колонны имеют шаг - 6 метров.

«Крайние и средние колонный здания выполнены составного сечения из прокатных профилей, соединённых решёткой из уголков. Колонны состоят из надкрановой и подкрановой частей. Подкрановая часть переходит в базу колонны, состоящей из опорной плиты и траверс, на которые ложатся плитки с анкерными болтами, утопленными в бетон. Надкрановая часть переходит в оголовок колонны, к которой крепиться стропильная ферма» [29].

Колонны фахверка выполнены из прокатных профилей.

Спецификация колонн представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Спецификация колонн

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
Монолитные конструкции					
К-1	-	Колонна К-1	30	1,94	-
К-2		Колонна К-2	30	3,01	-

### 1.4.3 Перекрытия и покрытие

Здание покрыто сборными ребристыми плитами перекрытия марки ПР 60-30, которые укладываются на стропильные фермы. Стропильные фермы пролётами 24 и 36 метров выполнены из стали, пояса ферм – параллельные.

Уклон кровли 1:15, 1:12. Кровельный пирог состоит из железобетонной ребристой плиты, цементно-песчаной стяжки, жесткой минераловатной плиты утеплителя, гидроизоляции из 3х слоёв рубероида на битумной мастике, защитного слоя из гравия. Дренаж внутренний в ливневую канализацию.

### 1.4.4 Стены и перегородки

«Наружные стены выполнены из панелей типа сэндвич толщиной 120 миллиметров. Панели крепятся к колоннам прочно и податливо при температурных и осадочных деформациях. Крепление панелей к металлической колонне производится саморезами. Отделка у сэндвич панелей отсутствует.

Перегородки выполнены из гипсокартона на металлическом каркасе (с двухслойной обшивкой)» [5].

### 1.4.5 Связи

Устойчивость здания в продольном направлении обеспечивается за счет системы вертикальных связей между несущими колоннами. Вертикальные связи расположены в середине температурных блоков, что снижает усилия от температурных деформаций.

### 1.4.6 Окна, двери

Освещение в промышленном здании – ленточное из двух лент высотой 1,2 и 4,2 метра. Нижняя грань нижней линии окон расположена на высоте 1,2 метра от уровня пола.

В поперечных стенах всех трёх пролетов здания и предусмотрены двупольные распашные ворота размером 4 на 4, 2 метра для прохода людей и оборудования и для сообщения между помещениями и отделениями в внутренних стенах.

«Спецификация элементов заполнения проемов представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Спецификация элементов заполнения проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
Окна				
ОК-1	ГОСТ 23166-99	ОП В2 4360-4210 (4М <sub>1</sub> -16Ar-K4)	43	-
ОК-2		ОП В2 5980-1210 (4М <sub>1</sub> -16Ar-K4)	56	-
Двери				
1	ГОСТ 30970-2014	ДПН Км Бпр Дп Л Р 2100x1500	2	-
2	ГОСТ 31174-2003	ВМ ДН2047.17.03.МЛ 4200x3800-330	5	-
3		ВМ ДН2047.17.03.МЛ 4800x3800-330	8	-

### 1.4.7 Полы

Уровень пола находится выше планировочной отметки примыкающей территории на 150мм.

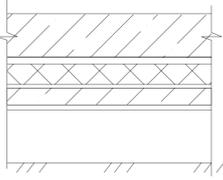
«В данном здании полы устроены на грунте. Основными конструктивными элементами пола являются покрытие, подстилающий слой (подготовка), прослойка, стяжка, гидроизоляция и теплоизоляция.

Во всех цехах применяем асфальтобетонное покрытие. Асфальтобетонное покрытие устроено толщиной 35мм, состоит из смеси

битума, пылевидного наполнителя, песка. Уложено асфальтобетонное покрытие по бетонному подстилающему слою» [1].

«Экспликация полов представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Экспликация полов

№ помещ ений	Тип пола по проекту	Эскиз пола	Элементы пола и их толщина	Площадь пола, м <sup>2</sup>
1-17	1		1 - Покрытие из асфальтобетона толщиной 35 мм 2 - Пароизоляция 3 - Утеплитель 4 - Гидроизоляция 5 - Стяжка – 10 мм 6 - Бетонная подготовка – 10 мм 7 - Геотекстиль – 50 мм	6350

### 1.5 Архитектурно-художественные решения здания

Фасад цеха выполнен из сэндвич панелей толщиной 120 мм. Отделка сэндвич панелей с внутренней и наружной стороны не предусматривается, так как они обладают всеми необходимыми тепломеханическими и санитарно-гигиеническими свойствами.

Отделку стен внутри помещений выполнить в соответствии с назначением помещений и с соблюдением противопожарных норм.

### 1.6 Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

«Теплотехнический расчет производится для того, чтобы сохранить необходимый для тех или иных видов помещения температурно-влажностный

режим в тёплое и холодное время года. Расчет производим для стен и перекрытий.

-зона влажности – нормальная (город Самара).

-влажностный режим помещений – влажный.

-условия эксплуатации по СП для ограждающих конструкций для данной зоны влажности и влажного влажностного режима определяем как В» [23].

### 1.6.1 Теплотехнический расчет наружных стен здания

Толщину сэндвич панели принимаем – 120 мм. Конструкция наружной стены представлена на рисунке 1.

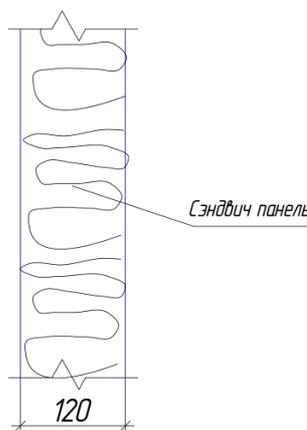


Рисунок 1 – Конструкция наружной стены

«Необходимо соблюдать условие, чтобы  $R_o$  было равно или больше минимального допустимого по санитарно-гигиеническим и технологическим соображениям (требуемого) сопротивления  $R^{TP}_0$  теплопередаче:

$$R_o \geq R^{TP}_0, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.} \quad (1)$$

Значение  $R_o$  определим, исходя из вычисленного по определенной формуле числа дней градусо-суток отопительного периода (ГСОП):

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{оп}) \times Z_{оп}, \quad (2)$$

где:  $t_{в}$  – расчетная температура внутреннего воздуха, °С,  $t_{в}=20$  °С, принимая согласно нормам проектирования соответствующих зданий и сооружений;

$t_{оп} > Z_{оп}$  - средняя температура °С, и продолжительность суточного периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равно 8 °С. По значению ГСОП определяем значение  $R^{тр}_0$  методом линейной интерполяции» [23].

Величину утепляющего слоя можно определить, исходя из выполнения следующего условия:

$$R^{расч}_0 \geq R^{тр}_0, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}, \quad (3)$$

где  $R^{расч}_0$  - расчетное термическое сопротивление наружной ограждающей конструкции (стены),  $\text{м}^2 \text{ °С/Вт}$ , определяемое по формуле:

$$R^{расч}_0 = R_{в} + R_{т} + R_{н} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{н}}, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт} \quad (4)$$

где  $\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт/м} \text{ °С}$  – коэффициент теплоотдачи от стенки воздуха внутри помещения;

$\alpha_{н} = 23,0 \text{ Вт/м} \text{ °С}$  – коэффициент теплоотдачи от наружного воздуха к ограждению.

Зная расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции, определим величину его коэффициента теплопередачи по формуле:

$$K = \frac{1}{R_0}, \text{ Вт/ м}^2 \text{ °С}, \quad (5)$$

где  $R_0$  – расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \text{ °С/Вт}$

Проведём теплотехнический расчёт ограждающей конструкции. Определим физические характеристики материалов и занесем их в таблицу.

$$R_0^{\delta} = \frac{1}{23,0} + \frac{1,2}{4,2} + \frac{1}{8,7} = 1,48 \quad (6)$$

Определим термическое сопротивление каждого слоя  $R_i$  и массивность  $D_i$  (характеристика тепловой инерции) каждого слоя

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (7)$$

Общее термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_0^{\circ} = 0,043 + 0,285 + 0,115 = 1,48 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт} \quad (8)$$

Зная расчётное значение термического сопротивления ограждающей конструкции, определим величину его коэффициента теплопередачи по формуле:

$$K = \frac{1}{R_0^{\circ}} = \frac{1}{1,48} = 0,67 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}. \quad (9)$$

$$R_0^{i0} = \frac{n(t_b - t_h)}{\Delta t^H \alpha_B} = \frac{0,9(18 + 25)}{4 * 8,7} = \frac{36,9}{34,8} = 1,06; \quad R_0^{i0} \leq R_0^{\circ}; \quad 1,06 \leq 1,48. \quad (10)$$

Условие соблюдается.

### 1.6.2 Теплотехнический расчет покрытия

«Рассмотрим следующую конструкцию покрытия.

#### 1. Защитный слой из гравия

- плотность  $\rho = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,
- коэффициент теплопроводности  $\lambda_A = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ .

#### 2. Гидроизоляция - 3 слоя

- плотность  $\rho = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,
- коэффициент теплопроводности  $\lambda_A = 0,11 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ .

#### 3. Утеплитель- плиты жесткие минераловатные

- плотность  $\rho = 100 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,
- коэффициент теплопроводности  $\lambda_A = 0,08 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ .

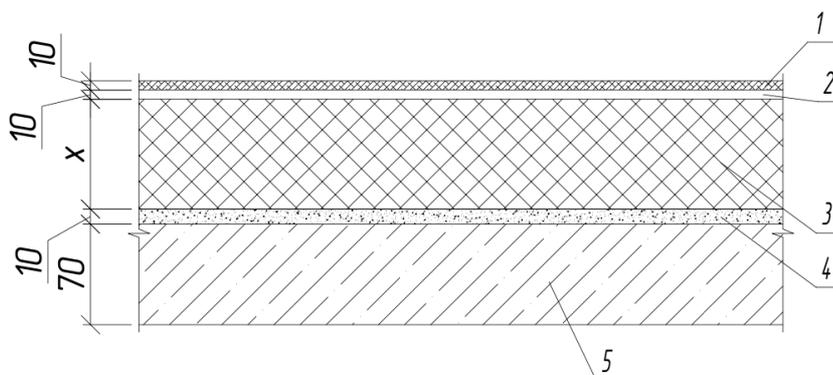
#### 4. Цементно-песчаная стяжка

- плотность  $\rho = 1600 \text{ кг}/\text{м}^3$ ,
- коэффициент теплопроводности  $\lambda_A = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ .

#### 5. Железобетонная плита перекрытия:

- плотность  $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$ ,
- коэффициент теплопроводности  $\lambda_A=2,04 \text{ Вт/(м}^0\text{С)}\gg [23]$ .

Конструкция покрытия представлена на рисунке 2.



- 1 - защитный слой из гравия, 2 – гидроизоляция, 3 - утеплитель,  
4- цементно-песчаная стяжка, 5 – железобетонная плита

Рисунок 2 Компонировка покрытия

1. «Определяем требуемую толщину утеплителя из условия:  $R_o^{pp} \geq R_o^{tp}$  :

$$r \left( \frac{1}{\alpha_B} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \frac{1}{\alpha_n} \right) \geq R_o^{min}, \quad (11)$$

где  $r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений (принимаем  $r=0.92$ );

$\alpha_B$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ ;

$\alpha_n$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ ;

$R_{1,2,3,4}$  - сопротивление теплопередаче соответствующего слоя ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \text{°C/Вт}$ ;

$R_o^{min}$  – нормативное минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м<sup>2</sup> °С/Вт» [23].

$$\langle R_2 \geq \frac{R_o^{min}}{r} - \frac{1}{\alpha_B} - R_1 - R_3 - R_4 - \frac{1}{\alpha_H} \quad (12)$$

$$R_2 \geq \frac{1,06}{0,92} - \frac{1}{8,7} - \frac{0,01}{0,17} - \frac{0,01}{0,11} - \frac{0,07}{2,04} - \frac{1}{23} = 0,809 \text{ м}^2\text{°С/Вт} \quad (13)$$

$$\delta_2 \geq R_2 \cdot \lambda_2 \quad (14)$$

где  $\delta_2$  – толщина утеплителя, мм;

$\lambda_2$  - коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м °С).

$$\delta_2 \geq 0,809 \cdot 0,08 = 0,064 \text{ м.} \quad (15)$$

Принимаем толщину утеплителя равной 100 мм» [23].

## **1.7 Инженерные системы**

### **1.7.1 Вентиляция**

Вентиляция в помещениях – приточно-вытяжная.

Вентиляция выполнена с учетом объема воздуха, рассчитанного на разбавление концентрации вредных веществ при технологических процессах.

### **1.7.2 Электроснабжение**

Все потребители электроэнергии – 2ой и 3ей категории по надежности.

Трансформаторы питаются от ячеек №27 и 6 КП-6. Выполнено заземление ТП-6-7.

В проекте установлен щит распределения ЩЗ в щитовой 0,4 кВ.

### **1.7.3 Водоснабжение и канализация**

Рабочие чертежи разработаны в соответствии с действующими нормами, правилами и стандартами.

Монтаж и строительство канализации и сетей водоснабжения выполняются в соответствии с СП 73.13330.2012 "Внутренняя сантехника в соответствии с СП 73.13330.2012 "Внутренние санитарные системы".

Для нужд производства выполнена установка баков и башенный охладитель. Для производственных нужд используется оборотная вода, которая подается в закольцованные системы (замена воды в системе производится 1 раз в месяц). Грязная вода сливается в колодец канализации для кислот. Твёрдые осадки сваливаются в полигон отходов.

#### Вывод по разделу

«В архитектурно-строительном разделе была выполнена планировочная организация земельного участка, приняты основные конструктивные и объемно-планировочные решения здания, организованы инженерные системы и выполнен теплотехнический расчет наружной стены и покрытия» [28].



## 2.2 Сбор нагрузок ферму

«Сбор постоянных нагрузок на ферму представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Сбор нагрузок на ферму

Наименование нагрузки	Нормативная нагрузка, кПа	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кПа
<b>Постоянная:</b>			
- Защитный слой из гравия	0,1	1,3	0,13
- Гидроизоляция из 3х слоёв рубероида	0,2	1,3	0,26
- Утеплитель (вата минеральная)	0,48	1,3	0,576
- Цементно-песчаная стяжка	0,16	1,3	0,2
- Железобетонная плита	1,6	1,1	1,76
- Нагрузка от фонаря	0,1	1,05	0,105
<b>Итого постоянная:</b>	<b>2,65</b>		<b>2,9</b>

Определим нагрузку на узлы фермы от постоянной нагрузки» [28].

Для средних узлов фермы:

$$P_{\text{пост}}^1 = g_{\text{пост}}^{\text{расч}} \cdot B_{\phi} \cdot 3 \quad (16)$$

где  $B_{\phi} = 6$  м – шаг ферм,

$g_{\text{пост}}^{\text{расч}} = 2,9$  кН/м<sup>2</sup> - суммарная величина постоянных нагрузок на

покрытие,

3 м – ширина грузовой площади для средних узлов.

Получаем

$$P_{\text{пост}}^1 = 2,9 \cdot 6 \cdot 3 = 52,2 \text{ кН/м}^2$$

Для крайних узлов фермы:

$$P_{\text{пост}}^2 = g_{\text{пост}}^{\text{расч}} \cdot B_{\text{ф}} \cdot 1,5 \quad (17)$$

где  $B_{\text{ф}} = 6$  м – шаг ферм,

$g_{\text{пост}}^{\text{расч}} = 2,9$  кН/м<sup>2</sup> – суммарная величина постоянных нагрузок на покрытие,

1,5 м – ширина грузовой площади для крайних узлов.

Получаем

$$P_{\text{пост}}^2 = 2,9 \cdot 6 \cdot 1,5 = 26,1 \text{ кН/м}^2$$

Снеговая нагрузка принимается равномерно распределенной по всей площади кровли.

Определяем расчетное значение снеговой нагрузки:

$$S_p = S_o \cdot \gamma_f, \quad (18)$$

где  $S_o = 2$  кН/м<sup>2</sup> – 10.1 Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия по СП «Нагрузки и воздействия»,

$\gamma_f = 1,4$  – коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетное значение снеговой нагрузки будет равно:

$$S_p = 2 \cdot 1,4 = 2,8 \text{ кН/м}^2.$$

Определим нагрузку на узлы фермы от снеговой нагрузки.

Для средних узлов фермы:

$$P_{\text{сн}}^1 = S_p \cdot B_{\text{ф}} \cdot 3 \quad (19)$$

Получаем

$$P_{\text{CH}}^1 = 2,8 \cdot 6 \cdot 3 = 50,4 \text{ кН/м}^2$$

Для крайних узлов фермы:

$$P_{\text{CH}}^2 = S_p \cdot B_{\phi} \cdot 1,5 \quad (20)$$

Получаем:

$$P_{\text{CH}}^2 = 2,8 \cdot 6 \cdot 1,5 = 25,2 \text{ кН/м}^2$$

### 2.3 Описание конечно-элементной модели

Конечно-элементная стержневая модель рамы построена с признаком схемы 1 в координатной плоскости  $XOZ$ . Каждый узел модели обладает на плоскости тремя степенями свободы: линейными перемещениями вдоль осей  $X$  и  $Z$  и углом поворота относительно оси  $Y$ .

В качестве конечных элементов использованы плоские конечные элементы из библиотеки ПК ЛИРА-САПР. Элементы фермы моделируются КЭ №1 - ферменным стержнем с шарнирно-наподвижным закреплением узла 1 и с шарнирно-подвижным закреплением узла 7.

На рисунке 4 представлена расчетная модель фермы с нумерацией узлов. На рисунке 5 представлена расчетная модель фермы с нумерацией элементов.

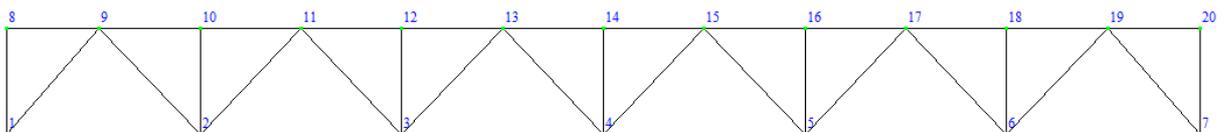


Рисунок 4 – Схема плоской фермы с обозначением на ней номеров узлов

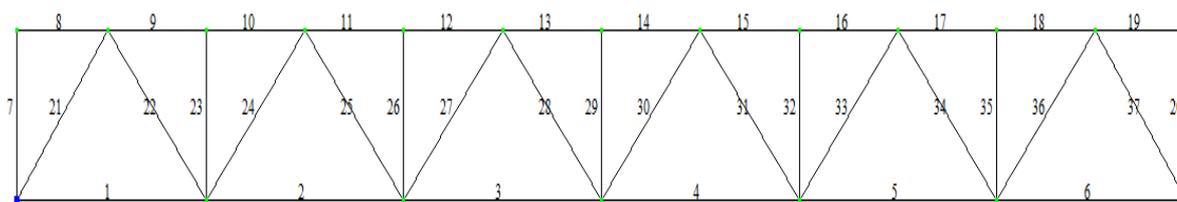


Рисунок 5 – Схема плоской фермы с обозначением на ней номеров элементов

### 2.3.1 Связи

На опорный узел номер 1 наложена внешняя связь, исключающая перемещения вдоль осей  $X$  и  $Z$ , на опорный узел номер 7 наложены внешние связи, исключающие перемещения вдоль оси  $Z$ . Другими словами в узле номер один реализована шарнирно-неподвижная опора, на узле номер 7 реализована шарнирно-подвижная опора.

### 2.3.2 Жесткости

Нумерация типов жесткостей расчетной модели представлена на рисунке 6, а состав назначенных поперечных сечений - на рисунке 7.

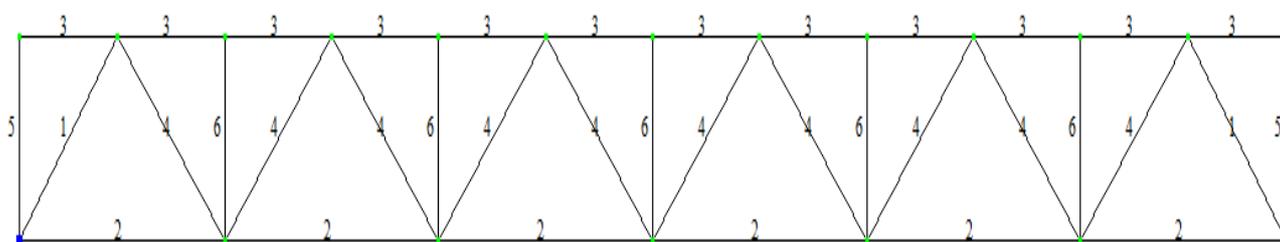


Рисунок 6 – Типы жесткостей расчетной модели

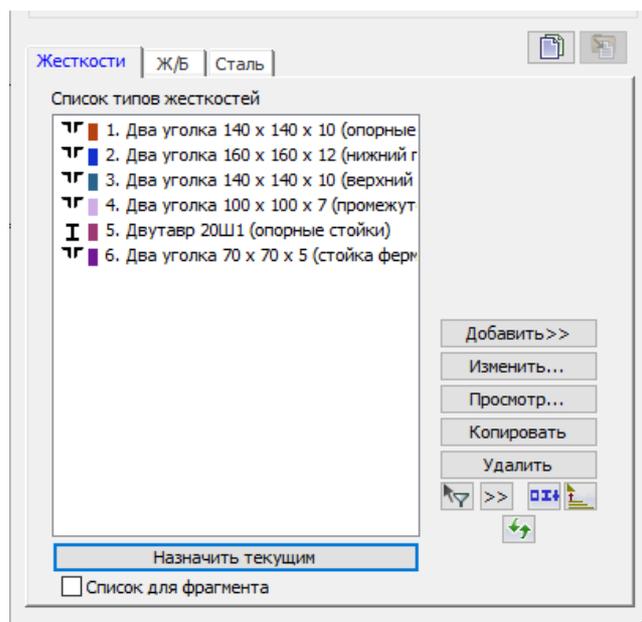


Рисунок 7 – Состав назначенных поперечных сечений

### 2.3.3 Загрузки

Расчетная модель рамы загружена следующими видами нагрузок:

- Загрузка №1 – Постоянная нагрузка
- Загрузка №2 – Кратковременная нагрузка от снега.

Ниже на рисунках 8 и 9 изображены загрузки расчетной модели.

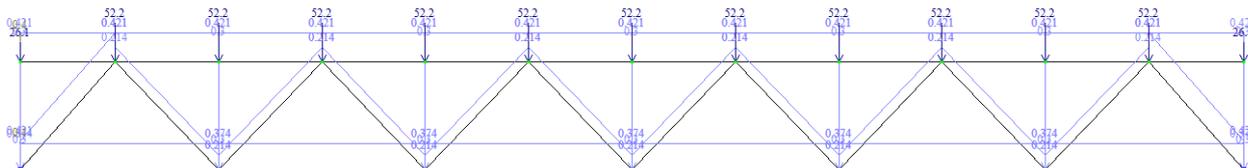


Рисунок 8 – Постоянная нагрузка на ферму

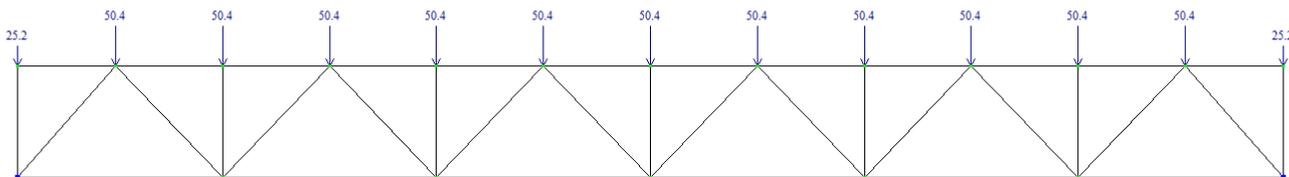


Рисунок 9 – Снеговая нагрузка на ферму

## 2.4 Определение усилий

Усилия в стержнях фермы были определены с помощью ПК ЛИРА САПР. Расчет фермы выполняем по РСУ. Для расчета по РСУ задана таблица, в которой учтены все загрузки с коэффициентами надёжности и долями длительности согласно СП «Нагрузки и воздействия».

Усилия в элементах фермы по РСУ представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Усилия в стержнях фермы

№ элем	№ сечен	N (кН)	№№ загруз
1	1	491,745	† 1 2
1	2	491,745	† 1 2
2	1	1320,971	† 1 2
2	2	1320,971	† 1 2
3	1	1726,268	† 1 2
3	2	1726,268	† 1 2
4	1	1726,268	† 1 2
4	2	1726,268	† 1 2
5	1	1320,971	† 1 2
5	2	1320,971	† 1 2

Продолжение таблицы 6

№ элем	№ сечен	N (кН)	№№ загруз
6	1	491,745	† 1 2
6	2	491,745	† 1 2
7	1	- 51,3	† 1 2
7	2	- 51,3	† 1 2
8	1	0,000	† 1
9	1	- 967,096	† 1 2
9	2	- 967,096	† 1 2
10	1	- 967,096	† 1 2
10	2	- 967,096	† 1 2
11	1	- 1575,042	† 1 2
11	2	- 1575,042	† 1 2
12	1	- 1575,042	† 1 2
12	2	- 1575,042	† 1 2
13	1	- 1730,690	† 1 2
13	2	- 1730,690	† 1 2
14	1	- 1730,690	† 1 2
14	2	- 1730,690	† 1 2
15	1	- 1575,042	† 1 2
15	2	- 1575,042	† 1 2
16	1	- 1575,042	† 1 2
16	2	- 1575,042	† 1 2
17	1	- 967,096	† 1 2
17	2	- 967,096	† 1 2
18	1	- 967,096	† 1 2
18	2	- 967,096	† 1 2
19	1	0,000	† 1
20	1	- 51,3	† 1 2
20	2	- 51,3	† 1 2
21	1	- 776,782	† 1 2
21	2	- 775,457	† 1 2
22	1	661,841	† 1 2
22	2	662,516	† 1 2
23	1	- 102,6	† 1 2
24	1	- 453,514	† 1 2
24	2	- 453,514	† 1 2
25	1	323,865	† 1 2
25	2	323,865	† 1 2
26	1	- 102,6	† 1 2
26	2	- 102,6	† 1 2
27	2	- 194,316	† 1 2
28	1	64,725	† 1 2
28	2	64,725	† 1 2
29	1	- 102,6	† 1 2
29	2	- 102,6	† 1 2

## 2.5 Подбор сечений

Результаты конструктивного расчета в виде подобранных сечений представлены на рисунке 10.

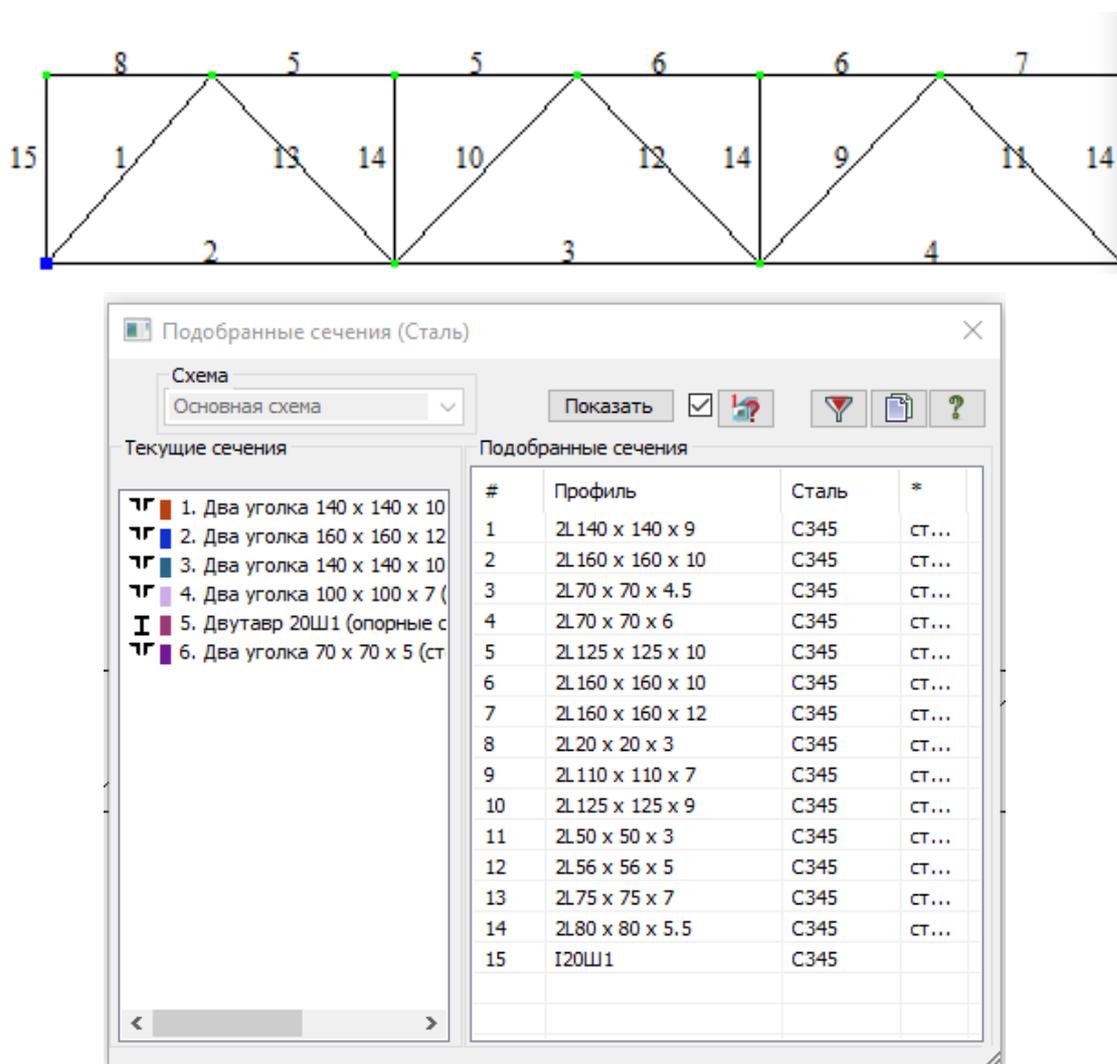


Рисунок 10 – Результат расчета в виде подобранных сечений

Мозаика продольных сил по максимальным и минимальным значениям представлены на рисунке 11.

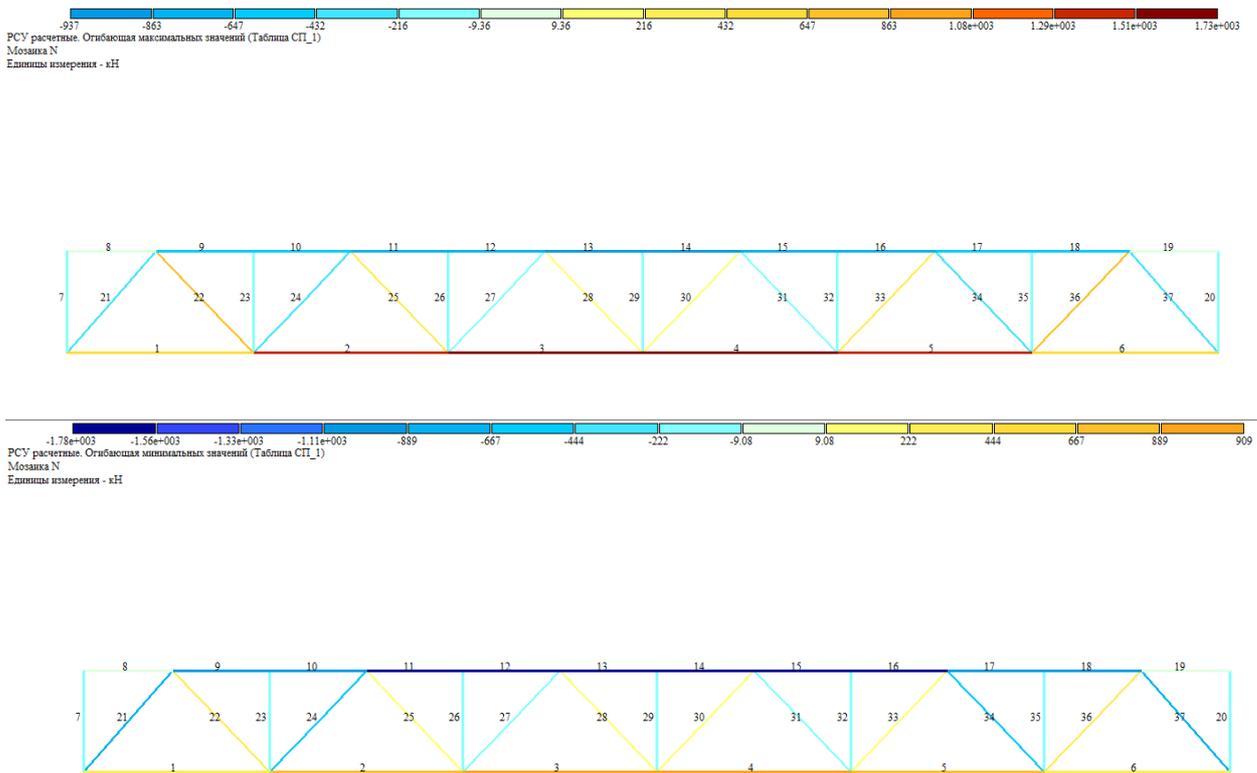


Рисунок 11 – Мозаика продольных сил

Мозаика результатов проверки подобранных сечений по нормальным напряжениям по 1, 2 группе предельных состояний и по местной устойчивости изображены на рисунках 12, 13 и 14 соответственно.

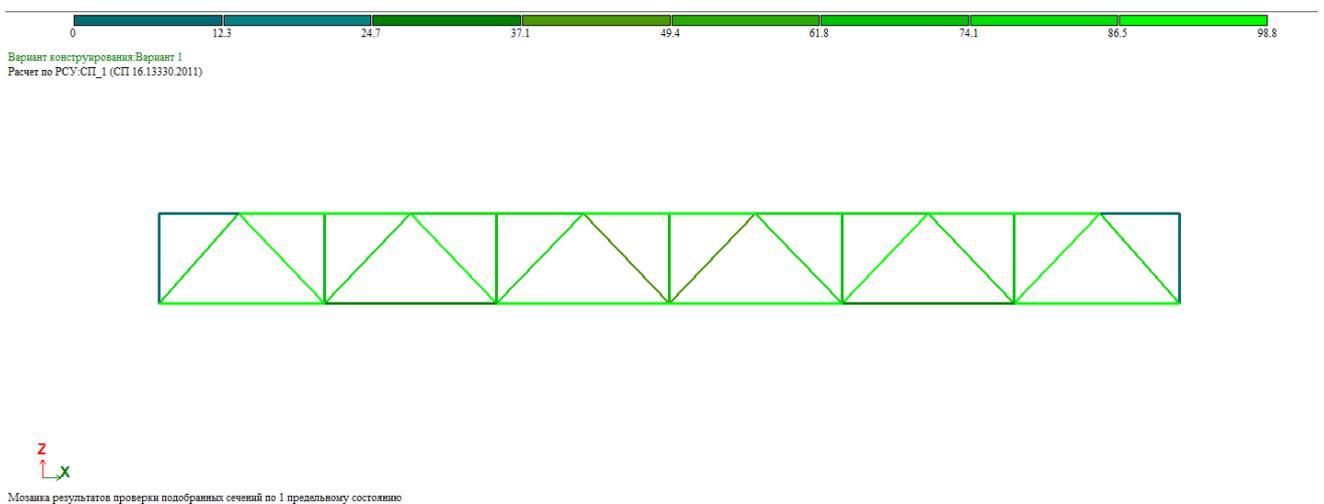


Рисунок 12 - Мозаика результатов проверки подобранных сечений по 1 группе предельных состояний

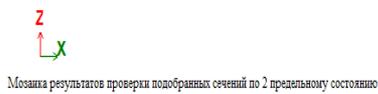
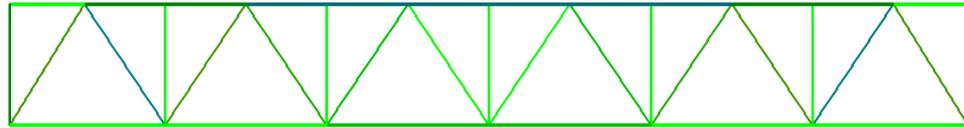
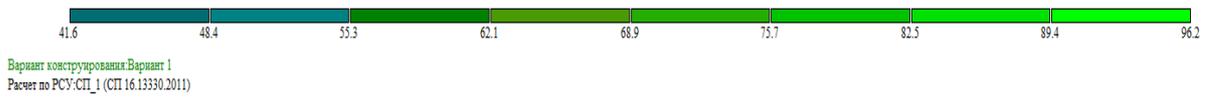


Рисунок 13 - Мозаика результатов проверки подобранных сечений по 2 группе предельных состояний

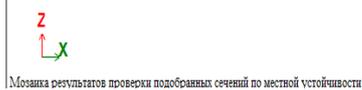
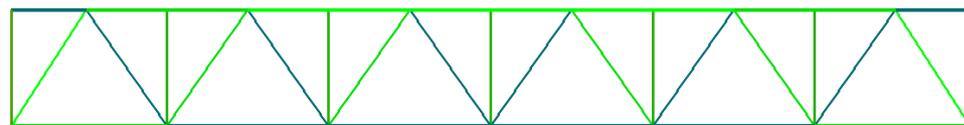
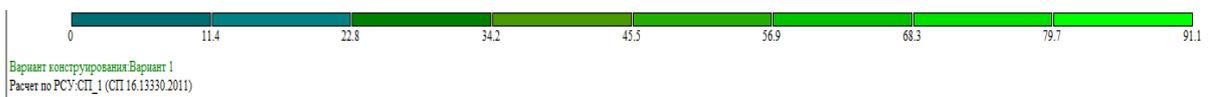


Рисунок 14 - Мозаика результатов проверки подобранных сечений по местной устойчивости

## 2.6 Конструирование узлов

Конструирование узла № 2.

Длины и катеты швов крепления пояса и шпренгеля к фасонке берём конструктивно равными  $l=50\text{мм}$ ,  $k_f=6\text{мм}$

Конструирование узла № 1.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "13".

$$N_{13} = 776,7 \text{ кН};$$

$$N_{13,1/2} = \frac{776,7}{2} = 388,35 \text{ кН};$$

$$N_{13}^{об} = N_{53} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 388,35 \cdot \left(1 - \frac{3,40}{12,5}\right) = 260,3 \text{ кН}$$

$$N_{13}^{неpo} = N_{57} - N_{57}^{об} = 388,35 - 260,3 = 128,05 \text{ кН}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{260,3}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 32,62\text{см} \approx 330\text{мм}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{неpo} = \frac{N^{неpo}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{128,05}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 14,09\text{см} \approx 150\text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об}=330\text{мм}$ ,  $l_w^{неpo}=150\text{мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

2). Найдём величину длины шва сварки стержня "14".

$$N_{78} = 491,745 \text{ кН};$$

$$N_{78,1/2} = \frac{491,745}{2} = 245,8725 \text{ кН};$$

$$N_{78}^{об} = N_{78} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 245,8725 \cdot \left(1 - \frac{2,83}{10,0}\right) = 180,44 \text{ кН}$$

$$N_{78}^{неpo} = N_{78} - N_{78}^{об} = 245,8725 - 180,44 = 65,43 \text{ кН}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{180,44}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 12,58 \approx 130\text{мм}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{65,43}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 6,33\text{см} + 1\text{см} \approx 80\text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об}=130\text{мм}$ ,  $l_w^{непо}=80\text{мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

Конструирование узла № 3.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "79".

$$N_{79} = 661,8 \text{ кН};$$

$$N_{79,1/2} = \frac{661,8}{2} = 330,9 \text{ кН};$$

$$N_{79}^{об} = N_{79} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 330,9 \cdot \left(1 - \frac{1,74}{6,3}\right) = 231\text{кН}$$

$$N_{79}^{непо} = N_{79} - N_{79}^{об} = 330,9 - 231 = 99,9 \text{ кН}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{231}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 27,69\text{см} \approx 280\text{мм}$$

Берём  $k_f = 6\text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1\text{см} = \frac{99,9}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1\text{см} = 12,98\text{см} \approx 130\text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об}=280\text{мм}$ ,  $l_w^{непо}=130\text{мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

2) Величина длины шва для крепления стержня "13" была определена ранее.

Конструирование узла № 5.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "54".

$$N_{72} = 102,6\text{кН};$$

$$N_{72,1/2} = \frac{102,6}{2} = 51,3 \text{кН};$$

$$N_{72}^{об} = N_{72} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 51,3 \cdot \left(1 - \frac{1,94}{7,0}\right) = 34,13 \text{кН}$$

$$N_{72}^{непо} = N_{72} - N_{72}^{об} = 51,3 - 34,13 = 12,52 \text{кН}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{34,13}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 5,43 \text{см} \approx 60 \text{мм}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{12,52}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 3,93 \text{см} \approx 60 \text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об} = 60 \text{мм}$ ,  $l_w^{непо} = 60 \text{мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

Конструирование узла № 4.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "80".

$$N_{80} = 453,5 \text{кН};$$

$$N_{80,1/2} = \frac{453,5}{2} = 226,75 \text{кН};$$

$$N_{80}^{об} = N_{80} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 226,75 \cdot \left(1 - \frac{3,45}{12,5}\right) = 164,3 \text{кН}$$

$$N_{80}^{непо} = N_{80} - N_{80}^{об} = 226,75 - 164,3 = 62,45 \text{кН}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{164,3}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 21,37 \text{см} \approx 220 \text{мм}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{62,45}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 9,7 \text{см} \approx 100 \text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об} = 220 \text{мм}$ ,  $l_w^{непо} = 100 \text{мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

Конструирование узла № 6.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "67".

$$N_{81} = 323,9 \text{кН};$$

$$N_{81,1/2} = \frac{323,9}{2} = 162 \text{кН};$$

$$N_{81}^{об} = N_{81} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 162 \cdot \left(1 - \frac{2,78}{10,0}\right) = 115,4 \text{кН}$$

$$N_{81}^{непо} = N_{81} - N_{81}^{об} = 162 - 115,4 = 46,6 \text{кН}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{115,4}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 15,72 \text{см} \approx 160 \text{мм}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{46,6}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 7,33 \text{см} \approx 80 \text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об} = 160 \text{мм}$ ,  $l_w^{непо} = 80 \text{мм}$ .

Конструирование узла № 7.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "79".

$$N_{73} = 194,3 \text{кН};$$

$$N_{73,1/2} = \frac{194,3}{2} = 97,15 \text{кН};$$

$$N_{73}^{об} = N_{73} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 97,15 \cdot \left(1 - \frac{2,94}{10,0}\right) = 70,4 \text{кН}$$

$$N_{73}^{непо} = N_{73} - N_{73}^{об} = 97,15 - 70,4 = 26,7 \text{кН}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{70,4}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 9,39 \text{см} \approx 100 \text{мм}$$

Берём  $k_f = 6 \text{мм}$

$$l_w^{непо} = \frac{N^{непо}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{см} = \frac{26,7}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{см} = 4,91 \text{см} \approx 60 \text{мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об} = 100 \text{мм}$ ,  $l_w^{непо} = 60 \text{мм}$ .

Конструирование узла № 9.

1). Найдём величину длины шва сварки стержня "9-10".

$$N_{82} = 64,7 \text{ кН};$$

$$N_{82,1/2} = \frac{64,7}{2} = 32,35 \text{ кН};$$

$$N_{82}^{об} = N_{82} \cdot \left(1 - \frac{z}{b}\right) = 32,35 \cdot \left(1 - \frac{2,91}{10,0}\right) = 22,9 \text{ кН}$$

$$N_{82}^{неpo} = N_{82} - N_{82}^{об} = 32,35 - 22,9 = 9,45 \text{ кН}$$

Берём  $k_f = 6 \text{ мм}$

$$l_w^{об} = \frac{N^{об}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{22,9}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{ см} = 7,21 \text{ см} \approx 80 \text{ мм}$$

Берём  $k_f = 6 \text{ мм}$

$$l_w^{неpo} = \frac{N^{неpo}}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 \text{ см} = \frac{9,45}{18 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1} + 1 \text{ см} = 3,14 \text{ см} \approx 60 \text{ мм}$$

В итоге назначаем  $l_w^{об} = 80 \text{ мм}$ ,  $l_w^{неpo} = 60 \text{ мм}$  (в соответствии с условиями конструирования).

Конструирование узла № 10.

Размеры горизонтальных накладок и фасонки определяем из условия их равнопрочности с перекрываемыми горизонтальными и вертикальными полками пояса.

$$N_{8n}^{yz} = 2 * 28,9 * 34,5 = 1618,4 \text{ кН},$$

где 28,9 см<sup>2</sup> – площадь одного уголка по сортаменту.

$$\text{Принимаем } b_n = 12,5 + 3 = 15,5 \text{ см}, t_n = 1,2 \text{ см}$$

$$A_n = 12,5 \cdot 1,2 = 15 \text{ см}^2$$

$$h_{\phi, \text{ рабочая}} = \frac{N_{ВП}}{R_y} = \left(\frac{1618,4}{28}\right) : 1,2 = 48,2 \text{ см}$$

Принимаем размеры накладки 155x12.

$$A_{\phi} = h_{\phi} \cdot t_{\phi} = 48,2 \cdot 1,2 = 57,8 \text{ см}^2;$$

Найдём величину длины шва, которая крепит накладку к поясу фермы:

$$l_{w,n} = \frac{N_n}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} = \frac{1618,4}{0,7 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 1} = 214,07 \text{ см}$$

$$lw_{,n} (1шт.) = \frac{l_n}{2} = \frac{214,07}{2} = 107,035см \approx 108см$$

$$lw_{,1} = 72см (2/3)$$

$$lw_{,2} = 36см (1/3)$$

Конструирование узла № 11.

Размеры горизонтальных накладок и фасонки определяем из условия их равнопрочности с перекрываемыми горизонтальными и вертикальными полками пояса.

$$N_{gn}^{yz} = 2 * 22 * 28 = 1232кН,$$

где 22 см<sup>2</sup> – площадь одного уголка по сортаменту.

$$\text{Принимаем } b_n = 12,5 + 3 = 15,5см, t_n = 1,2см$$

$$A_n = 12,5 \cdot 1,2 = 15см^2$$

$$h_{ф, рабочая} = \frac{N_{ВП}}{R_y} = \left( \frac{1232}{28} \right) : 1,2 = 36,67см$$

Условие выполняется. Принимаем размеры накладки 155x12.

$$A_{ф} = h_{ф} \cdot t_{ф} = 36,67 \cdot 1,2 = 44см^2;$$

Найдём величину длины шва, которая крепит накладку к поясу фермы:

$$lw_{,n} = \frac{N_n}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} = \frac{1232}{0,7 \cdot 18 \cdot 0,6 \cdot 1} = 162,96см$$

$$lw_{,n} (1шт.) = \frac{l_n}{2} = \frac{162,96}{2} = 81,48см \approx 82см$$

$$lw_{,1} = 55см (2/3)$$

$$lw_{,2} = 28см (1/3)$$

Конструирование узла № 7 с использованием ЛИР-СТК.

Узел 7 представлен на рисунке 15. В таблица 7 и 8 представлены исходные данные для расчета и результаты подбора соответственно.

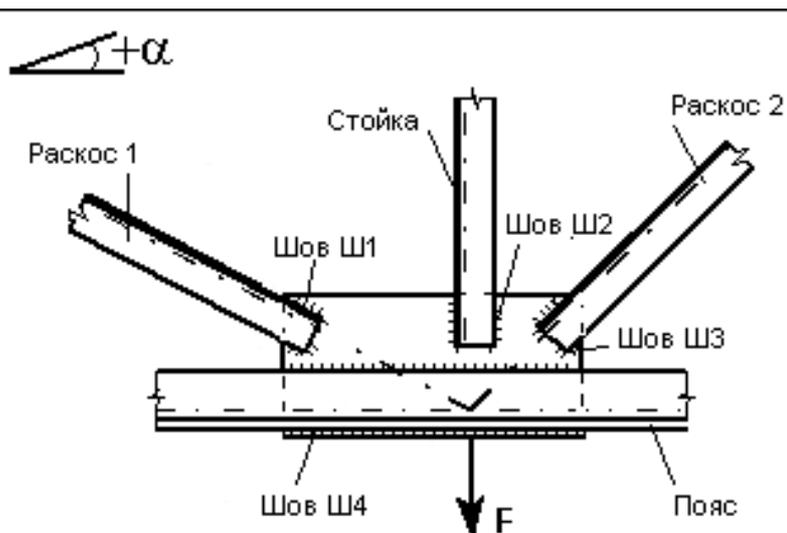


Рисунок 15 – Узел 7 для расчета в ЛИР-СТК

Таблица 7 – Исходные данные

Элемент узла	Свойство	Значение
Пояс	Профиль	Уголок 160 x 160 x 12; ГОСТ 8509-86
	Сталь	С345; ГОСТ 27772-88
Раскос 1	Профиль	Уголок 160 x 160 x 12; ГОСТ 8509-86
	Сталь	С345; ГОСТ 27772-88
Стойка	Профиль	Уголок 160 x 160 x 12; ГОСТ 8509-86
	Сталь	С345; ГОСТ 27772-88
Раскос 2	Профиль	Уголок 160 x 160 x 12; ГОСТ 8509-86
	Сталь	С345; ГОСТ 27772-88
Шов Ш1	Материал	Марка проволоки: Св-08
Шов Ш2	Материал	Марка проволоки: Св-08
Шов Ш3	Материал	Марка проволоки: Св-08
Фасонка	Сталь	С345
	Толщина	1.00
Шов Ш4	Материал	Марка проволоки: Св-08

Таблица 8 - Результаты подбора (СП 16.13330.2011)

Параметр	Свойство	Значение	Процент использования, %	N, кН
Шов Ш1	Катет	0.6 см	99.2	323,865
	Длина по обушку	16.0 см		
	Длина по перу	8.0 см		
Шов Ш2	Катет	0.6 см	99.9	- 102,600
	Длина по обушку	6.0 см		
	Длина по перу	6.0 см		
Шов Ш3	Катет	0.6 см	98.2	- 194,316
	Длина по обушку	10.0 см		
	Длина по перу	5.0 см		
Шов Ш4	Катет	0.6 см	29.5	1138.859
	Длина по обушку	29.5 см		
	Длина по перу	12.0 см		
Сосредоточенная	—	0.0 Кн	--	—
Пояс: угол	--	0	--	--
Раскос1: угол	--	133	--	—
Стойка: угол	—	90	--	В
Раскос2: угол	—	46	--	—

#### Вывод по разделу

«В расчетно-конструктивном разделе был выполнен расчет стропильной фермы покрытия пролётом 36 метров с использованием ПК ЛИРА САПР. Была запроектирована ферма с подбором сечений элементов и конструированием узлов» [28].

## **3 Технология строительства**

### **3.1 Область применения**

Данная техкарта выполнена на монтаж стропильных ферм длиной 24 и 36 метров при строительстве корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники в городе Самара.

Работы ведутся в летний период при относительной влажности воздуха 60 процентов.

Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники имеет размеры в плане 84 на 84 метра, здание состоит из трёх пролётов.

Шаг колонн составляет 6 метров, шаг фахверков – 6 метров.

Здание покрыто сборными ребристыми плитами перекрытия марки ПР 60-30, которые укладываются на стропильные фермы. Стропильные фермы пролётами 24 и 36 метров выполнены из стали, пояса ферм – параллельные.

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

#### **3.2.1 Требования законченности предшествующих работ**

«До начала монтажа стропильных ферм должны быть выполнены следующие работы:

- закончены все работы по подземной части;
- проложены временные дороги с покрытием из материала, обеспечивающего нормальное движение автомобильного транспорта и гусеничных кранов от постоянных дорог до места монтажа;
- смонтированы колонны подстропильные и подкрановые балки в соответствии с рабочими чертежами;
- смонтировано освещение всей территорией строительной площадки, проездов и рабочих мест;

- получены и завезены все необходимые материалы и изделия для ведения монтажных работ;
- подготовлены и установлены в зоне монтажа стропильных ферм инвентарь, приспособления и средства для безопасного производства работ;
- инженерно-техническим персоналом монтажной организации и бригадой должны быть изучены карты трудовых процессов и проект производства работ.

При монтаже стропильных ферм элементы конструкций доставляются на объект по часовому графику. Укрупненно собранную конструкцию стропильной балки монтировать при помощи гусеничного крана МКГ-25.

Исполнители - бригада в составе: монтажников 5 разряда М4, 3 разряда М1,2, монтажника - стропальщика 4 разряда М3, электросварщика 4 разряда С1» [33].

### 3.2.2 Определение объемов работ

«Объем работ считаем по чертежам. Подсчет объемов работ ведём на монтаж стропильных ферм покрытия. Последовательность работ соответствует технологии производства данных видов работ.

Посчитанные объемы работ представлены в таблице 9» [13].

Таблица 9 – Ведомость объемов работ для монтажа стропильных ферм покрытия

№ п/п	Наименование работ и комплексов работ	Нормативный источник	Ед. изм	Кол-во
1	Укрупнительная сборка стропильных ферм	По ЕНИРу 5-1-3	1 т	194,0
2	Монтаж стропильных ферм с последующей выверкой	По ЕНИРу 5-1-6	1 т	194,0

### 3.2.3 Подбор механизмов и оборудования для производства работ

Габариты и вес монтируемого элемента представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Габариты и вес монтируемого элемента

Наименов. монтажной конструкции	Марка	Габаритные размеры			Коли- чество шт.	Масса, т
		длина	ширина	высот а		
Стропильная ферма	СФ36	36м	0,28м	2,2м	45	2,8

«Учитывая объемно-планировочное решение здания, выбираем для его возведения самоходные стреловые краны.

При возведении здания будем проектировать следующий частный поток: монтаж стропильных конструкций.

Требуемая грузоподъемность крана при требуемом вылете стрелы:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{э}} + Q_{\text{тп}} + Q_{\text{мп}}, \quad (21)$$

где  $Q_{\text{тр}}$  - требуемая грузоподъемность крана при требуемом вылете стрелы, т.

$Q_{\text{э}}$  - масса монтируемого элемента, т;

$Q_{\text{тп}}$  - масса такелажных приспособлений, т;

$Q_{\text{мп}}$  - масса монтажных приспособлений, т.

Тогда

$$Q_{\text{тр}} = 2,8 + 0,7 = 3,5\text{т.}$$

«Требуемая высота подъема крюка крана, м:

$$H_{кр} = h_o + h_э + h_{тп} + h_з, \quad (21)$$

где  $H_{кр}$  - требуемая высота подъема, м;

$h_o$  - расстояние от уровня стоянки крана до уровня монтажного горизонта, м;

$h_э$  - высота монтируемого в проектном положении;

$h_{тп}$  – высота такелажных приспособлений, м;

$h_з$  – запас по высоте, необходимый для безопасной установки монтируемой конструкции, принимается равным 0,5...0,25 м» [13]

$$H_{кр} = 16,2 + 2,2 + 3 + 0,35 = 21,75 \text{ м.}$$

Принимаем гусеничный кран МКГ-25:

Длина стрелы 32,5 м» [13].

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

#### **Сборка и подготовка фермы к установке**

«Выполняют монтажники М1, М2 и М4.

Перед монтажом фермы осуществляется укрупнительная сборка полуферм на специальном стенде, который располагается в рабочей зоне монтажного крана в монтируемом пролете здания.

М1 и М2 крепят к концам фермы две оттяжки из пенькового каната и натягивают с помощью винтовой оттяжки стальной страховочный канат для безопасного перемещения монтажников по ферме.

Монтажник М4 в это время устанавливает на верхнем поясе фермы распорку, закрепляя ее болтами, а затем на верхнем поясе фермы крепит навесные люльки.

Строповку фермы производят в такой последовательности. Монтажник М4 дает команду машинисту крана подать траверсу к ферме и вместе с монтажником М1 надевают кольцо траверсы на крюк крана. Затем, поднявшись на верхний пояс фермы, они крепят полуавтоматические замки в



### 3.3 Требования к качеству и приемке работ

«Операционный контроль качества работ по монтажу стропильной конструкции выполнять с требованиями СП 16.1333.2017 “Стальные конструкции” и СП 70.13330.2017 “Несущие и ограждающие конструкции”, по организации строительного производства и СП 48.13330.2019.

Операционный контроль на строительной площадке осуществляется мастерами. Допускаемые отклонения при монтаже представлены в таблице 11.

Таблице 11 – Допускаемые отклонения при монтаже

Параметры	Допуск
Пролет свыше 15 м	$\pm 8$ мм
Стрела прогиба отдельных элементов	1/750 L (не > 15 мм)
Расстояние между группами отверстий в верхнем поясе	$\pm 3$ мм

Элементы конструкций монтажных узлов должны быть тесно вымеряемые при установке их в проектное положение.

Погрешности измерений в процессе геодезического контроля точности выполнения работ должны быть не более 0,2 величины допускаемых отклонений» [33].

### 3.4 Калькуляция затрат труда и машинного времени

Калькуляция затрат труда представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Калькуляция затрат труда

Нормы	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	Состав звена	Затр.тр. чел/час на ед.	Затр.тр. чел/час на весь объем
§ E5-1-3 1-4, а, б	Укрупнительная сборка стропильных ферм	1 т.	194	Монтажник конструкций 6 разр. – 1 чел.	0.92	246.48
				Монтажник конструкций 5 разр. – 1 чел.		
				Монтажник конструкций 4 разр. – 2 чел.		
				Монтажник конструкций 3 разр. – 1 чел.		
			194	Машинист крана 6 разр. – 1 чел.	0.18	32.92
§ E5-1-6 т.2 п. б 2, 4	Монтаж стропильных ферм с последующей выверкой	1 т.	194	Монтажник конструкций 5 разр. – 1 чел.	0.17	32.86
				Монтажник конструкций 4 разр. – 1 чел.		
				Монтажник конструкций 3 разр. – 1 чел.		
			194	Машинист крана 6 разр. – 1 чел.	0.07	17.02

### 3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

«Комплект инструментов бригады для бетонных работ представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Комплект инструментов бригады для бетонных работ

Название	Кол-во
Оборудование	
Компрессор	1 шт
Трансформатор понижающий	1 шт
Виброрейка	2 шт
Вибратор электромеханический	2 шт
Поверхностный вибратор	2 шт
Приспособления и инвентарь	
Неповоротный бункер с выгрузкой сбоку (объем 1 м3)	4 шт
Контейнер-кладовая	1 шт
Поворотный бункер (объем 1 м3)	2 шт
Инструмент ручной	
Краскораспылитель-пистолет	1 шт
Ключи (набор)	2 комплекта
Уровень	2 шт
Домкрат на 2 тонны	2 шт
Лопата совковая	4 шт
Ключ-гайковёрт	2 шт
Лом	2 шт
Кельма	4 шт
Кувалда	3 шт
Стальная щётка	3 шт
Инструменты для измерения	
Отвес	3 шт
Рулетка	3 шт
Термометр	4 шт
Шаблон	2 шт» [33]

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

«Организация строительной площадки, участков работ и рабочих мест:

- организация строительной площадки, участков работ и рабочих мест должна обеспечивать безопасность труда работающих на всех этапах выполнения работ;

- при организации строительной площадки, размещении участков работ, рабочих мест, проездов строительных машин и транспортных средств, проходов для людей следует установить опасные зоны для людей, в пределах которых действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы. Опасные зоны должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы;

- границы опасных зон вблизи движущихся частей и рабочих органов машин определяются расстоянием в пределах 5м, если другие повышенные требования отсутствуют в паспорте или инструкций завода изготовителя.

Эксплуатация строительных машин:

- на строительной площадке необходимо назначить работников, ответственных за безопасную эксплуатацию машин и механизмов при производстве строительного-монтажных работ. Эти работники должны перед этим пройти инструктаж и дальнейшую проверку знаний этих инструкций и правил по безопасной эксплуатации этих машин при производстве работ;

- перед началом работ по монтажу и демонтажу должны быть определены схемы движения машин и место их стоянки при производстве работ. Освещение рабочей зоны должно быть обеспечено, должна быть налажена связь машиниста и монтажников, а так же должно быть обеспечено заземление машин, которые имеют электропривод;

- при монтаже машинист должен видеть все пространство рабочей зоны и должен мочь маневрировать при производстве работ, следовательно место работы машин должно быть определено с соблюдением данных условий;

- категорически запрещено оставлять машины с работающим двигателем без присмотра.

Эксплуатация технологической оснастки и инструмента:

- все работы должны вестись с применением инструментов и оснастки, который определён в ППР;

- при выполнении строительно-монтажных работ должны использоваться люльки, соответствующие требованиям ГОСТ 273772-87;

- перемещение люлек производится за счет лебёдки, которые загружаются балластом, по весу вдвое превышающим усилие лебёдки при максимальной нагрузке. Балласт крепится к раме лебёдки.

Монтажные работы:

- на участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнения других работ и нахождение посторонних лиц;

- при возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной секции, над которой производится перемещение, установка, и временное закрепление элементов сборных железобетонных конструкций или оборудования;

- способы строповки элементов конструкций и оборудования должно обеспечивать их подачу к месту установки в положении близком к проектному;

- запрещается подъем сборных железобетонных конструкций не имеющих монтажных путей или меток, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж;

- очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи следует производить до их подъема;

- строповку конструкций и оборудования следует производить грузозахватными средствами, обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватного средства превышает 2м.

## Вывод по разделу

В разделе технологий строительства были подобраны машины и механизмы для монтажа стропильной фермы покрытия, также разработана технологическая карта, выполнена калькуляция трудозатрат при выполнении работ по монтажу и соблюдены меры по созданию условий безопасной работы рабочих.

## **4 Организация и планирование строительства**

### **4.1 Определение объёмов работ**

«Объемы работ подсчитаны по рабочим чертежам и представлены в таблице А.1 в приложении А» [13].

### **4.2 Материально-технические ресурсы строительства**

«Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах представлена в таблице А.2 в приложении А» [13].

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

«Подбор стрелового крана для монтажных работ выполнили в разделе 3.

По результатам подбора выбрали монтажный стреловой кран МКГ-25, длина стрелы которого 32,5 м.

Для бетонирования используются автобетононасосы марки Doosan DCP 37.15xz и автобетоносмесители марки СБ-92В-2» [13].

«Выбранные машины и механизмы для производства работ приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Машины, механизмы для производства работ

Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Количество, шт.
Бульдозер	ДЗ-35С	2
Кран стреловой	МКГ-25	1

#### Продолжение таблицы 14

Наименование машин, механизмов и оборудования	Тип, марка	Количество, шт.
Глубинный вибратор	ИБ-47Б	2
Экскаватор с обратной лопатой	ЭО-4121А	2
Бетононасос	Doosan DCP 37.15xz	1
Сварочный аппарат передвижной	АСДП-510	1
Самосвал	КАМАЗ-53212	6
Строительный подъемник (мачтовый)	-	2
Трамбовщик пневматический	И-167	3
Инструмент электрический	Комплект ИН-8ИМ	2
Поверхностный вибратор	ИБ-91Б	2

#### 4.5 Определение трудоёмкости работ

Все расчёты по трудозатратам приведены в таблице А.3 Приложения А» [13].

#### 4.6 Разработка календарного плана

«Определяем продолжительность выполнения работ:

$$T = \frac{T_p}{n \times k}, \text{ дни} \quad (22)$$

где  $T_p$  - трудозатраты, чел-дн;

$n$  - количество рабочих в 1 звене;

$k$  - количество смен.

По ведомости трудоёмкости работ составляем календарный график и график движения рабочих. После чего считаем следующие показатели:

- среднее число рабочих, участвующих в строительстве, в день:

$$R_{\text{ср}} = \frac{5457,6}{166} = 15 \text{ чел.}$$

- поточность строительства по количеству людей:

$$\alpha = \frac{15}{18} = 0,83$$

- поточность строительства по времени:

$$\beta = \frac{166}{180} = 0,92 \text{ [13].}$$

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

### **4.7.1 Расчёт и подбор временных зданий**

«Временные здания необходимы для нормальной работы на стройплощадке, а также для хозяйственно-бытовых нужд» [13].

«Общее количество работающих определяется по формуле:

$$N_{\text{общ}} = N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{мон}}, \quad (23)$$

где  $N_{\text{раб}}$  – численность рабочих, принимаемая по календарному графику, определяемая как:

$$N_{\text{раб}} = R_{\text{max}} = 18 \text{ чел.}$$

$N_{\text{итр}}$  – численность ИТР, определяемая как:

$$N_{\text{итр}} = 0,11R_{\text{max}} = 0,11 \times 18 = 2 \text{ чел.}$$

$N_{\text{служ}}$  – численность служащих, определяемая как:

$$N_{\text{служ}} = 0,032R_{\text{max}} = 0,032 \times 18 = 1 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{моп}} = 0,013R_{\text{max}} = 0,013 \times 18 = 1 \text{ чел.}$$

$N_{\text{моп}}$  – численность младшего обслуживающего персонала:

$$N_{\text{общ}} = 18 + 2 + 1 + 1 = 22 \text{ чел.}$$

Число людей, работающих на стройплощадке (расчетное):

$$N_{\text{расч}} = 1,05N_{\text{общ}} = 1,05 \times 22 = 23 \text{ чел.}$$

Подбираем тип здания по нормативам» [13].

«Подбор временных зданий представлен в таблице 15.

Таблица 15 – Ведомость временных зданий

Наименование зданий	Численность персонала	Норма площад и м <sup>2</sup>	Расчетная площадь Sp, м <sup>2</sup>	Принимаемая площадь Sf, м <sup>2</sup>	Размеры А х В, м	Кол-во зданий	Характеристика
Контора прораба	2	3	9	18	6,7×3	1	31315
Гардеробная	18	0,9	18	28	10×3,2	1	Г-10
Проходная	1	9	9	9	-	2	-
Душевая	18	0,43	12,9	24	9×3	1	ГОССД
Сушильная	18	0,2	4	20	8,7×2,9	1	ВС-8

Продолжение таблицы 15

Наименование зданий	Численность персонала	Норма площадь и м <sup>2</sup>	Расчетная площадь Sp, м <sup>2</sup>	Принимаемая площадь Sf, м <sup>2</sup>	Размеры А x В, м	Кол-во зданий	Характеристика
Помещ. для приёма пищи	18	0,43	8,6	24	9×3	1	ГОСС Б-8
Помещ. для обогрева рабочих	18	0,75	15	24	9×3	1	4078-100
Туалет	22	0,07	2,52	24	9×3	1	ГОСС
Медпункт	22	0,05	1,8	24	9×3	1	ГОСС

#### 4.7.1 Расчёт площади складов

Необходимый запас строительных материалов на складе определяем по формуле:

$$Q_{\text{зан.}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \times n \times k_1 \times k_2, \quad (24)$$

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

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

$n$  – норма запаса материала на площадке,  $n=1$ ;

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

$k_2$  - коэффициент неравномерности потребления материалов в течении расчетного периода,  $k_2=1,3$ » [1]

«Определяем полезную площадь для складирования данного вида ресурса по формуле:

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{зан.}}}{q}, \text{ м}^2 \quad (25)$$

где  $q$  - норма складирования.

Общую площадь склада с учетом проездов и проходов определяем по формуле:

$$F_{\text{общ}} = F_{\text{пол}} \times k_{\text{исп}}, \text{ м}^2 \quad (26)$$

где  $k_{\text{исп}}$  - коэффициент использования площади склада» [13].

«Расчёт потребной площади для складирования материалов представлен в таблице 16

Таблица 16 – Расчёт площадей складов

Матер. изделия, конструкции	Продолжит. потреб. б.	Потребность в ресурсах		Запас материала		Площадь склада			Размер склада и способ хранения
		общая	суточная	на сколько дней	кол-во $Q_{\text{зап.}}$	норматив на $1\text{ м}^2$	полезная $F_{\text{пол.}}$ , $\text{ м}^2$	общая $F_{\text{общ.}}$ , $\text{ м}^2$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Открытые склады									
Арматура	16	76,8 т	3,98	11	68,23 т	1,2 т	61,56	69,82	навалом
Щиты опалубки	4	1440 $\text{ м}^2$	44	3	68,18 $\text{ м}^2$	20 $\text{ м}^2$	4,76	368,23	штабель
Итого:								432	

#### 4.8 Расчёт и проектирование сетей водопотребления и водоотведения

Выполним расход воды при строительстве, который приходится в момент его максимального использования» [13].

Максимальное использование воды приходится на устройство фундаментов:

- объём работ по устройству фундамента  $V = 291,1 \text{ м}^3$ ;
- продолжительность выполнения работ = 6 дней.

«Расход воды, необходимый для производственных нужд:

$$Q_{пр} = \frac{K_{ну} \cdot q_n \cdot n_n \cdot K_ч}{3600 \cdot t_{см}}, \text{ л/сек}, \quad (27)$$

где  $K_{ну}$  – неучтенный расход воды.  $K_{ну} = 1,2 \div 1,3$ ;

$q_n$  – удельный расход воды по каждому процессу на единицу объема работ, л (табл. 7.6);

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

$K_ч$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$t_{см}$  – число часов в смену = 8,2 ч.» [13]

$$Q_{пр} = \frac{1,2 \times 1300 \times 59,25 \times 1,3}{3600 \times 8,2} = 4,07 \text{ л.}$$

«Расход воды для хозяйственных нужд, когда на стройплощадке находится максимальное количество рабочих:

$$Q_{хоз} = \frac{20 \times 30 \times 1,5}{3600 \times 8,2} + \frac{50 \times 24}{60 \times 45} = 0,45 \text{ л/сек.}$$

Расход воды, который необходим для противопожарных целей  $Q_{пож}$ , определяем с учетом того, что одновременно будет действовать две струи из двух гидрантов с расходом на каждую струю 5 л/сек, т.е. расход воды для противопожарных нужд равен 10 л/сек.

Максимальный расход воды в сутки на стройплощадке:

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож} = 4,07 + 0,45 + 10 = 14,52 \text{ л/сек.}$$

Считаем необходимый диаметр труб:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 1000 \times 14,52}{3,14 \times 2}} = 96 \text{ мм.}$$

Принимаем трубу диаметром 100 мм.  $v = 1,85 \text{ м/с}$

Диаметр труб для канализации равен  $D_{\text{кан}} = 1,4 \times D_{\text{вод}} = 1,4 \times 100 = 140 \text{ мм.}$

Принимаем диаметр труб канализации равным 150 мм» [13].

#### 4.9 Расчёт и проектирование сетей электроснабжения

«Определим потребность в электроэнергии в период его максимального использования. Ведомость мощностей потребителей энергии приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Ведомость мощностей потребителей энергии

Наименование потребителей	Ед. изм.	Установленная мощность, кВт	Кол-во	«Общая установленная мощность, кВт
Сварочный аппарат	шт.	52	1	52
Итого:				$\Sigma = 52.$

«Рассчитаем потребную мощность с учетом коэффициентов спроса:

$$P_p = \alpha \times \left( \Sigma \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos \varphi} + \Sigma \frac{k_{2c} \times P_m}{\cos \varphi} + \Sigma k_{3c} \times P_{ov} + \Sigma k_{4c} \times P_{on} \right), \text{ кВт} \quad (28)$$

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

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

$P_c, P_m, P_{ov}, P_{on}$  - установленная мощность, кВт.

$\cos \varphi$  - коэффициент мощности» [13]

«Силовые потребители:

$$\sum \frac{k_{1c} \times P_c}{\cos \varphi} = \frac{0,35 \times 54}{0,4} + \frac{0,7 \times 4}{0,8} + \frac{0,1 \times 1}{0,4} = 51 \text{кВт}.$$

Технологические потребители:

$$\sum \frac{k_{2c} \times P_m}{\cos \varphi} = 0$$

Внутреннее освещение:

$$\sum k_{3c} \times P_{ov} = 0,8 \times 4,044 = 3,23 \text{кВт}.$$

Наружное освещение:

$$\sum k_{4c} \times P_{on} = 1 \times 2,49 = 2,49 \text{кВт}.$$

$$P_p = 1,1 \times (51 + 3,23 + 2,49) = 62,39 \text{кВт}.$$

Необходимая мощность в кВ·А:

$$P_y = P_p \times \cos \varphi = 62,39 \times 0,8 = 49,9 \text{кВ} \cdot \text{А} \gg [13]$$

«По результатам расчета принимаем трансформаторную подстанцию СКГП-100-6/10/0,4 мощность которого 50кВ·А.

Количество прожекторов для освещения строительной площадки равно:

$$N = \frac{0,4 \times 2 \times 10281,4}{1000} = 9 \text{шт.} \gg [13]$$

#### 4.10 Проектирование строительного генерального плана

«Проектируем стройгенплан на строительство надземной части культурно-делового центра.

Определяем зону перемещения грузов:

$$L_{\text{пер}} = 6,3 + 1,2 = 7,5 \text{ м.}$$

Зону обслуживания (рабочую зону) определяем по максимальному вылету стрелы  $R_{\text{max}} = R_{\text{обсл.}} = 6,3 \text{ м.}$

Определим опасную зону работы крана, т.е. зону, где «возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении»:

$$R_{\text{оп.з.}} = 7,5 + 12 + 7 = 25,3 \text{ чел.}$$

На стройплощадке устанавливаем два пожарных гидранта. Автомобильную дорогу проектируем двусторонней с шириной 7 м» [13].

Вывод по разделу

В разделе организации и планирования строительства был разработан стройгенплан на строительство здания культурно-делового центра, подобраны машины и механизмы, рассчитан календарный график работ и график потока рабочих.

## 5 Экономика строительства

Конструктивная схема корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники – рамно-связевой каркас. Основные несущие конструкции – металлические.

Устойчивость корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники и пространственная жесткость обеспечена V-образными связями в продольном направлении и стропильными фермами в поперечном.

Колонны фахверка выполнены из прокатных профилей.

Здание покрыто сборными ребристыми плитами перекрытия марки ПР 60-30, которые укладываются на стропильные фермы. Стропильные фермы пролётами 24 и 36 метров выполнены из стали, пояса ферм – параллельные.

Наружные стены выполнены из панелей типа сэндвич толщиной 120 миллиметров.

Перегородки выполнены из гипсокартона на металлическом каркасе (с двухслойной обшивкой).

В поперечных стенах всех трёх пролетов здания и предусмотрены двупольные распашные ворота размером 4 на 4, 2 метра для прохода людей и оборудования и для сообщения между помещениями и отделениями в внутренних стенах.

Фасад цеха выполнен из сэндвич панелей толщиной 120 мм. Отделка сэндвич панелей с внутренней и наружной стороны не предусматривается, так как они обладают всеми необходимыми тепломеханическими и санитарно-гигиеническими свойствами.

«Сметные расчеты составлены с использованием Укрупненных нормативов цены строительства.

Укрупненный норматив цены строительства – показатель потребности в денежных средствах, необходимых для создания единицы мощности

строительной продукции, предназначенный для планирования (обоснования) инвестиций (капитальных вложений) в объекты капитального строительства.

Для определения стоимости строительства проектируемого объекта в городе Самара была использована УПСС 3.1 и УПВР 3.1 и 3.2.

Расчетная стоимость 1 м<sup>3</sup> строительства по УПСС равна 5160 руб.

Строительный объем производственного корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники – 148176 м<sup>3</sup>.

Стоимость строительства = 5160/1000\*148176 = 764588,16 тыс. руб.

Сводный сметный расчет стоимости объекта строительства составлен в ценах по состоянию на 15.02.2022 г. и представлен в таблице 18» [11].

«Объектные сметные расчеты стоимости объекта строительства и благоустройство и озеленение представлены в таблицах 19 и 20.

Таблица 18 - Сводный сметный расчёт стоимости строительства

Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.
ОС-02-01	<u>Глава 2.</u> Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники	764588,16
ОС-07-01	<u>Глава 7.</u> Благоустройство и озеленение территории	9429,71
ГСН 81-5-01-2001 п.1.2	<u>Глава 8.</u> Временные здания и сооружения, 2,6 %	4279,29
Методика, введённая приказом №421 п. 179	Резерв средств на непредвиденные работы и затраты, 3 %	4937,64
МРР-4.8-16	Стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации, 3%	27864,64

Продолжение таблицы 18

Номера сметных расчётов и смет	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Общая сметная стоимость, тыс. руб.
«Методика, введённая приказом №421, п. 174	Авторский надзор, 0,2%	1589,18
Методика, введённая приказом №421, п. 167	Строительный контроль, 0,3%	2383,76
Итого		774017,92
НДС 20%		154803,63
Всего по смете		928821,43

Расчет выполнен в соответствии с действующими нормами» [11].

Таблица 19 - Объектный сметный расчет № ОС-02-01

Объект	Объект: Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники				
Общая стоимость	764588,16 тыс.руб.				
В ценах на	15.02.2022 г.				
Наименование сметного расчета	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, руб	Итоговая стоимость, тыс. руб
УПСС 3.1-012	Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники	1 м <sup>3</sup>	148176	5160	764588,16
Итого:					764588,16

Расчет выполнен в соответствии с действующими нормами» [11].

Таблица 20 – Объектный сметный расчет № ОС-07-01. Благоустройство и озеленение

Объект	Объект: Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники				
Общая стоимость	9429,71 тыс.руб.				
В ценах на	15.02.2022 г.				
Код УПВР	Выполняемый вид работ	Единица измерения	Объем работ	Стоимость единицы объема работ, руб	Итоговая стоимость, тыс. руб
3.1-01-004	Асфальтобетонное покрытие площадок с щебёночно-песчаным покрытием	1 м <sup>2</sup>	6504,3	1239	8058,83
3.2-01-006	Устройство посевного газона	100 м <sup>2</sup>	39,012	35140	1370,88
Итого:					9429,71

НДС в размере 20 % принят в соответствии налогового кодекса Российской Федерации» [11].

«Сметная стоимость строительства корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники составляет 928821,43 тыс. руб., в т ч. НДС – 154803,63 тыс. руб.

Стоимость за 1 м<sup>2</sup> составляет 131,63 тыс. руб.

При составлении сметных расчетов руководствовались положениями, приведенными в Методических рекомендациях по применению государственных сметных нормативов – укрупненных нормативов цены строительства различных видов объектов капитального строительства (МД 81-02-12-2011).

В таблице 21 приведены основные показатели стоимости строительства здания с учётом НДС» [11].

Таблица 21 – Основные показатели стоимости строительства

Показатели	Стоимость на 01.03.2021, тыс. руб.
Стоимость строительства всего	928821,43
в том числе:	-
стоимость проектных и изыскательских работ, включая экспертизу проектной документации, 3%	27864,64
Стоимость фундаментов	105928,64
Общая площадь здания	7056 м <sup>2</sup>
Стоимость, приведенная на 1 м <sup>2</sup> здания	163,52
Стоимость, приведенная на 1 м <sup>3</sup> здания	6,26

#### Вывод по разделу

В разделе экономики выполнен сводный сметный расчет стоимости строительства, объектный сметный расчет на строительство здания и благоустройство и озеленение территории.

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

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

«Раздел разработан для корпуса по ремонту и обслуживанию спецтехники, расположенной в городе Самара.

Капитальное строительство данного объекта предусматривает его возведение с нулевого цикла. Задачами данного раздела в области обеспечения безопасности труда являются:

- санитарно-бытовое обеспечение работающих;
- устройство проездов, проходов, переходов, обеспечивающих подъезд или подход к складам и объектам строительства;
- ограждение территорий и опасных зон строительной площадки;
- энергоснабжение и электрооборудование строительной площадки, и обеспечение безопасной эксплуатации строительных машин, оборудования, механизмов, инструмента;
- проектирование временного водоснабжения, в том числе для противопожарных целей;
- устройство электрического освещения территории, складов, проездов, временных зданий и общих рабочих мест;
- проектирование безопасных условий на отдельных строительномонтажных работах» [2].

### **6.2 Техника безопасности при проведении бетонных и железобетонных работ**

«Размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных проектом производства работ, а также пребывания людей,

непосредственно не участвующих в производстве работ на настиле опалубки не допускается.

Заготовка и обработка арматуры должны выполняться в специально предназначенных для этого местах.

При выполнении работ по заготовке арматуры необходимо:

- ограждать места, предназначенные для разматывания бухт (мотков) и выправления арматуры;
- при резке станками стержней арматуры на отрезки длиной менее 0,3 м применять приспособления, предупреждающие их разлет;
- ограждать рабочее место при обработке стержней арматуры, выступающих за габариты верстка, а у двусторонних верстаков, кроме этого, разделять верстак посередине продольной металлической предохранительной сеткой высотой не менее 1 м;
- складывать заготовленную арматуру в специально отведенные для этого места;
- закрывать щитами торцевые части стержней арматуры в местах общих проходов, имеющих ширину менее 1 м.

При уплотнении бетонной смеси электровибраторами перемещать вибратор за токоведущие шланги не допускается, а при перерывах в работе и переходе с одного места на другое электровибраторы необходимо выключать» [2].

### **6.3 Техника безопасности при производстве монтажных работ**

«На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнения других работ и нахождение посторонних лиц.

При возведении зданий и сооружений запрещается выполнять работы, связанные с нахождением людей в одной секции, над которой производится

перемещение, установка, и временное закрепление элементов сборных железобетонных конструкций или оборудования.

Очистку подлежащих монтажу элементов конструкций от грязи следует производить до их подъема.

Строповку конструкций и оборудования следует производить грузозахватными средствами, обеспечивающими возможность дистанционной расстроповки с рабочего горизонта в случаях, когда высота до замка грузозахватного средства превышает 2 м.

Элементы монтируемых конструкций или оборудования во время перемещения должны удерживаться от раскачивания и вращения гибкими оттяжками.

Не допускается пребывание людей на элементах конструкций и оборудования во время их подъема или перемещения.

Для перехода монтажников по установленным конструкциям, на которые невозможно установить ограждения, обеспечивающие ширину прохода необходимо применять специальные предохранительные приспособления.

Все работы по устранению конструктивных недостатков и ликвидации недоделок на смонтированном технологическом оборудовании, следует проводить только после разработки и утверждения его заказчиком и генподрядчиком совместно» [2].

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

«Пожарная безопасность на строительной площадке и рабочих местах обеспечивается в соответствии с требованиями СП 1.13130.2020, а также с соблюдением ГОСТ 12.1.004-96» [2].

#### **6.4.1 Мероприятия по пожарной безопасности на строительной площадке**

«При разработке стройгенплана проектируется установка пожарных гидрантов ПГ. Диаметр труб 200 мм. Снабжение водой от городской водопроводной сети. На стройплощадке устанавливается четыре пожарных гидранта, имеются щиты с лопатами, огнетушителями, песком, ведрами, топорами. Щиты располагаются около пожарных гидрантов, радиус действия которых 100 м» [3].

#### **6.4.2 Меры пожарной безопасности при производстве сварочных и других видов работ**

«Сварочные работы относятся к особо опасным. Для выполнения этих работ необходим наряд-допуск. Сварочные, а также другие огневые работы связаны с применением открытого источника огня выполняются в соответствии с “ Правилами пожарной безопасности “при проведении сварочных и других видов работ на объектах народного хозяйства, СНиП 12-03-99 “ Техника безопасности в строительстве “.

В наиболее пожароопасных местах при большом объеме сварочных работ, а также при сварке на высоте, необходимо выставлять пожарные посты. Сварщики, работающие на высоте, должны иметь металлическую коробку для сбора электродных огарков.

Не допускается устанавливать ацетиленовые генераторы в помещениях подвальных и цокольных этажей» [3].

#### **6.4.3 Противопожарное водоснабжение, средства пожаротушения и связи**

«К началу основных строительных работ на площадке должно быть обеспечено противопожарное водоснабжение от пожарных гидрантов на водопроводной сети. Источники противопожарного водоснабжения должны быть освещены и оборудованы соответствующими указателями пусконаладочных работ.

На территории строительства необходимо иметь звуковые сигналы (сирены) для подачи тревоги в случае пожара, около которых должны быть вывешены надписи «ПОЖАРНЫЙ СИГНАЛ» [3].

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

Чтобы уменьшить время вредного воздействия стройки на окружающую среду уменьшим срок строительства сооружения. Это выполняется за счет работы на стройке в 2 смены, применением добавок в бетонной смеси, что поможет сократить срок строительства на 4 дня. Также использование безвыверчного метода монтажа стальных конструкций сократит срок строительства ещё на 3 дня. Применение добавок в бетонной смеси фундаментов сократит набор прочности на 3 дня.

Подогрев строительных конструкций с целью монтажа и строительных материалов, воды и т.д. выполняется электронагревом, что позволит минимизировать наличие открытого огня на стройке. С этой же целью при устройстве полов применяются холодные мастики.

Такие материалы, как гипс, цемент и известь хранятся в специально отведённых местах (складах).

Сбрасывание мусора из здания выполняется с помощью закрытых бункеров и лотков, которые спускаются на землю с помощью лебёдки и крана.

Все коммуникации размещаются закрытым способом в коллекторах, трубы располагаются под кабелями, что позволит производить ремонт и техобслуживание сетей без производства земляных работ, что позволит сократить плодородный слой почвы в том числе при производстве подготовительных работ. Это позволит сэкономить деньги на благоустройстве территории после строительства и сократить срок строительства объекта и тем самым снизить влияние стройки на окружающую среду.

Этот способ устройства коммуникаций так же позволит производить работы без отключения существующих сетей, без их демонтажа и монтажа, а также ликвидировать перекрытие дорожных путей в это время.

Чтобы исключить загрязнение грунтов, масла с техники сливаются в специальные маслоприёмники. Сточные воды сливаются в существующую канализацию, питьевая вода берётся из существующего источника.

Все зелёные насаждения на строительной площадке проходят полную инвентаризацию, вырубка происходит только при необходимости (выборочная) только с разрешения ГОРЗЕЛЕНХОЗом. Деревья и кустарники, которые не подлежат вырубке, обносятся ограждением, позволяющим сохранить их стволы и корневую систему в целости.

#### **6.5.1 Рекультивация нарушенных земель**

Если при строительных и каких-нибудь других работах качество земли и земельных угодий ухудшается, то компания, которая к этому привела (выполняла работы, приведшие к ухудшению угодий) обязана восстановить испорченные земельные угодья и привести их в пригодное для использования по назначению состояние.

Грунт, непригодный для дальнейшего использования отправляют на ТБО. Для благоустройства территории, в том числе для озеленения, используется привозной грунт (почвенно-растительный слой). Территория стройплощадки покрывается асфальтобетоном.

#### **6.5.2 Охрана вод при строительстве**

«Какие виды водоснабжения и водоотведения запроектированы в нашем объекте:

- водопровод хозяйственно-питьевой;
- противопожарный водопровод;
- хозяйственно-бытовая канализация;
- внутренний водосток.

Вода – это наша жизнь. Без воды человек умрет, как и все живое на этой планете, поэтому воду надо беречь. Количество пресной воды на нашей планете становится все меньше и меньше, поэтому необходимо ограничить сток сточных вод, в том числе вод – продуктов строительного производства, к грунтовым водам и к рекам. Сточные воды должны очищаться и фильтроваться, иначе наша планета скоро погибнет. Мы не можем этого допустить.

Для учета воды в сети на вводах в здание установлены водомерные счетчики. Хозяйственно-питьевое водоснабжение строительной площадки осуществляется от временного водопровода, подключенного к существующему внутридворовому водопроводу.

Отведение хозяйственно-бытовых стоков, образующихся во время строительства, будет осуществляться в ёмкость биотуалета. Откуда данные отходы по мере накопления будут вывозиться на полигон ТБО. В целях снижения загрязнения поверхностных и подземных вод при эксплуатации объекта проектом предусматривается комплекс природоохранных и технологических мероприятий:

- устройство бытовой канализации с последующей очисткой стоков на централизованных городских очистных сооружениях;
- проектируемый объект не осуществляет непосредственно забор воды из природных подземных и поверхностных источников и не осуществляет сброс сточных вод в природные водные объекты;
- для оптимизации водопотребления на вводах водопровода установлены водомерные узлы с водосчетчиками» [7].

### **6.5.3 Использование отходов строительства**

Отходы строительства используются следующим образом:

- твердые большие куски строительного мусора, куски кирпича, блоков из пенобетона, куски бетона и раствора используются при обратной засыпке траншей и котлованов или при устройстве дорог;

- более мелкие отходы строительного мусора используются как мелкий заполнитель. Оставшиеся после строительства керамзит, щебень, цемент, песок и т.д. отправляются в железобетонный завод данной организации для дальнейшего использования в производстве железобетонных материалов;

- остатки пиломатериалов доставляются на завод по деревообработке.

- обрезки арматуры и битые Ж/Б конструкции отправляются на завод ЖБИ для дальнейшего использования;

- строительный мусор, не подлежащий вторичному использованию и переработке отправляется на свалку.

#### Вывод по разделу

Разработаны организационно-технические мероприятия по снижению профессиональных рисков при строительстве объекта. Разработаны мероприятия по безопасности на объекте строительства, в том числе пожарной и разработаны мероприятия по защите окружающей среды от вредного воздействия строительства.

## Заключение

«Тема выпускной квалификационной работы: «Корпус по ремонту и обслуживанию спецтехники».

Проектируемое здание расположено в г. Самара, имеет размеры в плане 84 на 84 метра и состоит из трёх пролётов.

В архитектурно-планировочном разделе была выполнена планировочная организация земельного участка, приняты основные конструктивные и объемно-планировочные решения здания.

В расчетно-конструктивном разделе был выполнен расчет стропильной фермы покрытия пролётом 36 метров с использованием ПК ЛИРА САПР. Была запроектирована ферма с подбором сечений элементов и конструированием узлов.

В разделе технологий строительства была разработана технологическая карта на монтаж стропильной фермы покрытия, подобраны машины и механизмы, рассчитана калькуляция трудозатрат и учтены мероприятия по безопасности труда рабочих.

В разделе организации и планирования строительства разработан календарный график производства работ и стройгенплан, в котором отражены все организационные моменты строительной площадки, оснащение площадки электроэнергией, водоснабжением, а также мерами противопожарной защиты.

В разделе экономики выполнен сводный сметный расчет стоимости строительства, объектный сметный расчет на строительство здания и благоустройство и озеленение территории.

В разделе безопасности и экологичности технического объекта разработаны организационно-технические мероприятия по снижению профессиональных рисков при строительстве объекта, мероприятия по безопасности на объекте строительства, в том числе пожарной, и мероприятия по защите окружающей среды от вредного воздействия строительства» [28].

## Список используемой литературы и используемых источников

1. Ананьин М. Ю. Основы архитектуры и строительных конструкций: термины и определения : учеб. пособие / М. Ю. Ананьин ; Урал. федерал. ун-т.; Екатеринбург: Урал. ун-т, 2016. 132 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/65955.html> (дата обращения 20.01.2022 г.).– Текст: электронный.

2. Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О. М. Зиновьева [и др.]; Москва : МИСиС, 2019. 84 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/116915/#1> (дата обращения 11.02.2022 г.).

3. Бектобеков Г. В. Пожарная безопасность [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. В. Бектобеков; Санкт-Петербург : Лань, 2019. 88 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/112674> (дата обращения 29.01.2022 г.).

4. Белецкий Б. Ф. Технология и механизация строительного производства : учеб. для студентов вузов / Б. Ф. Белецкий. - Изд. 4-е, стер.; гриф МО; Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2017. 750, [13] с.

5. Берлинов М. В. Основания и фундаменты [Электронный ресурс] : учебник / М. В. Берлинов. - Изд. 7-е, стер.; Санкт-Петербург: Лань, 2019. 320 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/112075> (дата обращения 12.02.2022 г.).

6. Глаголев Е. С. Технология строительного производства [Электронный ресурс] = Construction technologies : для студентов заоч. формы обучения с применением дистанционных технологий / Е. С. Глаголев, В. М. Лебедев; Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова , 2017. 350 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/66685.html> (дата обращения 12.03.2022 г.).

7. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация Введ. 2017-03-01 М.: Межгос. Совет по стандартизации, метрологии и сертификации – Москва: Изд-во стандартов, 2015. 9 с.

8. Дружинина О. Э. Возведение зданий и сооружений с применением монолитного бетона и железобетона [Электронный ресурс] : технологии

устойчивого развития: учеб. пособие / О. Э. Дружинина, Н. Е. Муштаева; Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2018. 128 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=929962> (дата обращения 15.02.2022 г.).

9. Казаков Ю. Н. Технология возведения зданий [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. Н. Казаков, А. М. Мороз, В. П. Захаров. - Изд. 3-е, испр. и доп.; Санкт-Петербург: Лань, 2018. 256 с. URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/104861/> (дата обращения 15.03.2022 г.).

10. Краснощеков Ю. В. Основы проектирования конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Ю. В. Краснощеков, М. Ю. Заполева; Москва : Инфра-Инженерия, 2018. 296 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=989284> (дата обращения 11.02.2022 г.).

11. 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.

12. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Стройгенплан [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Ю. Михайлов; Москва : Инфра-Инженерия, 2016. 172 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/51729.html> (дата обращения 21.03.2022 г.).

13. Маслова Н. В. Организация и планирование строительства [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Н. В. Маслова ; ТГУ ; Архитектурно-строит. ин-т ; каф. "Пром. и гражд. стр-во". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2012. 103 с. URL: <https://dspace.tltsu.ru> (дата обращения 08.04.2022 г.).

14. Основания и фундаменты: учебно-методическое пособие / А. Б. Пономарёв [и др.]; Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. 317 с.

15. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности РФ. Введ. 2003.06.30.

Собрание законодательства Российской Федерации; М.: МЧС России, 2003. 138 с.

16. Проектирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения: учеб. пособие по выполнению выпускных квалификац. работ (бакалавр, специалист) / Д. Р. Маилян [и др.]; Гриф УМО. Ростов-на-Дону: Феникс, 2017. 412 с.

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

18. ГОСТ 21.508-2020 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. [Текст]. – введ. 01.01.2021. – М.: Стандартинформ, 2021.

19. ГОСТ Р 21.101-2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документац. . [Текст]. – введ. 01.01.2021. – М.: Стандартинформ, 2021.

20. ГОСТ 475-2016 Блоки дверные деревянные и комбинированные. Общие технические условия. Взамен ГОСТ 6629-88; введ. 01.07.2017. М.: Стандартинформ, 2012.

21. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\* (с изменениями №1, 2). Введ. 04.06.2017. М : Стандартинформ, 2018. – -80 - 81 с.

22. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. Введ. 25.06.2020. Москва: Минрегион России, 2020. – 26 с.

23. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изменением №1). Введ. 01.07.2013. Москва: Минрегион России, 2013. – 97 с.

24. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. СНиП 23-01-99\*. Введ. 25.06.2021. Москва : Стандартинформ, 2020. – 154 с.
25. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009: Введ. с 1.01.2013 впервые. – Москва : Минрегион России, 2012. – 84 с.
26. СП 14.13330.2011. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*: Введ. с 20.05.2011 впервые. – Москва : Минрегион России, 2011. – 113 с.
27. СП 2.13.130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [Электронный ресурс]: Введ. -2020-09-12. – URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/svody-pravil/5032> (дата обращения 03.01.2022 г.).
28. Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ по программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.: Приказ от 17.06.2021 N 1180 (ред. от 30.01.2020).
29. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» [Электронный ресурс]: Введ. с 20.06.2019. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d40/SP-63.pdf> (дата обращения 05.02.2022 г.).
30. СП 48.13330.2019 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства». Введ. 25.06.2020. Москва : Стандартинформ, 2020. – 62 с.
31. СП 59.13330.2020 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. [Электронный ресурс]: Введ. с 01.07.2021. URL:<https://dostupnaya-strana.ru/userfiles/Прайсы%20и%20каталоги/СП%2059.13330.2020.%20Свод%20правил.%20Доступность%20зданий%20и%20сооружен.pdf>.(дата обращения 05.02.2022 г.).

32. СП 82.13330.2016. Свод правил. Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. Введ. 19.12.2019. Москва: Стандартинформ, 2019.

33. Типовые технологические карты. Раздел 7. Альбом 07.12. Монтаж стропильных ферм. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293800/4293800488.pdf?ysclid=lbnbv1o4jh20600890>. (дата обращения 05.04.2022 г.).

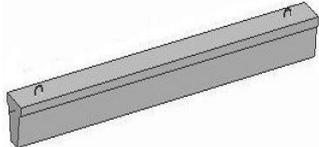
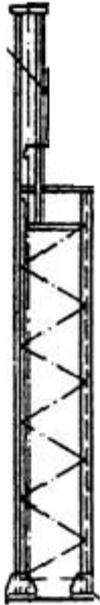
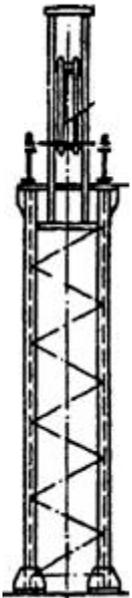
## Приложение А

Таблица А.1 – Ведомость объёмов работ по возведению здания

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Разработка грунта в отвал в котлованах объемом от 1000 до 3000 м <sup>3</sup> экскаваторами с ковшом вместимостью 0,5 м <sup>3</sup> Грунт Пгр.	100 м <sup>3</sup>	136,42	Суглинок легкий $\alpha=630$ , $m=0,5$ $A_H=84+1,2+1,2=86,4$ м $B_H=84+1,5+1,2=86,7$ м $F_H=A_H \cdot B_H=86,7 \cdot 86,4=6814,5$ м <sup>2</sup> $A_B=A_H$ $+2 \cdot m \cdot H=86,4+2 \cdot 1,5 \cdot 1,95=88,25$ м $B_B=B_H$ $+2 \cdot m \cdot H=86,7+2 \cdot 1,5 \cdot 1,95=88,55$ м $F_B=A_B \cdot B_B=88,25 \cdot 88,55=7180,1$ м <sup>2</sup> $V_{\text{кот}}=1/3 \cdot H (F_B + F_H + \sqrt{F_B} \cdot \sqrt{F_H})$ $V_{\text{кот.}}=1/3 \cdot 1,95 \cdot (6814,5 + 7180,1 + \sqrt{6814} \cdot \sqrt{7180}) = 13642$ м <sup>3</sup>  $V_{\text{обр}}=(V_o-V_k) \cdot k_p$ $V_k=25,44+28,25+12,25+3,32+3,32+2,64=72,98$ м <sup>3</sup> $V_{\text{обр}}=(1570-73) \cdot 1,03=1542$ м <sup>3</sup>
Монтаж опалубки	м <sup>2</sup>	459.2	Щиты опалубки PSK-DELTA
Установка и вязка арматуры	т	26.1	Арматура А400, d=12 мм
Укладка бетона в ростверки	м <sup>3</sup>	385	Бетон В20, 385 м <sup>3</sup>
Полив бетона	100 м <sup>2</sup>	2.18	Вода
Покрытие бетона	100 м <sup>2</sup>	2.18	Маты
Снятие покрытия бетона	100 м <sup>2</sup>	2.18	Маты
Демонтаж опалубки ростверков	м <sup>2</sup>	459.2	Щиты опалубки PSK-DELTA
Устройство гидроизоляции	100 м <sup>2</sup>	1.94	$F_{\text{фм1}}=1,8 \cdot 1,8 \cdot 30=97,2$ м <sup>2</sup> $F_{\text{фм2}}=1,8 \cdot 1,5 \cdot 36=97,2$ м <sup>2</sup>
Обратная засыпка пазух котлована	100 м <sup>3</sup>	133,2	$V_{\text{обр}}=13320$ м <sup>3</sup>
Монтаж опалубки	м <sup>2</sup>	459.2	Щиты опалубки PSK-DELTA

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Монтаж фундам. балок	1 шт	56	
Монтаж крайних двухветвевых колонн массой до 3 т	шт	30	
Монтаж средних колонн массой до 5 т	шт	30	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Монтаж колонн фахверка	шт	38	
Монтаж подкрановых балок	шт	88	Подкрановая балка ПБ-1 
Электросварка подкрановых балок с колоннами	10 п.м.	14,4	144 м
Монтаж металлических ферм пролетом 24 м	шт	30	30 шт
Монтаж металлических ферм пролетом 36 м	шт	15	15 шт
Монтаж плит ребристых покрытия площадью:	шт	784	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Монтаж стеновых панелей типа сэндвич	100 м <sup>2</sup>	69,86	 <small><a href="http://termastil-ukraina.ua/prom.net/">http://termastil-ukraina.ua/prom.net/</a></small>
Устройство щебеночного основан. под полы	100 м <sup>2</sup>	70,56	7056 м2
Бетонирование пола	100м <sup>2</sup>	70,56	7056 м2
В том числе и затирка бетонных полов	100м <sup>2</sup>	70,56	7056 м2
Монтаж металлических наружных лестниц и площадок	1т.	2,6	2,6 т

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

Работы			Изделия, конструкции, материалы			
Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на ед-цу объема работ	Потребность на весь объем работ
Устройство бетонной подгот.	м <sup>3</sup>	237	Бетон В7,5 $\rho = 2500 \frac{кг}{м^3}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{237}{592,5}$
Устройство фундаментов	м <sup>2</sup>	1390,68	Щиты опалубки PSK-DELTA $\delta = 3мм.$ $\gamma = 7850 \frac{кг}{м^3}$	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{1}{0,023}$	$\frac{78}{1,794}$
	т	10,18	Арматурные каркасы	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{50}{1}$

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.2

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на ед-цу объема работ	Потребность на весь объем работ
	м <sup>3</sup>	351,26	Бетон В25 $\rho = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\frac{\text{м}^3}{\text{т}}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{12,5}{31,25}$
Монтаж фундаментных балок	шт	60	Фундаментная балка ФБ1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{60}{90}$
Монтаж крайних двухветвевых колонн массой до 3 т	шт	30	Колонна К-1 1.424.3-7	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,94}$	$\frac{30}{58,2}$
Монтаж средних колонн массой до 5 т	шт	30	Колонна К-2 1.424.3-7	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{3,01}$	$\frac{30}{90,3}$
Монтаж колонн фахверка	шт	22	Фахверковая колонна ФК-1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,71}$	$\frac{22}{37,62}$
	шт	16	Фахверковая колонна ФК-2	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,57}$	$\frac{16}{9,12}$
Монтаж подкрановых балок	шт	88	Подкрановая балка ПБ-1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{88}{105,6}$
Монтаж металлических ферм пролетом 24 м	шт	30	Металлическая ферма пролетом 24 м ФС 24-113	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{5,77}$	$\frac{30}{173,1}$
Монтаж металлических ферм пролетом 36 м	шт	15	Металлическая ферма пролетом 36 м ФС 36-125	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{10,7}$	$\frac{15}{160,5}$
Монтаж плит ребристых покрытия	шт	784	Плиты ребристые ПП-1	$\frac{\text{шт}}{\text{т}}$	$\frac{1}{3,13}$	$\frac{784}{2454}$
Монтаж стеновых панелей типа сэндвич	м <sup>2</sup>	6986	Панель стеновая типа сэндвич	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,15}$	$\frac{6986}{1047,9}$
Устройство монолитной плиты пола	м <sup>2</sup>	7056	Щиты опалубки	$\frac{\text{м}^2}{\text{т}}$	$\frac{1}{0,023}$	$\frac{283}{1,794}$

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.2

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во (объем)	Наименование	Ед. изм.	Норма расхода, на ед-цу объема работ	Потребность на весь объем работ
	шт.	10,1	Арматура	$\frac{шт}{т}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{6382}{11455}$
	м <sup>3</sup>	12,5	Бетон В15 $\rho = 2500 \frac{кг}{м^3}$	$\frac{м^3}{т}$	$\frac{1}{2,5}$	$\frac{12,5}{31,25}$
Монтаж металлических наружных лестниц и площадок	т	2,6	Металлические наружные лестницы	т	2,6	2,6

Продолжение приложения А

Таблица А.3 – Ведомость трудоёмкости работ

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		На весь объём			Всего		Состав звена
			чел.-час.	маш.час	Объём	чел.-см.	маш.-см.	чел.-см.	маш.-см.	
Разработка грунта с перемещением до 10 м бульдозерами мощностью: 59 кВт (80 л.с), группа грунтов 2	1000м <sup>2</sup>	01-01-030-02	11,50	11,50	5,42	7,79	7,79	7,79	7,79	Машинист 6 разряда -1чел.
Разработка грунта в отвал в котлованах объемом от 1000 до 3000 м <sup>3</sup> экскаваторами с ковшом вместимостью 0,5 м <sup>3</sup> Грунт Пгр.	1000м <sup>3</sup>	01-01-008-08	27,5	27,50	13,64	46,88	46,88	46,88	46,88	Машинист бразряд.-1чел. Помощник машиниста 5разряд.-1чел.
Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом до 5 м <sup>3</sup>	100м <sup>3</sup>	06-01-003-10	172,47	4,40	45,1	90,12	2,30	90,12	2,30	Плотник 4р-1, 2р-1 Арматурщ. 5р-1, 2р-1 Бетонщ.4р-1, 2-1 Крановщик 6р-1 Машинист 4р-1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.3

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		На весь объём			Всего		Состав звена
			чел.-час.	маш.час	Объём	чел.-см.	маш.-см.	чел.-см.	маш.-см.	
Укладка балок фундаментных длиной: до 6 м	100м <sup>2</sup>	07-01-001-15	375	40,46	0,6	27,4	3,1	27,4	3,1	Гидроизол. 4разряд-1чел. 3разряд-2чел.
Гидроизоляция поверхности бетонных и железобетонных конструкций защитными эластичными покрытиями на акриловой основе	100м <sup>2</sup>	13-03-006-02	44,93	0,11	36	202,19	0,50	202,19	0,50	Гидроизол. 4разряд-1чел. 3разряд-2чел.
Засыпка траншей и котлованов бульдозерами мощностью 59; 79 кВт	1000 м <sup>3</sup>	01-01-033-03	9,42	9,42	13,5	14,12	14,12	14,12	14,12	Машинист бразряд.-1чел.
Монтаж каркасов одноэтажных производственных зданий одно- и многопролетных с фонарями пролетом: до 36 м, высотой до 25 м с мостовыми и подвесными кранами грузоподъемностью до 200 т — т	т	09-01-001-03	17,8	4,46	634,44	1377,2	345,1	1377,2	345,1	Монтажник бр-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1 Крановщик бр-1 Машинист 4р-1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.3

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		На весь объём			Всего		Состав звена
			чел.-час.	маш.час	Объём	чел.-см.	маш.-см.	чел.-см.	маш.-см.	
Укладка плит покрытий одноэтажных зданий и сооружений длиной до 6 м, площадью: до 10 м <sup>2</sup> при массе стропильных и подстропильных конструкций до 10 т и высоте зданий до 25 м — 100 шт	100 шт	07-01-027-01	206	38,28	7,84	196,9	36,3	196,9	36,3	Монтажник 6р-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1 Крановщик 6р-1 Машинист 4р-1
Монтаж ограждающих конструкций стен: из профилированного листа при высоте здания до 90 м	100 м <sup>2</sup>	09-04-006-03	115	17,25	69,86	979,7	146,5	979,7	146,5	Монтажник 6р-1, 5р-1, 4р-1, 3р-1 Крановщик 6р-1 Машинист 4р-1
Устройство покрытий: бетонных толщиной 30 мм	100 м <sup>2</sup>	11-01-015-01	40	1,93	70,56	344,19	16,6	344,19	16,6	Бетонщик 4 р - 1 чел Бетонщик 3 р - 1 чел Машинист 4р-1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.3

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		На весь объём			Всего		Состав звена
			чел.-час.	маш.час	Объём	чел.-см.	маш.-см.	чел.-см.	маш.-см.	
Кладка перегородок толщиной 120 мм из камней керамических или силикатных: армированных при высоте этажа свыше 4 м	100 м <sup>2</sup>	08-02-009-02	96,20	3,19	37,8	454,55	15,07	454,55	15,07	Каменщик 4 р - 1 чел Каменщик 3 р - 1 чел Машинист 4р-1
Заполнение ленточных оконных проемов в стенах промышленных зданий блоками оконными с одинарными и спаренными переплетами, высота проема: 1,815 м	100 м <sup>2</sup>	10-01-034-07	188,92	5,04	4,8	113,35	3,02	113,35	3,02	Плотник 4разр.-1чел 2разр.-1чел Машинист 4р-1
Монтаж каркасов ворот большепролетных зданий	100 м <sup>2</sup>	09-01-001-03	89,93	13,04	8,85	99,49	14,43	99,49	14,43	Плотник 4разр.-1чел 2разр.-1чел Машинист 4р-1

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.3

Наименование работ	Ед. изм.	Обоснование ГЭСН	Норма времени		На весь объём			Всего		Состав звена
			чел.-час.	маш.час	Объём	чел.-см.	маш.-см.	чел.-см.	маш.-см.	
Устройство кровель скатных из наплавляемых материалов: в три слоя с защитным слоем из гравия на битумной мастике	100 м <sup>2</sup>	12-01-001-03	28,4	1,79	70,56	244,4	15,4	244,4	15,4	Кровельщик 4разр.-1чел 2разр.-1чел
Итого	-	-	-	-	-	4198,19	401,3	4198,19	401,3	-
Сантехнические (7% от ОСР)	-	-	-	-	-	293,9	28,1	293,9	28,1	Сантехник 4р-1, Сантехник 2р-1
Электромонтажные (5% от ОСР)	-	-	-	-	-	209,9	20,1	209,9	20,1	Электромонтажник 4р-1, 2р-1
Благоустройство (2% от ОСР)	-	-	-	-	-	83,9	8,03	83,9	8,03	Рабочий 4 разр. -1 2разр. - 1
Неучтенные работы (16% от ОСР)	-	-	-	-	-	671,7	64,2	671,7	64,2	Рабочий 4 разр. -1 2разр. - 1