

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

**Факультет** «Техника и технология»

**Кафедра** «Промышленное и гражданское строительство»

**Направление** 08.03.01 Строительство

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ *Е.Н.Гордеев*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

*Спортивный комплекс в г. Златоусте*

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПУСКНОЙ  
КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ФТТ-538.08.03.01.2021 281.ПЗ ВКР**

**Консультанты:**

Архитектура  
ассистент  
\_\_\_\_\_ *О.В.Зайцева*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Строительная теплотехника  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *Е.Н.Гордеев*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Расчет конструкций  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *А.М. Володин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *Ю.Б. Башкова*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

САПР  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ *А.М. Володин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

Организация, технология, экономика стр-ва  
старший преподаватель  
\_\_\_\_\_ *О.В. Кузьминых*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Экология  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *Т.В.Калдышкина*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021г.

БЖД  
заведующий кафедрой, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *Е.Н. Гордеев*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Руководитель проекта:**  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ *О.В.Калинин*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Автор проекта:**  
студент группы **ФТТ-538**

\_\_\_\_\_ *Ходоров Евгений Владимирович*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Нормоконтролер:**  
ассистент  
\_\_\_\_\_ *О.В. Зайцева*  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

## АННОТАЦИЯ

Ходоров Е.В. Спортивный комплекс в г. Златоусте– Златоуст: Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ НИУ» в г.Златоусте, кафедра ПГС; 2021, 131 с., 29 ил., библиогр. список – 40 наим., 38 табл., 3 прил., 8 листов чертежей ф. А1

Выпускная квалификационная работа на строительство спортивного комплекса в городе Златоуст.

В ходе выполнения ВКР разработаны планы, фасады, разрезы проектируемого здания, решены вопросы эвакуации, выполнен теплотехнический расчет.

Фундаменты приняты монолитные железобетонные под металлические колонны.

В расчетно-конструктивной части дипломного проекта выполнен расчет фундаментов, расчет каркаса здания, расчет и подбор элементов фермы.

В технологической части дипломного проекта разработан стройгенплан, технологическая карта, а также календарный план производства работ.

Изучены и описаны методы безопасного ведения работ.

Разработаны мероприятия для минимизации последствий строительства на окружающую среду.

Также определена сметная стоимость строительно-монтажных работ.

Изм.	К.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ФТТ-538.08.03.01.2021.281.ПЗ ВКР			
Разработал	Ходоров Е.В.					Спортивный комплекс в г. Златоусте	Стадия	Лист	Листов
Руководитель	Калинин О.В.						ВКР	2	130
Зав. кафедрой	Гордеев Е.Н.						Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г.Златоусте		
Норм. контр.	Зайцева О.В.						Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»		

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 КРАТКИЙ ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ	8
2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	12
2.1 Решения генерального плана	12
2.2 Архитектурно-планировочные решения	13
2.3 Архитектурно-конструктивные решения	15
2.4 Пожарная безопасность	17
3 СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА	
3.1 Теплотехнический расчет стеновой панели	
3.2 Теплотехнический расчет кровельного покрытия	
3.3 Подбор окон	
4 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ	24
4.1 Расчет поперечной рамы	24
4.2 Расчет фундамента	52
5 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
5.1 Стройгенплан	68
5.2 Технологическая карта на монтаж каркаса	84
5.3 Календарный план строительства	91
6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
6.1 Расчет контура заземления при сварочных работах	100
6.2 Расчет вытяжной вентиляции спортивного зала	103
6.3 План эвакуации, расчет времени эвакуации	108
7 ЭКОЛОГИЯ	
7.1 Воздействие строительства на биосферу	114
7.2 Экологическая безопасность материалов	119
7.3 Экологические риски в строительстве	120

							Лист
							5
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

7.4 Экологическая безопасность и устойчивое развитие	120
Вывод по разделу 7	
<b>8 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА</b>	
8.1 Локальные сметы на общестроительные работы	124
8.2 Сравнение вариантов конструктивных решений элементов здания	125
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	127
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	128
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Локальная смета на общестроительные работы

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Локальная смета на сравнение вариантов кровельного утеплителя. Вариант 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Локальная смета на сравнение вариантов кровельного утеплителя. Вариант 2.

									Лист
									6
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

## Введение

В нашей стране развитию спорта уделяется очень большое внимание. Поэтому стало востребованным строительство быстровозводимых сооружений. В число таких зданий входят катки, ледовые арены, теннисные корты, бассейны, стадионы, спортивные залы оздоровительного характера, баскетбольные и волейбольные площадки.

Спортивные сооружения могут использоваться в качестве арен для проведения спортивных соревнований или организации учебно-тренировочного процесса. Эти конструкции являются прочными и долговечными и идеально подходят для длительной эксплуатации.

По официальным данным, в России насчитывается, как минимум, 13 млн людей с инвалидностью, или около 9% населения. В 2012 году наша страна ратифицировала Конвенцию ООН о правах инвалидов, а в марте 2014 года стала столицей зимних Паралимпийских игр в Сочи. Хотя российским правительством в последние несколько лет предпринят ряд знаковых шагов по улучшению ситуации с доступностью, запущена государственная программа "Доступная среда", миллионам людей с инвалидностью сложно вести активную социальную жизнь.

Социальное пространство современного города наполнено физическими и символическими барьерами. Проблемы доступности городской инфраструктуры, информации, социальных услуг, образования и занятости для людей с ограниченными возможностями становятся фактором воспроизводства социального неравенства и препятствием на пути к независимой жизни.

В данной выпускной квалификационной работе предусмотрена доступность маломобильных групп во все помещения спортивного центра.

								Лист
								7
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

1. Metalloкаркасные здания приобрели большую популярность, как в зарубежном строительстве, так и в России.

Сегодня металлоконструкции — один из важнейших элементов, используемый в строительстве объектов. Проектирование металлоконструкций и изготовление металлоконструкций — важный этап в строительном процессе.

Надежность каркасов из металлоконструкций проверена временем и на сегодняшний день нет сомнений, как в качестве самих металлоконструкций, так и в качестве зданий, спроектированных на их основе.

Металлоконструкции выполняют очень важную несущую и конструктивную функцию. Монтаж металлоконструкций требует серьезных инженерных знаний и опыта. В связи с этим на этапе проектирования металлоконструкций, над объектом должны работать высококвалифицированные специалисты.

Производство металлоконструкций должно осуществляться в специальном цехе, а монтаж металлоконструкций проводится силами опытных специалистов.

Почему именно металлический каркас? Основной ответ на этот вопрос – скорость. В странах, где металлопрокат является относительно недорогим материалом, металлический каркас может конкурировать по цене с бетонным. Однако в нашей стране весь прокат импортируется, что значительно повышает его стоимость. Но в наше время высоких скоростей строить быстро весьма привлекательно и порой можно согласиться с более дорогой металлической колонной по сравнению с бетонной, но зато выиграть на сроках строительства. Поэтому первым преимуществом возведения каркаса здания из металлоконструкций назовём сжатые сроки изготовления и монтажа.

Вторым преимуществом назовём простоту контроля над расхо-

									Лист
									8
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

дом материалов в случае строения из металлоконструкций. Точность деталей и простота монтажа позволяет быстро и качественно собрать здание любой сложности, а инвестору чётко знать, что он должен для этого купить.

Третьим значительным преимуществом является возможность работать в зимний период. Если предполагается, что часть общестроительных работ будет осуществляться зимой, решение изготавливать основные конструктивные элементы из металла – избавит стройку от простоя из-за морозов.

Пятое преимущество строений из металлоконструкций состоит в их высокой прочности, больших сроках эксплуатации, надёжности и возможности возведения в любых климатических условиях.

Ещё один огромный плюс – это легкие фундаменты. В случае применения сборных соединений на болтах – возможность демонтажа и повторного монтажа.

Благодаря значительной прочности и плотности металла металлические конструкции характеризуются сравнительно малым собственным весом, обладают газо- и водонепроницаемостью.

Работы по производству (изготовлению) и монтажу строительных металлоконструкций ведутся в любое время года

Использование технологии строительства зданий на основе усиленного металлического каркаса нашло широкое распространение в строительстве спортивных сооружений. Как правило, спортивные сооружения имеют достаточно сложную планировку и большую высоту здания. Это приводит к тому, что при использовании привычных технологий строительства возникает целый ряд проблем, которые решают архитекторы и строители.

При строительстве здания на основе металлокаркаса многих трудностей удаётся избежать.

										Лист
										9
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Использование усиленных металлических каркасов позволяет уменьшить фундамент здания и, как следствие - сократить расходы и сроки на строительство.

Спорт становится все более и более популярен, а движение за здоровый образ жизни привлекает с каждым днем в свои ряды все больше и больше сторонников. Именно в связи с возросшим спросом на спортивные услуги, возросла необходимость в быстром строительстве разнообразных спортивных сооружений.

Многие спортивные сооружения, такие как крытые стадионы, ледовые арены, манежи, волейбольные и баскетбольные площадки и крытые теннисные корты имеют большую площадь и исключают наличие внутри здания несущих колонн. Возведение подобных сооружений по привычным технологиям достаточно проблематично, имеет высокую стоимость и не всегда окупается. Для строительства таких крупных и сложных объектов как нельзя лучше подходит применение каркасной технологии строительства быстровозводимых зданий.

Отличительная особенность данного типа сооружений заключается в том, что здание строится на основе легкого металлического каркаса, который обшивается панелями. Самые популярные способы обшивки стен и кровли - использование при строительстве зданий сэндвич панелей заводского изготовления или сэндвич панелей поэлементной сборки.

Каркас из легких металлических конструкций проходит полный процесс подготовки: сварку, покраску, контрольные испытания и измерения.

Все ответственные сварочные работы проводятся в заводских условиях, чтобы исключить возможность некачественной сварки на большой высоте и, как следствие, нарушение жесткости каркаса здания и возможность его обрушения.

									Лист
									10
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



На строительную площадку спортивного сооружения каркас доставляется в практически готовом виде и рабочим остается только лишь собрать его при помощи особо прочных болтов.

Металлический каркас - это основная несущая конструкция спортивного сооружения. Он тщательно просчитывается и проверяется еще на этапе проектирования, чтобы исключить возможность влияния неблагоприятных погодных условий, а также сейсмической активности на устойчивость и прочность конструкции.

Как правило, вертикальные поверхности каркаса оснащаются дополнительными ребрами жесткости из сварных балок. Последующая отделка многослойными панелями стен и крыши позволяет обеспечить достаточный уровень теплоизоляции.

Ледовые арены, катки, крытые теннисные корты, бассейны, манежи, стадионы при использовании в строительстве металлического каркаса имеют короткие сроки строительства и отделки помещений, что позволяет максимально быстро ввести спортивный объект в эксплуатацию.

										Лист
										11
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

## 2 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Решения генерального плана

Участок общей площадью 2200 м<sup>2</sup> под строительство спортивного центра находится в городе Златоусте.

Участок свободен от застройки. Зеленые насаждения отсутствуют.

Рельеф участка относительно спокойный, абсолютные отметки колеблются в пределах 152,00 – 154,50.

Участок граничит:

- с севера – проезжая часть улицы пр. Мира;
- с востока – проезжая часть улицы Горького;
- с юга – проезжая часть улицы Горького;
- с запада – свободная от застройки территория.

Подъезд к проектируемому зданию осуществляется с улицы Горького и Паркового проезда. С западной стороны предусмотрена автостоянка для посетителей центра. Подъезд к зданию пожарных машин круговой.

Территория, прилегающая к проектируемому зданию, благоустраивается. Вокруг здания предусмотрено мощение тротуарной плиткой. На участке устанавливаются малые архитектурные формы: скамейки, урны.

Территория озеленяется. На участках, свободных от застройки и покрытий, устраиваются газоны из многолетних трав, на их фоне высаживаются деревья.

Технико-экономические показатели земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства:

- площадь участка в границе благоустройства - 8032 м<sup>2</sup>;
- площадь застройки – 2097,2 м<sup>2</sup>;
- площадь покрытий проездов - 300 м<sup>2</sup>;
- площадь покрытия тротуаров - 727 м<sup>2</sup>;
- площадь покрытия плиткой – 2269 м<sup>2</sup>;

										Лист
										12
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

- площадь озеленения – 2638,8 м<sup>2</sup>.

## 2.2 Архитектурно-планировочные решения

Основное функциональное назначение проектируемого здания – организация спортивных занятий для всех групп населения.

Здание в осях 1-9 и Ж-И трехэтажное. В осях 1-9 и А-И одноэтажное. В одноэтажной части запроектировано 2 зала размерами 24×36 м.

Помещения спортивного комплекса разделены по своему функциональному назначению в соответствии с процессами, проходящими в них на группы:

- основные помещения (спортивные залы);
- административно-бытовые помещения: ресепшен, комната отдыха, санузлы, и т.д.

- технические помещения: венткамера, электрощитовая, тепловой пункт.

Организация плана общественного здания определяется расположением и взаимосвязью ядра – самого значительного по функции и размерам помещения – с группами помещений по горизонтали (в плоскости этажа) и вертикали (между этажами).

Ядром всего здания являются 2 совместно расположенных спортивных зала, размещённых на цокольном этаже на всю высоту здания, первый из которых по своему функциональному назначению предполагается использовать в качестве гимнастического для занятий спортивной гимнастикой, аэробикой, фитнесом и т.д. Второй спортзал предназначен для игры в волейбол и баскетбол, а также может быть использован как закрытый теннисный корт. Оба спортивных зала оборудованы в соответствии с их функциональными особенностями. Общая площадь каждого спортзала 445,92 м<sup>2</sup>.

На первом этаже расположены гардеробы мужской и женский кабинет медсестры, комната отдыха, ресепшен, а также вестибюль, тамбур, лестничные клетки, санузлы, коридоры.

										Лист
										13
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

На втором этаже расположены: тренерская, массажная, кабинет администратора, тренажёрный зал, рабочая комната, кладовая спортивного инвентаря, холл, коридор, санузлы.

Вход в здание осуществляется со всех фасадов через двери шириной 1,2 и 1,0 м.

Спортивные залы имеют естественное боковое освещение через окна и витражи в наружных стенах и при необходимости может быть достаточно легко затемнены.

Эвакуация со второго этажа решена через лестницы по коридору первого этажа на улицу через 4 выхода.

Освещение лестничных клеток – естественное. Система планировки спортивного комплекса смешанная. В здании присутствует коридорная и зональная система планировки.

Внутреннее пространство второго этажа организуется, в целом, так же, как на первом этаже.

Вертикальными коммуникациями в здании являются через две лестницы, расположенные в торцах здания.

Пространство третьего этажа используется в основном для размещения технического оборудования. На этом этаже располагаются: вентиляционная камера, технические помещения, коридор.

Внешний облик здания должен соединить известную строгость с открытым характером и живописностью. Применение в качестве ограждающих конструкций 3-х слойных стеновых панелей “сэндвич” позволяет добиться архитектурной выразительности, и эстетичности проектируемого здания, а также позволяет применить широкий спектр цветовых решений и неповторимости композиции фасада.

Для маломобильных групп населения предусмотрены пандусы и подъемники.

									Лист
									14
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

### 2.3 Архитектурно-конструктивные решения

Спорткомплекс запроектирован в виде каркасного здания из металлических конструкций с легкими ограждающими конструкциями типа «сэндвич». Основная несущая конструкция - металлическая рама и междуэтажные перекрытия. По характеру работы каркас является рамно-связевым. Жёсткость каркаса обеспечивается за счёт жёсткой заделки колонн в фундаментах. Устойчивость каркаса обеспечивается вертикальными и горизонтальными связями. В качестве крайних колонн приняты широкополочные двутавры с номером профиля 40Ш1, в качестве средних колонн – широкополочные двутавры 60Ш1 постоянного сечения по всей высоте рамы. Ригели – двутавровые балки 35Б1. В роли основных несущих элементов покрытия используются металлические фермы, пролётом 24м. Рамы устанавливаются с шагом 6м. В качестве ограждающих конструкций наружных стен применяются 3-х слойные стеновые панели ” сэндвич” на основе минераловатных плит толщиной 170 мм. Покрытие прогонного типа с профнастилом, утеплителем и рулонной кровлей.

В проектируемом здании принимаются столбчатые монолитные фундаменты под металлические колонны, ленточный фундамент ФЛ 10.24-1 по серии 1.112-5 под внутреннюю несущую кирпичную стену.

Окна и двери запроектированы с учетом норм на естественное освещение.

При входах в здание предусмотрены тамбуры. Двери в тамбурах – остекленные с уплотнением в притворах и оборудованы приборами для самозакрывания.

Полы. На цокольном этаже полы устраиваются непосредственно на грунте.

В спортивных залах устраиваются деревянные дощатые полы по лагам и бетонной подготовке. В вестибюле и лестничных клетках устраиваются мозаичные полы. В санузлах – полы из керамических плиток. В остальных помещениях и коридорах – полы из линолеума.

									Лист
									15
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Перекрытие и покрытие. Отвод воды с крыши – внутренний, через воронки из оцинкованной стали, кровля из профилированного настила Н60-782-0.9 по ГОСТ 24045-86, уложенного по металлическим прогонам. Кровля утеплённая плитами из пенополистирола, размером 1000x1000мм. ГОСТ 1558-86 ПСБ-С-25-1000x1000x150, толщиной 150 мм согласно теплотехническому расчёту. Уклон покрытия 0,015. Состав кровли:

- 1 - металлический прогон;
- 2 - профилированный настил;
- 3- пароизоляция (1 слой изопласта);
- 4 - утеплитель-пенополистирол;
- 5 - стяжка цементно-песчанная;
- 6 - гидроизоляция – 2 слоя изопласта;
- 7 - защитный слой гравия, втопленного в битумную мастику.

В качестве междуэтажного перекрытия используются сборные многопустотные плиты ПК60.15 и ПК 30.55 с монолитными участками.

Стены ниже отметки 0,000 выполнены из цокольных панелей с утеплением экструзионным пенополистеролом и облицовкой керамогранитом. Поле стены решается с вертикальным расположением панелей. При вертикальной разрезке панели крепят к цоколю и стальным прогонам. Зазоры между торцами панелей или торцом и цоколем уплотняют полосой из минераловатной плиты и закрывают нащельником из оцинкованного стального листа толщиной 0,6 мм с полимерным покрытием. Геометрия нащельников разрабатывается в проекте и согласовывается с технологами завода. Возможно использование типовых нащельников по каталогу завода. Длина нащельников, как правило, 2000мм. Нащельники устанавливаются на самоклеящейся ленте или валиках из силиконовой мастики и крепят к обшивкам панелей самосверлящими винтами или комбинированными заклепками.

Отделка. Во внутренней отделке помещений применяются материалы, отвечающие санитарно-гигиеническим требованиям и соответствующие противопожарным нормам.

									Лист
									16
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Отделка помещений выполнена таким образом, что позволяет производить быструю и качественную санитарную обработку помещений по мере их загрязнения в зависимости от технологического назначения помещения, не нарушая эстетических качеств отделочных материалов.

Административно-хозяйственные кабинеты, вестибюль – декоративная штукатурка.

Вспомогательные подсобные помещения – окрашивание моющими красками.

Коридор, складские помещения, лестничные клетки – улучшенная штукатурка.

Участки перегородок, где установлены сантехнические приборы – облицовочной глазурованной плиткой.

Стены спортивных залов обшиваются протекторами (мягкая защита стен МК-0209 на основе сшитого пенополиэтилена по японской технологии Furukawa).

Водоснабжение комплекса осуществляется от городской сети. Сброс канализации производится в городскую канализационную сеть.

## 2.4 Пожарная безопасность

Технические решения, принятые в чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории Российской Федерации, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объектов при соблюдении предусмотренных в рабочих чертежах мероприятий.

Запроектированное здание относится к следующим категориям:

- Уровень ответственности – нормальный
- Степень огнестойкости – II.
- Класс конструктивной пожарной опасности – CI.
- Класс функциональной пожароопасности - ФЗ.1.

									Лист
									17
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Общая устойчивость и геометрическая неизменяемость здания при пожаре обеспечивается пределами огнестойкости конструкций, принятыми по табл. 21»Технического регламента о требованиях пожарной безопасности» №123-ФЗ для II степени огнестойкости. Также выполнена огнезащита металлических колонн тремя листами ГВЛ по технологии «Кнауф», стальные косоуры и балки каркаса лестниц оштукатурены цементно-песчаным раствором.

Помещения, расположенные выше отм. 0,000 оборудованы дымовыми пожарными извещателями в соответствии с СП 54.13330.2011, расположенные ниже отм. 0,000 оборудованы системой автоматического пожаротушения.

Здание оборудовано устройствами первичного пожаротушения в соответствии с требованиями СП 54.13330.2011.

Эвакуация людей из цокольного этажа осуществляется с выходом непосредственно наружу.

Из первого этажа здания через тамбуры непосредственно на улицу. Со второго этажа здания предусматривается через лестничные клетки непосредственно на улицу.

На путях эвакуации приняты стены и перегородки с пределом огнестойкости не менее EI 60, отделка стен на путях эвакуации соответствует нормативным требованиям, открывание дверей – по направлению эвакуации.

Марши и площадки лестниц с пределом огнестойкости не ниже REI 60, внутренние стены REI 90.

										Лист
										18
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

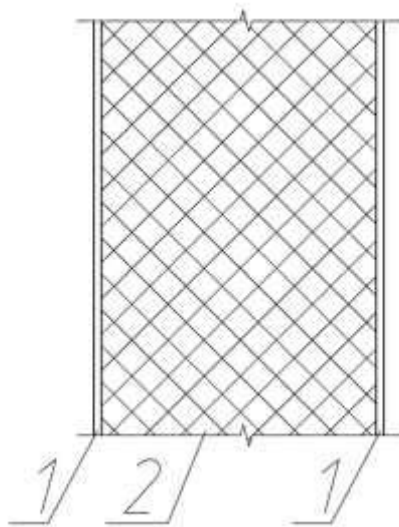


### 3 СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТЕХНИКА

#### 3.1 Теплотехнический расчет стеновой панели

Теплотехнический расчет выполнен по СП 50.13330.2012.

Конструкция наружной стены представляет собой сэндвич-панель (панель строительная трехслойная с металлическими облицовками и минераловатным сердечником), выпускаемая по ТУ 5284-001-63280288-2010 изм.1.



1 – стальной оцинкованный лист; 2 – утеплитель минеральная вата

Рисунок 3.1 – Конструкция наружной стены

Ограждающие конструкции должны удовлетворять условию

$$R_0 \geq R_0^{\text{норм}}, \quad (3.1)$$

где  $R_0^{\text{норм}}$  - нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$ ;

$R_0$  – приведенное значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции  $\text{м}^2\text{С}/\text{Вт}$ .

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{норм}}$ , определяется по формуле

									Лист
									19
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тп}} \cdot m_p, \quad (3.2)$$

где  $R_0^{\text{тп}}$  - требуемое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ .

$m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства, принимается равным 1.

Значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0^{\text{тп}}$ , зависит от градусо-суток отопительного периода.

Градусо-сутки отопительного периода, ГСОП, определяем по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{о.п.}}) \cdot Z_{\text{о.п.}}, \quad (3.3)$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ , принимаемая по ГОСТ 30494-96 (принимаем  $18\text{°C}$  для спортивных зданий);

$t_{\text{о.п.}}$  и  $Z_{\text{о.п.}}$  – средняя температура,  $\text{°C}$ , и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной  $8\text{°C}$ , принимаемые по СНиП23-01-99.

Принимаем показатели для г.Златоуст:

-  $t_{\text{о.п.}} = -6,5\text{°C}$ ;

-  $Z_{\text{о.п.}} = 234$  суток.

$$\text{ГСОП} = (18 - (-6,5)) \cdot 234 = 5733\text{°C} \cdot \text{сут}$$

Для величин, ГСОП, отличающихся от табличных, значение  $R_0^{\text{тп}}$  определяется по формуле

$$R_0^{\text{тп}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (3.4)$$

									Лист
									20
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

а, b – коэффициенты, определяемые по таблице 3 СП.

$$R_0^{mp} = 0,0003 \cdot 5733 + 1,2 = 2,92 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

$$R_0^{норм} = 2,92 \cdot 1 = 2,92 \frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}$$

Приведенное значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0$ , определяется по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_k + \frac{1}{\alpha_н}, \quad (3.5)$$

где  $\alpha_в$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_в=8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

$\alpha_н$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции,  $\alpha_н=23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

$R_k$  - термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента, м<sup>2</sup>·°C/Вт.

Термическое сопротивление слоя однородной части фрагмента,  $R_k$ , определяется по формуле

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (3.6)$$

где  $\delta$  - толщина слоя, м;

$\lambda$  - теплопроводность материала слоя, Вт/(м·°C).

При неоднородности ограждающих конструкций необходимо приведенное значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_0$ , умножить на коэффициент неоднородности  $\eta = 0,7$ .

$$2,92 = \left( \frac{1}{23} + \frac{0,0005}{203} + \frac{x}{0,04} + \frac{0,0005}{203} + \frac{1}{8,7} \right) \cdot 0,7$$

							Лист
							21
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$x=0,17\text{м}$$

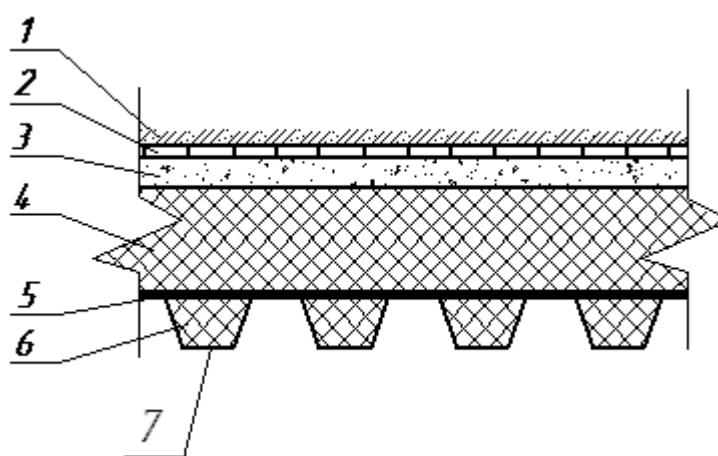
Принимаем сэндвич-панель толщиной 170 мм с  $R_0 = 4,43 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$ .

Проверяем выполнение условия (2.1).

$$R_0 \cdot r = 4,43 \cdot 0,7 = 3,10 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}} \geq R_0^{\text{норм}} = 2,92 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

### 3.2 Теплотехнический расчет кровельного покрытия

Теплотехнический расчет кровельного покрытия выполняем по тем же формулам, что и стеновую панель.



1 - защитный слой; 2 –изопласт; 3 - стяжка цементно-песчаная; 4 – утеплитель; 5 –пароизоляция; 6 –пенополистирол; 7 - настил

Рисунок 3.2 – Конструкция покрытия

Характеристики материалов:

- защитный слой гравия, втопленный в битум;
- два слоя изопласта  $\delta=0,01$  м;  $\gamma=600$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,17$  Вт/(м · °С);
- стяжка цементно-песчанная  $\delta=0,03$  м,  $\gamma=1800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,76$  Вт/(м · °С);
- утеплитель пенополистирол  $\delta=?$ ,  $\gamma=25$ кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,041$  Вт/(м · °С);
- пароизоляция - один слой рубероида на битумной мастике  $\delta=0,005$  м;  $\gamma=600$  кг/м<sup>3</sup>;
- полоски пенополистирола для заполнения гофр  $\delta=0,05$  м,  $\gamma=25$ кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda=0,041$

							Лист
							22
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Вт/(м · °С);

-настил ГОСТ 24045-94  $\delta=0,001\text{м}; \gamma=2600\text{кг/м}^3$ .

Из формулы (5) найдем толщину утеплителя.

$$2,92 = \left( \frac{1}{23} + 2 \cdot \left( \frac{0,01}{0,17} \right) + \frac{0,03}{0,76} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,005}{0,041} + \frac{1}{8,7} \right) \cdot 0,7$$

$$x=0,108 \text{ м}$$

Принимаем утеплитель толщиной 110 мм.

Определяем фактическое значение сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции покрытия с принятым утеплителем по формуле (3.5).

$$R_0 = \left( \frac{1}{23} + 2 \cdot \left( \frac{0,01}{0,17} \right) + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,11}{0,041} + \frac{0,005}{0,041} + \frac{1}{8,7} \right) \cdot 0,7 = 2,94 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

$$R_0^{\text{норм}} = 2,94 \cdot 1 = 2,94 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Проверяем выполнение условия (2.1).

$$R_0 = 2,94 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}} \geq R_0^{\text{норм}} = 2,92 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

### 3.3 Подбор окон

Требуемые значения сопротивления теплопередачи для окон.

$$R_0^{\text{треб}} = 0,000075 \cdot 5733 + 0,15 = 0,579 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Окна помещений принимаем по табл. 2 ГОСТ 30674-99 при  $R_0^{\text{треб}} = 0,579 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$

двухкамерный стеклопакет с теплоотражающим покрытием 4М<sub>1</sub>-12-4М<sub>1</sub>-12-И4

класса Б2 ГОСТ 23166-99) с сопротивлением теплопередаче  $R_0 = 0,6 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°С}}{\text{Вт}}$ .

									Лист
									23
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

## 4 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Расчет поперечной рамы

Определение геометрических параметров расчетной схемы

Статический расчет поперечной рамы производится методом конечных элементов в программном комплексе «Лира». Схема создается при повторном при знаке схемы из конечных элементов (КЭ).

Переход от конструктивной схемы к расчетной начинается с замены реальных стержней поперечной рамы конструктивными элементами, которые проводятся через центры тяжести реальных стержней.

Определение координат узлов для КЭ ферм выполняется в предположении, что расстояние между центрами тяжести поясов равно 2 м, длина панели по нижнему поясу равна 3 м, длина панели по верхнему поясу равна 3 м. Моделирование примыкания фермы к колонне осуществляется шарнирно. Расчетная схема поперечной рамы представлена на рисунке 4.4.

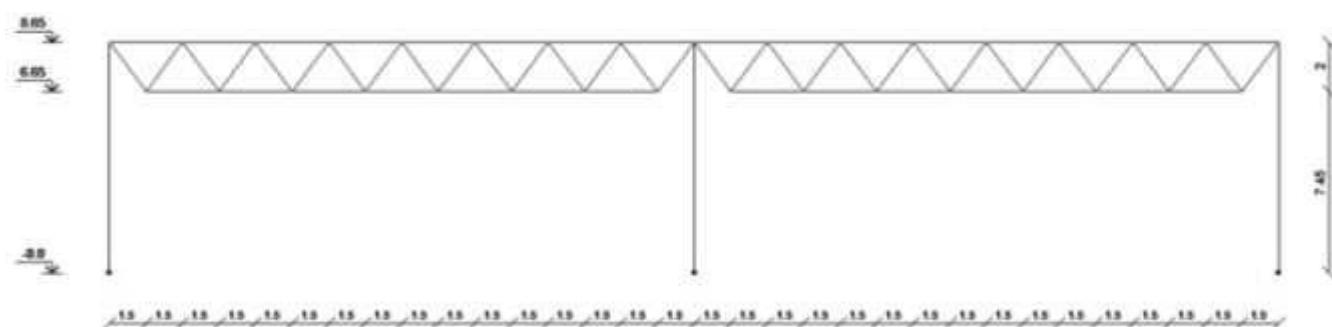


Рисунок 4.4 – Расчетная схема поперечной рамы

### 4.2.2 Сбор нагрузок

#### 4.2.2.1 Постоянная нагрузка

									Лист
									24
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Постоянная нагрузка на ферму формируется из собственного веса элементов фермы и нагрузки от кровли.

Сбор нагрузок, действующих на покрытие от кровли и конструкций покрытия (кроме собственного веса фермы), сведён в таблицу 4.16. Собственный вес фермы будет назначаться автоматически средствами ПК «Лира».

Таблица 4.16 – Постоянная нагрузка на покрытие

Состав нагрузки	Нормативная нагрузка $q_n$ , кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $q$ , кН/м <sup>2</sup>
Металлический настил по прогонам	0,09	1,05	0,095
Пароизоляция из одного слоя рубероида	0,15	1,3	0,195
Утеплитель из пенополистирола	0,075	1,3	0,097
Цементная стяжка толщиной 30 мм	0,6	1,3	0,78

Продолжение таблицы 4.16

Состав нагрузки	Нормативная нагрузка $q_n$ , кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка $q$ , кН/м <sup>2</sup>
Защитный слой из битумной мастики с втопленным гравием толщиной 100 мм	0,3	1,3	0,39
2 слоя изопласта	0,3	1,2	0,36
Полоски пенополистирола для заполнения гофр	0,075	1,3	0,097

Связи по покрытию	0,1	1,05	0,105
Итого	1,69		1,76

Нагрузка от веса кровли и конструкций покрытия передается в узлах ферм в виде сосредоточенных сил. Сосредоточенная нагрузка в  $i$ -ом узле фермы,  $F_{\text{пост},i}$ , определяется по формуле

$$F_{\text{пост},i} = q \cdot l \cdot D_{\text{уз},i}, \quad (4.1)$$

где  $q$  – расчетная нагрузка,  $\text{кН}/\text{м}^2$ ;

$D_{\text{уз},i}$  – грузовое расстояние  $i$ -го узла фермы.

$$q \cdot l = 1,76 \cdot 6 = 10,56 \text{ кН/м}$$

$$F_{\text{пост},1} = 10,56 \cdot 1,5 = 15,84 \text{ кН}$$

$$F_{\text{пост},2} = 10,56 \cdot 3 = 31,68 \text{ кН}$$

Нагрузку от стенового ограждения определяем без учета остекления только от сэндвич-панелей:  $q_{\text{ст}} = 0,297 \text{ кН}/\text{м}^2$  и задаем на расчетной схеме в виде сосредоточенных нагрузок, приложенных к верхам колонны по формулам

$$F_{\text{ст.}} = q_{\text{ст}} \cdot L_{\text{к}} \cdot H_{\text{ст}} \cdot \gamma_f, \quad (4.2)$$

где  $L_{\text{к}}$  – шаг колонн;

$H_{\text{ст}}$  – высота колонны;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

$$F_{\text{ст.}} = 0,297 \cdot 6 \cdot 10,4 \cdot 1,2 = 22,3 \text{ кН}$$

Изгибающий момент, вызванный приложением нагрузки от стеновых панелей, определяется по формуле

$$M_{\text{ст.}} = F_{\text{ст.}} \cdot e, \quad (4.3)$$

									Лист
									26
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



где  $e$  – эксцентриситет приложения нагрузки от стеновых панелей относительно центра тяжести колонны.

$$M_{ст.} = 22,3 \cdot 0,5 = 11,15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

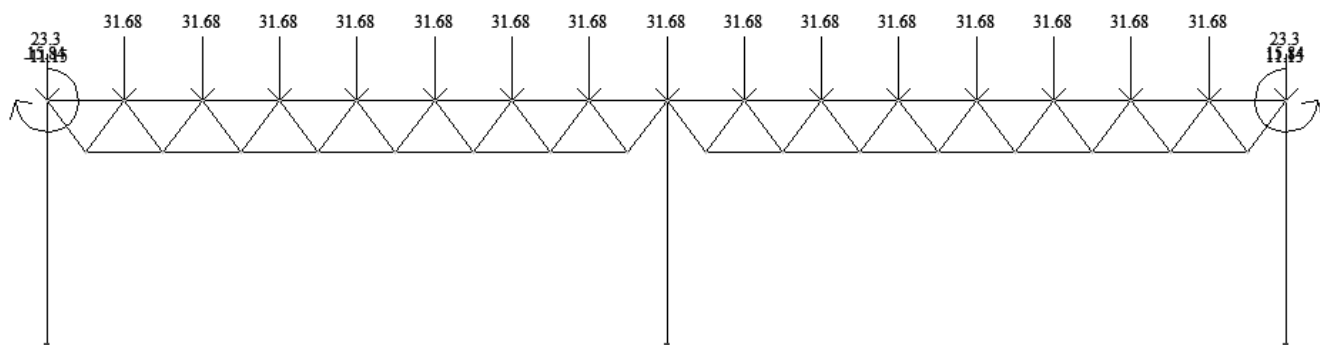


Рисунок 4.5 – Схема загрузки поперечной рамы постоянной нагрузкой

#### 4.2.2.3 Снеговая нагрузка

Узловые нагрузки вычисляются по следующей формуле

$$F = S_g \cdot \mu_i \cdot l \cdot D_{уз,i} \quad (4.4)$$

где  $S_g$  – расчетное значение веса снегового покрова земли;

$\mu_i$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, г. Самара находится в IV снеговом районе,  $S_g = 2,4$  кПа;

$$F_1 = 2,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 1,5 = 21,6 \text{ кН/м}$$

$$F_2 = 2,4 \cdot 1 \cdot 6 \cdot 3 = 43,2 \text{ кН/м}$$

							Лист
							27
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

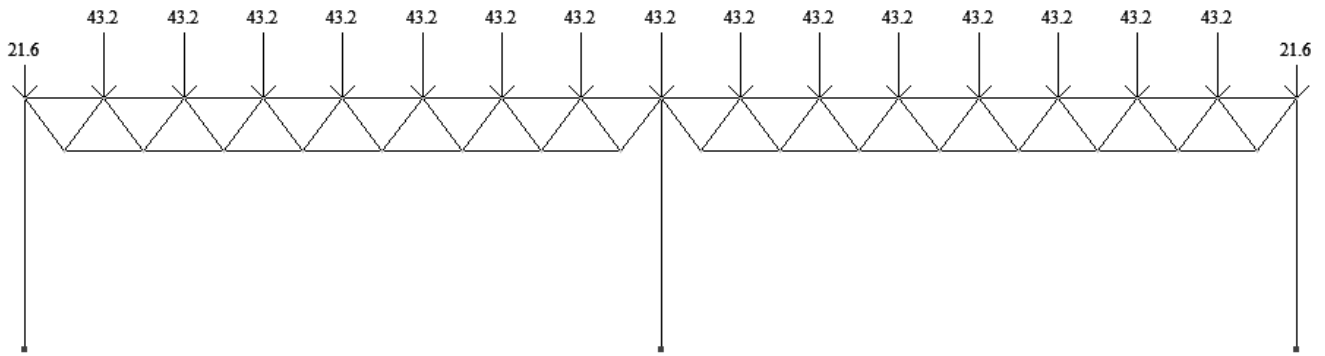


Рисунок 4.6 – Схема загрузки поперечной рамы снеговой нагрузкой

#### 4.2.2.4 Ветровая нагрузка

Ветровая нагрузка воздействует на раму с переменной по высоте интенсивностью. Для вычисления нагрузки на колонну, распределенной по ее длине, применяется следующая формула

$$q_w = w_0 \cdot k_z \cdot \gamma_f \cdot c \cdot l_{\text{фак}}, \quad (4.5)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления, для г. Самары  $w_0 = 0,38 \text{ кПа}$ ;

$k_z$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для типа местности В, равный  $+0,8$  для наветренной стороны и  $-0,5$  для подветренной;

$c$  – аэродинамический коэффициент, определяется по прил. Д, п.п. Д.1.2. СП 20.13330.2011.

Для наветренной стороны:

$$q_w = 0,38 \cdot 0,6 \cdot 1,4 \cdot 0,8 \cdot 6 = 1,53 \text{ кН/м}$$

Для подветренной стороны:

$$q_w = 0,38 \cdot 0,6 \cdot 1,4 \cdot 0,5 \cdot 6 = 0,96 \text{ кН/м}$$

									Лист
									28
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

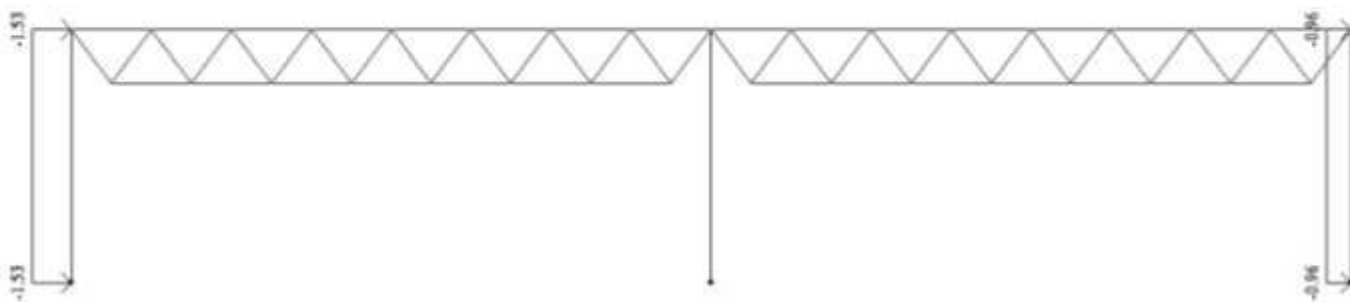


Рисунок 4.7 – Схема загрузки поперечной рамы ветровой нагрузкой – ветер слева

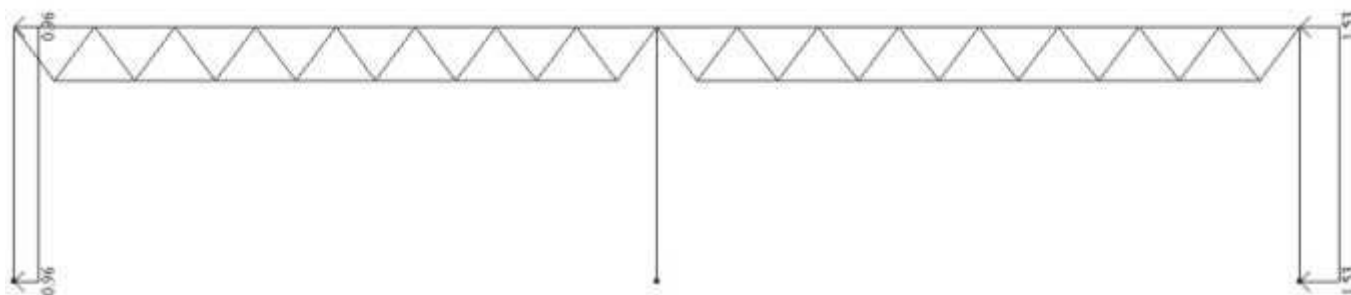


Рисунок 4.8 – Схема загрузки поперечной рамы ветровой нагрузкой – ветер справа

#### 4.2.3 Жесткости элементов фермы и колонны

Расчет колонны и фермы производим в программном комплексе «Ли́ра». Для начала зададим все загрузки согласно сбора нагрузок.

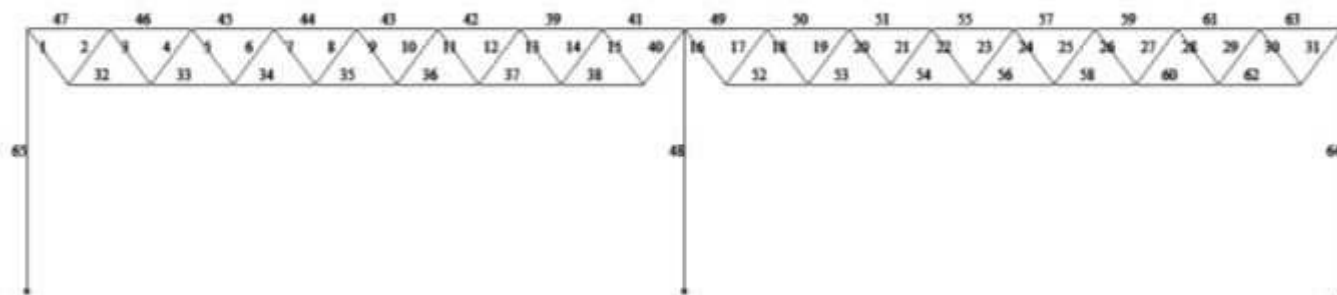


Рисунок 4.9 – Номера элементов поперечной рамы

										Лист
										29
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Для расчета рамы предварительно принимаем следующие типы жесткостей:

- колонны двутавр 60Ш3;
- верхний пояс 2 уголка 140×90×10 мм;
- нижний пояс 2 уголка 75×6 мм.
- раскосы 2 уголка 75×5 мм.

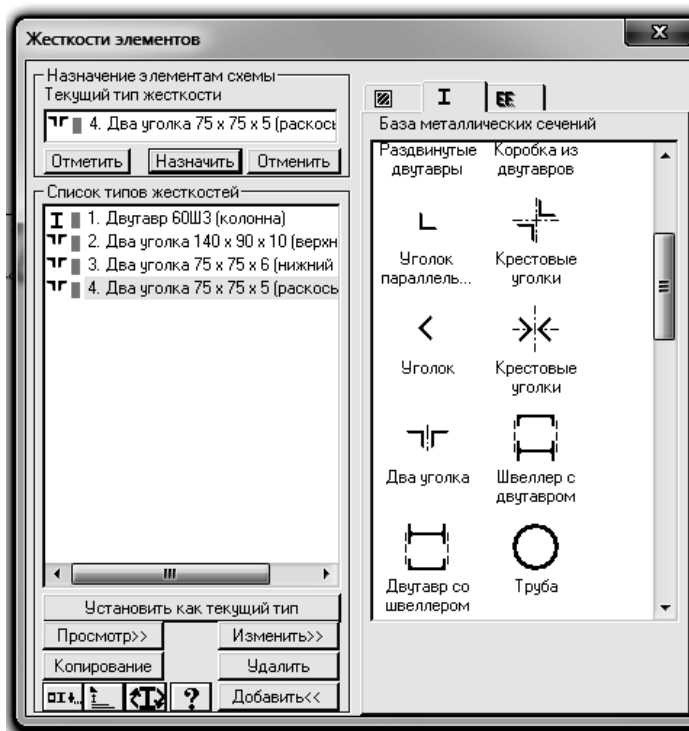


Рисунок 4.10 – Жесткости элементов

#### 4.2.4 Формирование таблицы расчетных сочетаний усилий (PCY) и расчет элементов

После задания жесткостей формируем таблицу PCY. Формирование расчетных сочетаний усилий производится в табличной форме путем задания различных параметров и логических связей между загружениями. Коэффициенты надежности по нагрузкам принимаем по СП 20.13332.2011 актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

Таблица 4.17 – Виды загружений

										Лист
										30
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Наименование загрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности
Постоянная	1,1	1
Снеговая	1,4	0,7
Ветер (по оси x)	1,4	0
Ветер (против оси x)	1,4	0

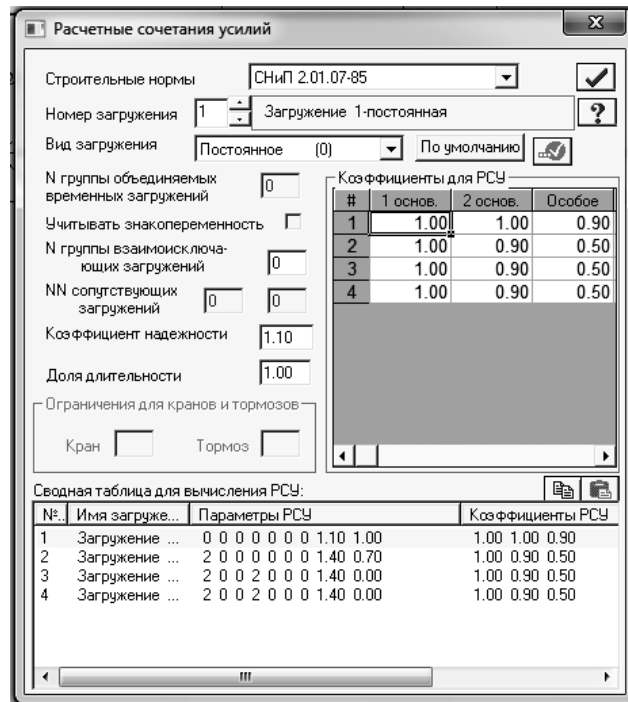


Рисунок 4.11 – Расчетные сочетания усилий

Таблица 4.18 – Расчетные сочетания нагрузок

Номер загрузки	1 сочетание	2 сочетание
1	1	1
2	1	1
3	1	0
4	0	1

Далее запускаем режим «Выполнить расчет» в программе «Ли́ра». После успешного расчета получаем деформированную схему рамы.



Рисунок 4.12 – Деформированная схема рамы от постоянной и снеговой нагрузки

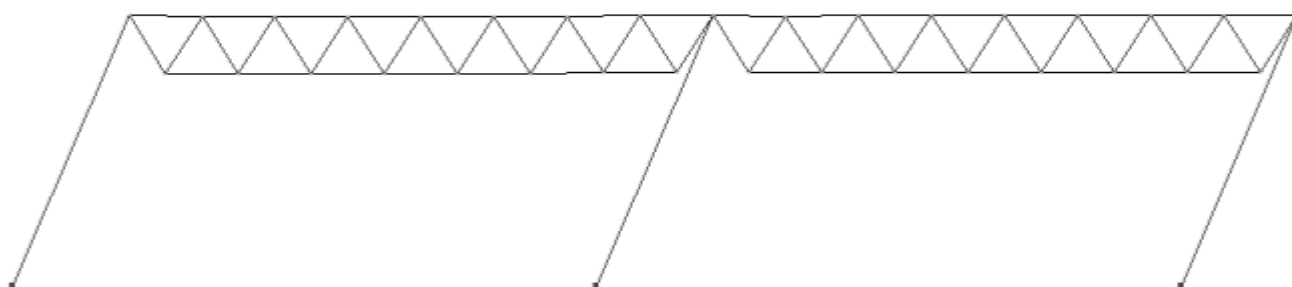


Рисунок 4.13 – Деформированная схема рамы от нагружения «Ветер слева»

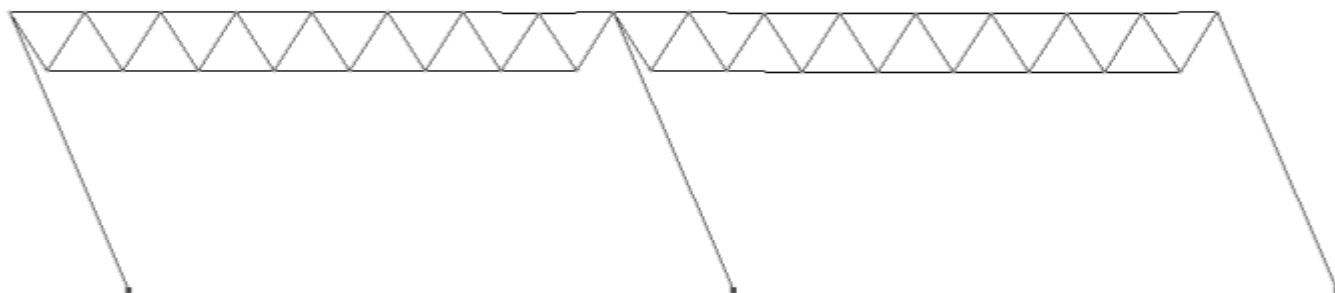


Рисунок 4.14 – Деформированная схема рамы от нагружения «Ветер справа»

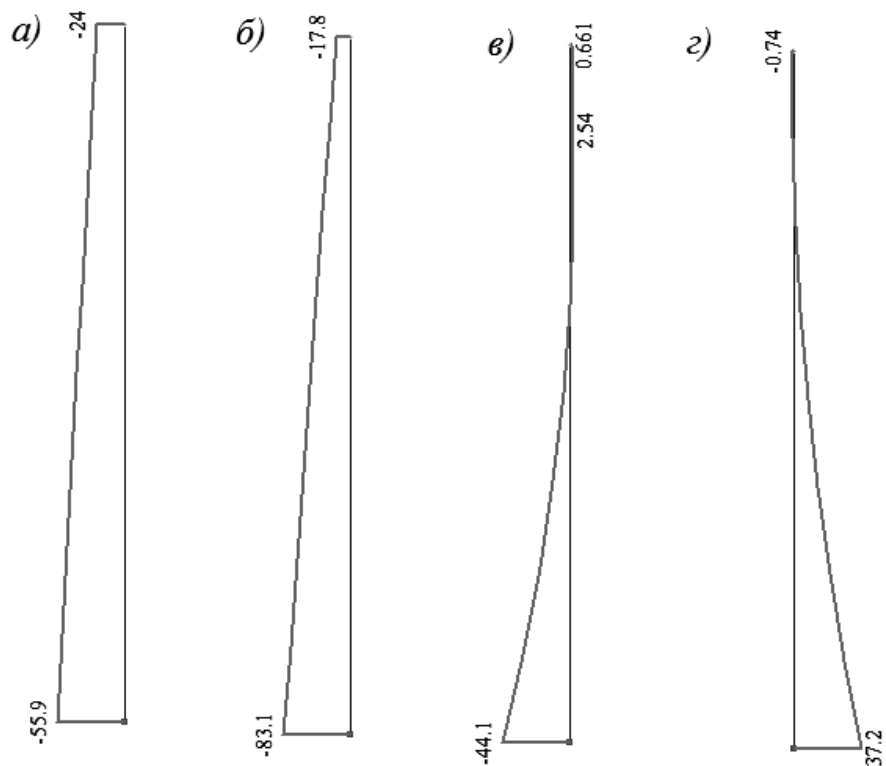


Рисунок 4.15 - Эпюры изгибающего момента,  $M$ , для левой колонны для различных вариантов загрузжений (а – постоянная нагрузка; б – снеговая нагрузка; в – ветер слева; г – ветер справа)

Таблица 4.19 – Расчетные сочетания усилий для крайней колонны

№ элем.	№ сечен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Критерий	Усилия			№№ загрузж.
					N (кН)	$M_y$ (кН·м)	$Q_z$ (кН)	
65	1	1	длит	2	-422.570	-41.814	-10.284	1 2
65	2	2	длит	2	-405.246	-170.345	-20.359	1 2 3
65	2	1	длит	6	-249.976	-18.748	5.172	1 4
65	2	1	длит	18	-422.570	-139.001	-10.284	1 2

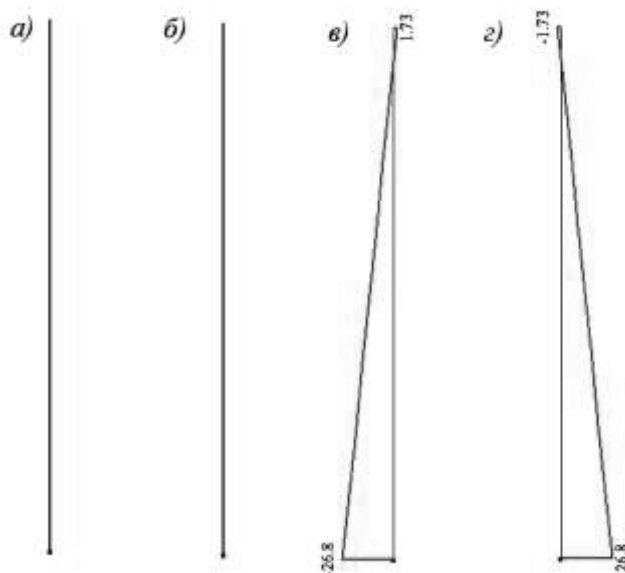


Рисунок 4.16 - Эпюры изгибающего момента,  $M$ , для средней колонны для различных вариантов загрузжений (а – постоянная нагрузка; б – снеговая нагрузка; в – ветер слева; г – ветер справа)

Таблица 4.20 – Расчетные сочетания усилий для средней колонны

№ элем.	№ се-чен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Кри-терий	Усилия			№№ загрузж.
					N (кН)	$M_y$ (кН·м)	$Q_z$ (кН)	
48	1	1	длит	2	-599.539	0.000	0.000	1 2

Продолжение таблицы 4.20

№ элем.	№ се-чен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Кри-терий	Усилия			№№ загрузж.
					N (кН)	$M_y$ (кН·м)	$Q_z$ (кН)	
48	1	1	длит	13	-253.659	-1.729	3.021	1 4
48	1	1	длит	14	-253.659	1.729	-3.021	1 3
48	2	2	длит	2	-564.950	-24.135	-2.719	1 2 3
48	2	2	длит	6	-564.950	24.135	2.719	1 2 4



48	2	1	ДЛИТ	13	-253.659	26.816	3.021	1 4
48	2	1	ДЛИТ	14	-253.659	-26.816	-3.021	1 3
48	2	1	ДЛИТ	18	-599.539	0.000	0.000	1 2

									Лист
									35
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

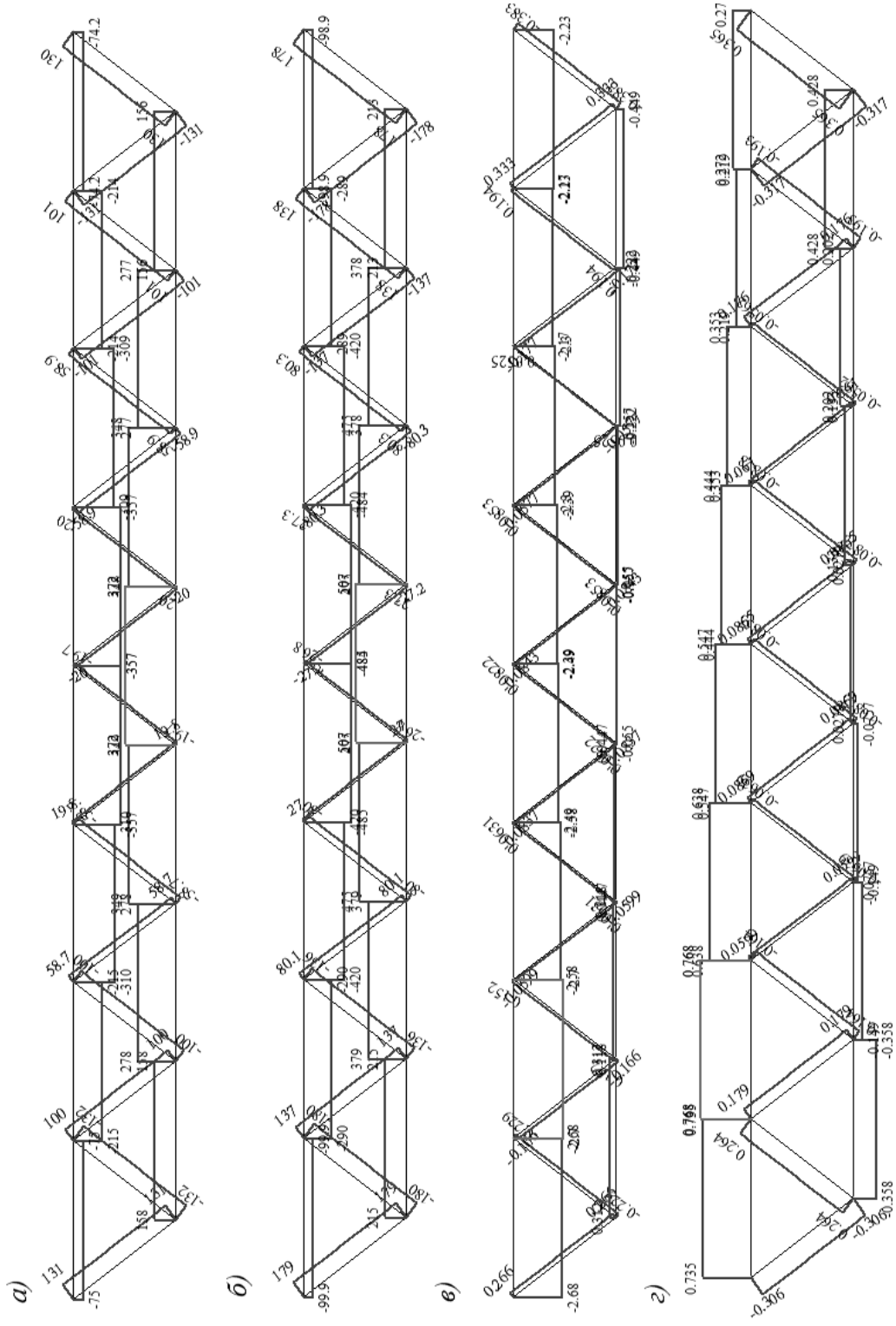


Рисунок 4.17 - Эшюры N для элементов фермы для различных вариантов нагружений (а – постоянная нагрузка; б – снеговая нагрузка; в – ветер слева; г – ветер справа);

Таблица 4.21 – Расчетные сочетания усилий для элементов фермы

№ элем.	№ сечен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз.
					N (кН)	My (кН·м)	Qz (кН)	
Верхний пояс								
39	1	2	длит	2	-473.862	8.780	-2.687	1 2 4
39	1	1	длит	6	-502.980	9.492	-2.927	1 2
39	2	1	длит	2	-502.980	0.712	-2.927	1 2
41	1	1	длит	1	-173.113	11.885	-15.269	1 2
41	2	1	длит	2	-173.113	-33.923	-15.269	1 2
42	1	1	длит	2	-729.113	4.077	-1.139	1 2
42	2	1	длит	2	-729.113	0.661	-1.139	1 2
43	1	1	длит	2	-841.249	3.375	0.124	1 2
43	1	2	длит	31	-794.967	3.181	0.120	1 2 3
43	2	1	длит	2	-841.249	3.746	0.124	1 2
43	2	2	длит	31	-794.967	3.540	0.120	1 2 3
44	1	1	длит	2	-841.636	3.683	-0.102	1 2
44	1	2	длит	34	-792.689	3.477	-0.098	1 2 4
44	2	1	длит	2	-841.636	3.378	-0.102	1 2
44	2	2	длит	34	-792.689	3.183	-0.098	1 2 4
45	1	1	длит	2	-730.188	0.971	1.008	1 2
45	2	1	длит	2	-730.188	3.995	1.008	1 2
46	1	2	длит	2	-478.448	7.606	-2.180	1 2 3
46	1	1	длит	6	-505.050	8.207	-2.373	1 2
46	2	1	длит	2	-505.050	1.089	-2.373	1 2
47	1	1	длит	2	-174.858	-28.436	12.917	1 2
47	2	1	длит	1	-174.858	10.316	12.917	1 2

Продолжение таблицы 4.21

№ элем.	№ се-чен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Кри-терий	Усилия			№№ загруз.
					N (кН)	My (кН·м)	Qz (кН)	
Нижний пояс								
32	1	1	длит	1	372.622	0.062	0.128	1 2
32	2	1	длит	1	372.622	0.445	0.128	1 2
33	1	1	длит	1	657.067	-0.036	0.179	1 2
33	2	1	длит	1	657.067	0.500	0.179	1 2
34	1	1	длит	1	823.705	0.256	0.057	1 2
34	2	1	длит	1	823.705	0.427	0.057	1 2
35	1	1	длит	1	879.702	0.346	0.000	1 2
35	2	1	длит	1	879.702	0.344	0.000	1 2
36	1	1	длит	1	822.919	0.426	-0.055	1 2
36	2	1	длит	1	822.919	0.262	-0.055	1 2
37	1	1	длит	1	655.741	0.507	-0.189	1 2
37	2	1	длит	1	655.741	-0.060	-0.189	1 2
38	1	1	длит	1	369.660	0.427	-0.099	1 2
38	1	2	длит	32	348.718	0.405	-0.097	1 2 4
38	2	1	длит	1	369.660	0.131	-0.099	1 2
38	2	2	длит	32	348.718	0.115	-0.097	1 2 4
Раскосы								
1	1	2	длит	1	292.563	-2.048	1.134	1 2 3
1	1	1	длит	5	310.215	-2.227	1.234	1 2
1	2	1	длит	1	310.215	0.857	1.234	1 2
2	1	1	длит	2	-311.516	0.795	-0.713	1 2
2	2	1	длит	2	-311.516	-0.988	-0.713	1 2
3	1	1	длит	1	236.983	1.121	-0.653	1 2

Продолжение таблицы 4.21

№ элем.	№ се-чен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Кри-терий	Усилия			№№ загруз.
					N (кН)	My (кН·м)	Qz (кН)	
3	2	1	длит	1	236.983	-0.510	-0.653	1 2
4	1	1	длит	2	-236.355	-0.030	0.100	1 2
4	2	1	длит	2	-236.355	0.221	0.100	1 2
5	1	1	длит	1	138.750	0.339	-0.195	1 2
5	2	1	длит	1	138.750	-0.147	-0.195	1 2
6	1	1	длит	2	-138.743	0.097	0.017	1 2
6	2	1	длит	2	-138.743	0.140	0.017	1 2
7	1	1	длит	1	46.717	0.453	-0.232	1 2
7	2	1	длит	1	46.717	-0.127	-0.232	1 2
8	1	1	длит	2	-46.503	-0.046	0.150	1 2
8	2	1	длит	2	-46.503	0.330	0.150	1 2
9	1	1	длит	2	-47.151	0.333	-0.153	1 2
9	2	1	длит	2	-47.151	-0.049	-0.153	1 2
10	1	1	длит	1	47.376	-0.130	0.236	1 2
10	2	1	длит	1	47.376	0.460	0.236	1 2
11	1	1	длит	2	-139.214	0.129	-0.009	1 2
11	1	2	длит	14	-131.128	0.123	-0.009	1 2 4
11	1	2	длит	33	-131.235	0.120	-0.007	1 2 3
11	2	1	длит	2	-139.214	0.107	-0.009	1 2
11	2	2	длит	14	-131.128	0.099	-0.009	1 2 4
11	2	2	длит	33	-131.235	0.102	-0.007	1 2 3
12	1	1	длит	1	139.188	-0.139	0.180	1 2
12	2	1	длит	1	139.188	0.312	0.180	1 2
13	1	1	длит	2	-237.636	0.261	-0.131	1 2

Продолжение таблицы 4.21

№ элем.	№ сечен.	Тип РСУ	Состав РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруж.
					N (кН)	M <sub>y</sub> (кН·м)	Q <sub>z</sub> (кН)	
13	2	1	длит	2	-237.636	-0.066	-0.131	1 2
14	1	1	длит	1	238.384	-0.553	0.717	1 2
14	2	1	длит	1	238.384	1.238	0.717	1 2
15	1	1	длит	2	-309.327	-1.154	0.833	1 2
15	2	1	длит	2	-309.327	0.929	0.833	1 2
40	1	1	длит	1	307.687	1.060	-1.518	1 2
40	2	2	длит	1	290.264	-2.513	-1.394	1 2 4
40	2	1	длит	2	129.789	-1.234	-0.685	1 3
40	2	1	длит	5	307.687	-2.736	-1.518	1 2

#### 4.2.5 Предельные состояния конструкций

##### 4.2.5.1 Первое предельное состояние

1.6 предельные состояния. Проверка. Расчет по РСУ.

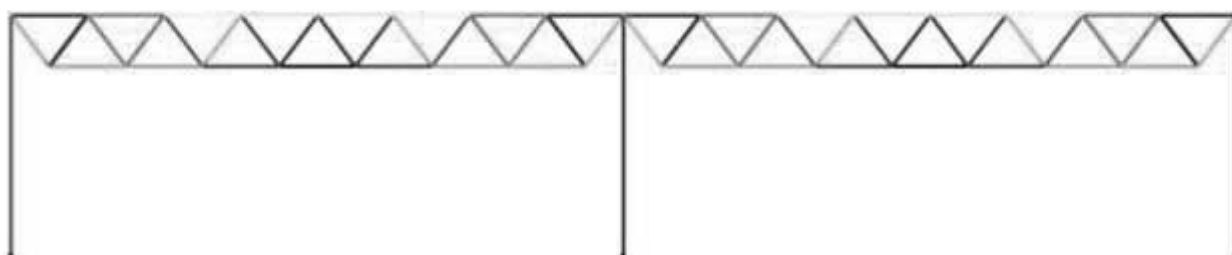


Рисунок 4.18 – Первое предельное состояние конструкций. Проверка элементов. Расчет по РСУ

									Лист
									40
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

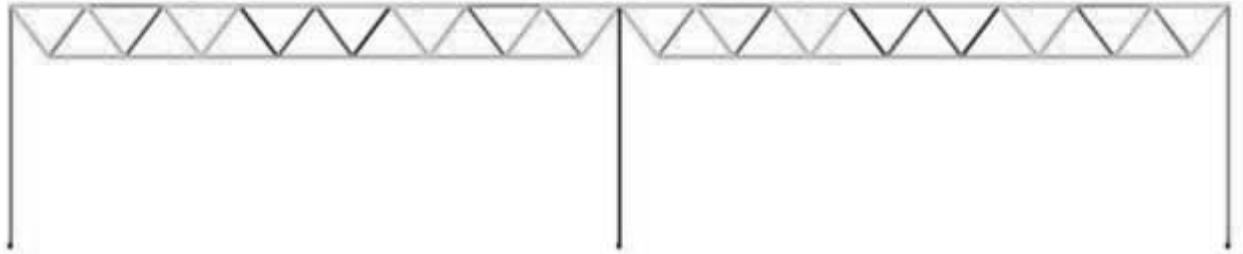


Рисунок 4.19 – Первое предельное состояние конструкций. Подбор элементов. Расчет по РСУ

#### 4.2.5.2 Второе предельное состояние

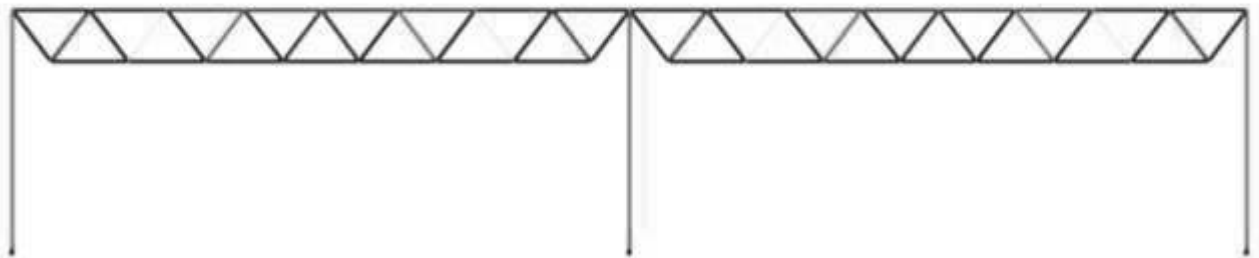


Рисунок 4.20 – Второе предельное состояние конструкций. Проверка элементов. Расчет по РСУ

										Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					41

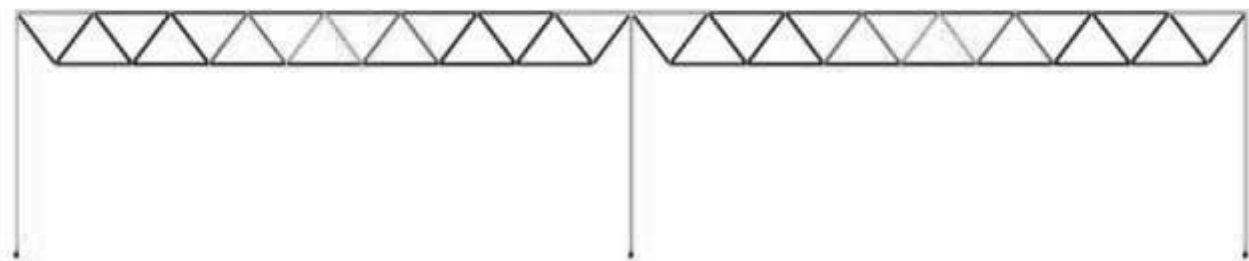


Рисунок 4.21 – Второе предельное состояние конструкций. Подбор элементов. Расчет по РСУ

#### 4.2.6 Проверка и подбор сечений конструктивных элементов

##### 4.2.6.1 Проверка и подбор сечений крайней колонны

Таблица 4.22 – Результаты проверки сечения крайней колонны

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента
				нор	УУ1	УZ1	УYZ	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: 1. Двутавр 60ШЗ Профиль: 60ШЗ; ГОСТ 26020 - 83															
Сталь: С255; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш(широкополочный). Сокращенный сортамент															
64	1	УК51	0.00	6	12	18	0	51	88	28	22	18	88	28	9.45
64	2	УК51	0.00	14	22	35	0	51	88	29	22	35	88	29	9.45
65	1	УК51	0.00	6	12	18	0	51	88	28	22	18	88	28	9.45
65	2	УК51	0.00	14	22	35	0	51	88	29	22	35	88	29	9.45



Таблица 4.22 – Результаты подбора сечения крайней колонны

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента
				нор	УУ1	УZ1	УYZ	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш(широкополочный) . Сокращенный сортамент															
Подобрано: Двутавр 40Ш1.															
Профиль: 40Ш1; ГОСТ 26020 – 83. Сталь: С255; ГОСТ 27772-88															
64	1	УК51	0.00	14	37	42	0	75	88	28	32	42	88	32	9.45
64	2	УК51	0.00	42	69	97	0	81	95	28	40	97	95	40	9.45
65	1	УК51	0.00	14	37	42	0	75	88	28	32	42	88	32	9.45
65	2	УК51	0.00	42	69	97	0	81	95	28	40	97	95	40	9.45

#### 4.2.6.2 Проверка и подбор сечений средней колонны

Таблица 4.23 – Результаты проверки сечения крайней колонны

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента
				нор	УУ1	УZ1	УYZ	ГУ1	ГZ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: Двутавр 60ШЗ															
Профиль: 60ШЗ; ГОСТ 26020 - 83															
Сталь: С255; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш(широкополочный) . Сокращенный сортамент															
48	1	УК51	0.00	12	17	31	0	51	85	44	21	31	85	44	9.45
48	2	УК51	0.00	12	18	31	0	51	85	48	26	31	85	48	9.45

Таблица 4.23 – Результаты подбора сечения средней колонны

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности колонны по сечениям, %											Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	УУЗ	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сортамент: Двутавр с параллельными гранями полок типа Ш(широкополочный) . Сокращенный сортамент															
Подобрано: Двутавр 40Ш1.															
Профиль: 40Ш1; ГОСТ 26020 – 83. Сталь: С255; ГОСТ 27772-88															
48	1	УК51	0.00	23	50	65	0	80	94	47	36	65	94	47	9.45
48	2	УК51	0.00	23	51	65	0	82	94	47	36	65	94	47	9.45

#### 4.2.6.3 Проверка и подбор сечений верхнего пояса фермы

Таблица 4.24 – Результаты проверки сечений верхнего пояса фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %											Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У		
Сечение: Два уголка 140×90×10; стыковка 1.6 см															
Профиль 140×90×10 мм; ГОСТ 8510-72															
Сталь:255; ГОСТ 27772-88															
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент															
39	1	УФ21	1.02326	48	62	68	48	56	0	51	68	56	51	3.0	
39	2	УФ21	1.02326	48	62	68	48	56	0	51	68	56	51	3.0	
41	1	УФ21	1.02326	16	21	24	45	52	0	51	24	52	51	3.0	
41	2	УФ21	1.02326	16	21	24	45	52	0	51	24	52	51	3.0	
42	1	УФ21	1.02326	69	90	99	56	64	0	62	99	64	62	3.0	

Продолжение таблицы 4.24

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
42	2	УФ21	1.02326	69	90	99	56	64	0	62	99	64	62	3.0
43	1	УФ21	1.02326	80	104	115	60	69	0	64	115	69	64	3.0
43	2	УФ21	1.02326	80	104	115	60	69	0	64	115	69	64	3.0
44	1	УФ21	1.02326	80	104	115	60	69	0	64	115	69	64	3.0
44	2	УФ21	1.02326	80	104	115	60	69	0	64	115	69	64	3.0
45	1	УФ21	1.02326	69	91	99	56	64	0	62	99	64	62	3.0
45	2	УФ21	1.02326	69	91	99	56	64	0	62	99	64	62	3.0
46	1	УФ21	1.02326	48	63	69	48	56	0	51	69	56	51	3.0
46	2	УФ21	1.02326	48	63	69	48	56	0	51	69	56	51	3.0
47	1	УФ21	1.02326	17	22	24	45	52	0	51	24	52	51	3.0
47	2	УФ21	1.02326	17	22	24	45	52	0	51	24	52	51	3.0

Таблица 4.25 – Результаты подбора сечений верхнего пояса фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент														
Подобрано: Два уголка 160×100×10; стыковка 1.6 см														
Профиль: 160×100×10; ГОСТ 8510 – 72														
Сталь: С255; ГОСТ 27772-88														
39	1	УФ21	1.13653	42	52	57	40	49	0	61	57	49	61	3.0
39	2	УФ21	1.13653	42	52	57	40	49	0	61	57	49	61	3.0

Продолжение таблицы 4.25

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
41	1	УФ21	1.13653	14	18	19	39	48	0	61	19	48	61	3.0
41	2	УФ21	1.13653	14	18	19	39	48	0	61	19	48	61	3.0
42	1	УФ21	1.13653	61	75	82	45	55	0	67	82	55	67	3.0
42	2	УФ21	1.13653	61	75	82	45	55	0	67	82	55	67	3.0
43	1	УФ21	1.13653	70	87	95	47	58	0	72	95	58	72	3.0
43	2	УФ21	1.13653	70	87	95	47	58	0	72	95	58	72	3.0
44	1	УФ21	1.13653	70	87	95	47	58	0	72	95	58	72	3.0
44	2	УФ21	1.13653	70	87	95	47	58	0	72	95	58	72	3.0
45	1	УФ21	1.13653	61	75	82	45	55	0	67	82	55	67	3.0
45	2	УФ21	1.13653	61	75	82	45	55	0	67	82	55	67	3.0
46	1	УФ21	1.13653	42	52	57	40	49	0	61	57	49	61	3.0
46	2	УФ21	1.13653	42	52	57	40	49	0	61	57	49	61	3.0
47	1	УФ21	1.13653	15	18	20	39	48	0	61	20	48	61	3.0
47	2	УФ21	1.13653	15	18	20	39	48	0	61	20	48	61	3.0

4.2.6.4 Проверка и подбор сечений нижнего пояса фермы

Таблица 4.26 – Результаты проверки сечений нижнего пояса фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: Два уголка 75×75×6; стыковка 1.6 см														

Продолжение таблицы 4.26

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: Два уголка 75×75×6; стыковка 1.6 см														
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент														
32	1	УФ22	1.84245	89	0	0	33	20	0	0	89	33	0	3.0
32	2	УФ22	1.84245	89	0	0	33	20	0	0	89	33	0	3.0
33	1	УФ22	1.84245	158	0	0	33	20	0	0	158	33	0	3.0
33	2	УФ22	1.84245	158	0	0	33	20	0	0	158	33	0	3.0
34	1	УФ22	1.84245	198	0	0	33	20	0	0	198	33	0	3.0
34	2	УФ22	1.84245	198	0	0	33	20	0	0	198	33	0	3.0
35	1	УФ22	1.84245	211	0	0	33	20	0	0	211	33	0	3.0
35	2	УФ22	1.84245	211	0	0	33	20	0	0	211	33	0	3.0
36	1	УФ22	1.84245	197	0	0	33	20	0	0	197	33	0	3.0
36	2	УФ22	1.84245	197	0	0	33	20	0	0	197	33	0	3.0
37	1	УФ22	1.84245	157	0	0	33	20	0	0	157	33	0	3.0
37	2	УФ22	1.84245	157	0	0	33	20	0	0	157	33	0	3.0
38	1	УФ22	1.84245	89	0	0	33	20	0	0	89	33	0	3.0
38	2	УФ22	1.84245	89	0	0	33	20	0	0	89	33	0	3.0

Таблица 4.27 – Результаты подбора сечений нижнего пояса фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент														



Таблица 4.28 – Результаты проверки сечений раскосов фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сечение: Два уголка 70×70×5; стыковка 1.6 см														
Профиль 70×70×5 мм; ГОСТ 8509–86														
Сталь:255; ГОСТ 27772-88														
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент														
1	1	УФ51	1.72622	95	0	0	29	19	0	0	95	29	0	2.50
1	2	УФ51	1.72622	95	0	0	29	19	0	0	95	29	0	2.50
2	1	УФ51	0.86311	96	223	138	152	101	0	58	223	152	58	2.50
2	2	УФ51	0.86311	96	223	138	152	101	0	58	223	152	58	2.50
3	1	УФ51	1.72622	73	0	0	29	19	0	0	73	29	0	2.50
3	2	УФ51	1.72622	73	0	0	29	19	0	0	73	29	0	2.50
4	1	УФ51	0.86311	73	169	105	107	71	0	58	169	107	58	2.50
4	2	УФ51	0.86311	73	169	105	107	71	0	58	169	107	58	2.50
5	1	УФ51	1.72622	43	0	0	29	19	0	0	43	29	0	2.50
5	2	УФ51	1.72622	43	0	0	29	19	0	0	43	29	0	2.50
6	1	УФ51	0.86311	43	99	61	77	51	0	57	99	77	57	2.50
6	2	УФ51	0.86311	43	99	61	77	51	0	57	99	77	57	2.50
7	1	УФ51	1.72622	14	0	0	29	19	0	0	14	29	0	2.50
7	2	УФ51	1.72622	14	0	0	29	19	0	0	14	29	0	2.50
8	1	УФ51	0.86311	14	33	21	64	43	0	47	33	64	47	2.50
8	2	УФ51	0.86311	14	33	21	64	43	0	47	33	64	47	2.50
9	1	УФ51	0.86311	14	34	21	64	43	0	47	34	64	47	2.50
9	2	УФ51	0.86311	14	34	21	64	43	0	47	34	64	47	2.50

Продолжение таблицы 4.28

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
10	1	УФ51	1.72622	15	0	0	29	19	0	0	15	29	0	2.50
10	2	УФ51	1.72622	15	0	0	29	19	0	0	15	29	0	2.50
11	1	УФ51	0.86311	43	100	62	77	52	0	57	100	77	57	2.50
11	2	УФ51	0.86311	43	100	62	77	52	0	57	100	77	57	2.50
12	1	УФ51	1.72622	43	0	0	29	19	0	0	43	29	0	2.50
12	2	УФ51	1.72622	43	0	0	29	19	0	0	43	29	0	2.50
13	1	УФ51	0.86311	73	170	105	107	72	0	58	170	107	58	2.50
13	2	УФ51	0.86311	73	170	105	107	72	0	58	170	107	58	2.50
14	1	УФ51	1.72622	73	0	0	29	19	0	0	73	29	0	2.50
14	2	УФ51	1.72622	73	0	0	29	19	0	0	73	29	0	2.50
15	1	УФ51	0.86311	95	221	137	150	100	0	58	221	150	58	2.50
15	2	УФ51	0.86311	95	221	137	150	100	0	58	221	150	58	2.50
40	1	УФ51	1.72622	94	0	0	29	19	0	0	94	29	0	2.50
40	2	УФ51	1.72622	94	0	0	29	19	0	0	94	29	0	2.50

Таблица 4.29 – Результаты подбора сечений раскосов фермы

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сортамент: Уголок неравнополочный. Сокращенный сортамент														
Подобрано: Два уголка 90×90×7; стыковка 1.6 см														
Профиль: 90×90×7; ГОСТ 8509–86														



Продолжение таблицы 4.29

Элемент	НС	Группа	Шаг ребер (планок)	Проценты исчерпания несущей способности по сечениям, %										Длина элемента
				нор	УУ1	УЗ1	ГУ1	ГЗ1	УС	УП	1ПС	2ПС	М.У	
Сталь: С255; ГОСТ 27772-88														
1	1	УФ51	2.2169	53	0	0	23	15	0	0	53	23	0	2.50
1	2	УФ51	2.2169	53	0	0	23	15	0	0	53	23	0	2.50
2	1	УФ51	1.10845	53	89	67	58	39	0	54	89	58	54	2.50
2	2	УФ51	1.10845	53	89	67	58	39	0	54	89	58	54	2.50
3	1	УФ51	2.2169	41	0	0	23	15	0	0	41	23	0	2.50
3	2	УФ51	2.2169	41	0	0	23	15	0	0	41	23	0	2.50
4	1	УФ51	1.10845	41	68	51	53	36	0	47	68	53	47	2.50
4	2	УФ51	1.10845	41	68	51	53	36	0	47	68	53	47	2.50
5	1	УФ51	2.2169	24	0	0	23	15	0	0	24	23	0	2.50
5	2	УФ51	2.2169	24	0	0	23	15	0	0	24	23	0	2.50
6	1	УФ51	1.10845	24	40	30	50	34	0	47	40	50	47	2.50
6	2	УФ51	1.10845	24	40	30	50	34	0	47	40	50	47	2.50
7	1	УФ51	2.2169	8	0	0	23	15	0	0	8	23	0	2.50
7	2	УФ51	2.2169	8	0	0	23	15	0	0	8	23	0	2.50
8	1	УФ51	1.10845	8	13	10	50	34	0	47	13	50	47	2.50
8	2	УФ51	1.10845	8	13	10	50	34	0	47	13	50	47	2.50
9	1	УФ51	1.10845	8	14	10	50	34	0	47	14	50	47	2.50
9	2	УФ51	1.10845	8	14	10	50	34	0	47	14	50	47	2.50
10	1	УФ51	2.2169	8	0	0	23	15	0	0	8	23	0	2.50
10	2	УФ51	2.2169	8	0	0	23	15	0	0	8	23	0	2.50
11	1	УФ51	1.10845	24	40	30	50	34	0	47	40	50	47	2.50
11	2	УФ51	1.10845	24	40	30	50	34	0	47	40	50	47	2.50



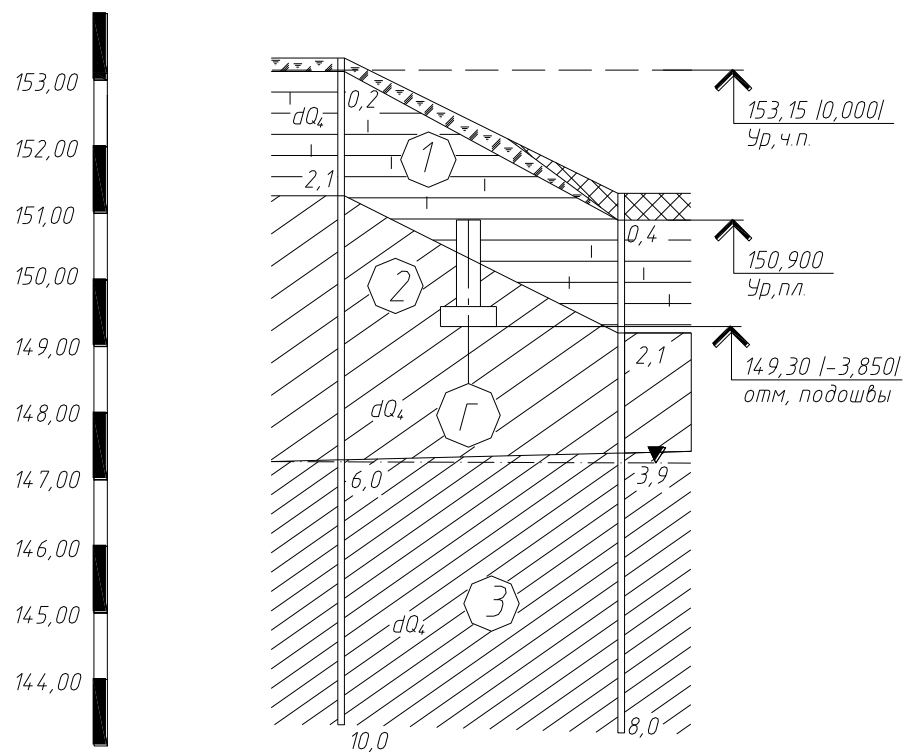
где  $k_n$  – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения.

Принимается для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по т. 5.2 [СП 22-13330-2011], для наружных и внутренних фундаментов отапливаемого сооружения – 0,5.

$$d_f = 0,5 \cdot 1,6 = 0,8 \text{ м}$$

Принимаем  $d_f = 0,8 \text{ м}$ .

Максимальной является величина  $d_{fn} = 1,6 \text{ м}$ . Ее и откладываем на геологическом разрезе от отметки планировки.



Номер скважины	3	2
Абсолютная отметка устья скважины, м	153,31	151,31
Расстояние, м		42,0

Рисунок 4.22 – Инженерно-геологический разрез с фундаментом

Подошва фундамента в этом случае имеет абсолютную отметку 149,3м и опирается на слой суглинка тугопластичного с  $I_L = 0,3$ .

Требуемая площадь подошвы фундамента,  $A$ , определяется по формуле

$$A = \frac{N^p}{R_0 - \gamma_m \cdot d_f}, \quad (4.20)$$

где  $N^p$  – расчетное значение вертикального усилия на обрез фундамента;

$R_0$  – ориентировочное значение расчетного сопротивления грунта основания в уровне подошвы фундамента,  $R_0 = 230$  кПа;

$\gamma_m$  – осредненное значение удельного веса фундамента и грунта на его ступенях,  $\gamma_m = 20$  кН/м<sup>3</sup>;

$d_f$  – глубина заложения подошвы фундамента,  $d_f = 1,6$  м.

Расчетное значение вертикального усилия на обрез фундамента,  $N^p$ , определяется по формуле

$$N^p = N \cdot \gamma_f, \quad (4.21)$$

где  $N$  – нагрузка на фундамент,  $N = 600$  кН;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый в расчете оснований по деформациям равным 1.

$$N^p = 600 \cdot 1 = 600 \text{ кН}$$

$$A = \frac{600}{230 - 20 \cdot 1,6} = 3 \text{ м}^2$$

Определяем размеры подошвы фундамента в плане,  $b$ , как имеющего квадратную форму по формуле

$$b = \sqrt{A} \quad (4.22)$$

$$b = \sqrt{3} \approx 1,7 \text{ м}$$

							Лист
							54
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Уточняем величину расчетного сопротивления грунта основания,  $R$ , для квадратного фундамента с шириной подошвы  $b = 1,8$  м по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}] \quad (4.23)$$

где  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  – коэффициенты условий работы,  $\gamma_{c1} = 1,2, \gamma_{c2} = 1,0$ ;

$k$  – коэффициент надежности,  $k = 1,0$ ;

$M_\gamma, M_q, M_c$  – коэффициенты, принимаемые в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта основания, для суглинка тугопластичного  $\varphi_{II} = 17^\circ$ ;  $M_\gamma = 0,39$ ;  $M_q = 2,57$ ;  $M_c = 5,15$ ;

$K_z$  – коэффициент, принимаемый равным при  $b < 10$  м равным 1;

$\gamma_{II}$  – осредненное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента,  $\gamma_{II} = 18,6$  кН/м<sup>3</sup> в пределах  $0,5b$ ;

$\gamma'_{II}$  – то же, залегающих выше подошвы фундамента,  $\gamma'_{II} = 18,6$  кН/м<sup>3</sup>;

$c_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего ниже подошвы фундамента,  $c_{II} = 17$  кПа;

$d_b$  – глубина подвала, в нашем случае  $d_b = 0$ ;

$b$  – ширина подошвы фундамента,  $b = 1,7$  м.

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,0}{1,0} [0,39 \cdot 1 \cdot 1,7 \cdot 18,6 + 2,57 \cdot 1,6 \cdot 18,6 + 5,15 \cdot 17] = 200 \text{ кПа}$$

Проверяем выполнение условия

$$\frac{R_0 - R}{R_0} \cdot 100\% < 10\% \quad (4.23)$$

$$\frac{230 - 200}{230} \cdot 100\% = 13\% > 10\%$$

							Лист
							55
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Условие (4.23) не выполняется, значит, производим перерасчет размеров подошвы квадратного фундамента путем подстановки в формулу (3.2) вместо  $R_0$  полученного значения  $R = 200$  кПа.

$$A = \frac{600}{200 - 20 \cdot 1,6} = 3,57 \text{ м}^2$$

$$b = \sqrt{3,57} \approx 1,9 \text{ м}$$

По конструктивным соображениям принимаем размер стороны квадратного фундамента  $b = 2,1$  м.

$$R_1 = \frac{1,2 \cdot 1,0}{1,0} [0,39 \cdot 1 \cdot 2,1 \cdot 18,6 + 2,57 \cdot 1,6 \cdot 18,6 + 5,15 \cdot 17] = 216 \text{ кПа}$$

Проверяем выполнение условия (4.23), сравнивая значение  $R$  и  $R_1$ .

$$\frac{216 - 200}{216} \cdot 100\% = 8\% < 10\%$$

Условие выполняется.

Вычисляем эксцентриситет равнодействующей вертикальной нагрузки относительно центра подошвы фундамента,  $e_x$ , по формуле

$$e_x = \frac{M_x}{N}, \quad (4.24)$$

где  $M_x$  – расчетное значение суммарного изгибающего момента, передаваемое фундаментом на основание в уровне подошвы, кН·м;

$N$  – расчетное значение вертикальной нагрузки на основание, включая вес конструкции фундамента, грунта на его ступенях, кН.

Расчетное значение суммарного изгибающего момента,  $M_x$ , определяется по формуле

$$M_x = M^p + Q^p \cdot d_1, \quad (4.25)$$

							Лист
							56
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

где  $M^P$ ,  $Q^P$  – соответственно расчетные значения изгибающего момента и поперечного усилия в основном сочетании при  $\gamma_f = 1$ .

$$M^P = 1 \cdot 26,8 = 26,8 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$Q_p = 1 \cdot 3,02 = 3,02 \text{ кН}$$

$$M_x = 26,8 + 3,02 \cdot 1,6 = 31,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Расчетное значение вертикальной нагрузки на основание,  $N$ , определяется по формуле

$$N = N^P + G, \quad (4.26)$$

где  $G$  – расчетное значение вертикального усилия от веса конструкций фундамента и грунта на его ступенях, ориентировочно при  $\gamma_f = 1$ .

Расчетное значение вертикального усилия от веса конструкций фундамента и грунта на его ступенях,  $G$ , определяется по формуле

$$G = \gamma_f \cdot b^2 \cdot \gamma_m \cdot d_f \quad (4.27)$$

$$G = 1 \cdot 2,1^2 \cdot 20 \cdot 1,6 = 141,2 \text{ кН}$$

$$N = 600 + 141,2 = 741,2 \text{ кН}$$

$$e_x = \frac{31,6}{741,2} = 0,04 \text{ м}$$

Поскольку  $e_x = 0,04 \text{ м} < 0,033 \cdot l = 0,069 \text{ м}$ , то принимаем квадратную в плане подошву фундамента.

Проверяем краевые напряжения под подошвой фундамента,  $p_{\frac{\max}{\min}}$ , исходя из трапецевидной эпюры давлений, по формуле

$$p_{\frac{\max}{\min}} = \frac{N}{A} \left( 1 \pm \frac{6 \cdot e_x}{l} \right), \quad (4.28)$$

							Лист
							57
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

где  $N$  – значение вертикальной нагрузки на основание, включая вес конструкции фундамента, грунта на его ступенях, кН;

$A$  – площадь подошвы фундамента,  $\text{м}^2$ ;

$e_x$  – эксцентриситет равнодействующей вертикальной нагрузки относительно центра подошвы фундамента, м

$$p_{\frac{\max}{\min}} = \frac{741,2}{4,41} \cdot \left( 1 \pm \frac{6 \cdot 0,04}{2,1} \right) = 168 \cdot (1 \pm 0,15) \text{кПа}$$

$$p_{\max} = 194 \text{кПа}$$

$$p_{\min} = 143 \text{кПа}$$

При правильном экономическом подборе фундамента должны выполняться следующие условия

$$p_{\max} \leq 1,2R_1 \quad (4.29)$$

$$p_{\min} > 0 \quad (4.30)$$

$$p_0 < R_1 \quad (4.31)$$

где  $R_1$  – расчетное сопротивление грунта основания, кПа;

$p_0$  – среднее давление под подошвой фундамента, кПа.

Проверяем выполнение условий (4.29), (4.30), (4.31).

$$194 \text{кПа} < 1,2 \cdot 216 = 259,2 \text{кПа}$$

Условие (4.29) выполняется.

$$143 \text{кПа} > 0$$

Условие (4.30) выполняется.

$$168 \text{кПа} < 216 \text{кПа}$$

Условие (4.31) выполняется.

Проверяем выполнение условия

$$\frac{p_{\min}}{p_{\max}} > 0,25 \quad (4.32)$$

									Лист
									58
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



$$\frac{143}{194} = 0,7 > 0,25 - \text{условие выполняется.}$$

Проверяем недонапряжения по формуле

$$\frac{1,2R_1 - p_{\max}}{1,2R_1} \cdot 100\% < 10\% \quad (4.33)$$

$$\frac{1,2 \cdot 216 - 194}{1,2 \cdot 216} \cdot 100\% = 9,9\% < 10\%$$

Условие (4.33) выполняется, следовательно, фундамент запроектирован экономично.

#### 4.2.1 Конструирование фундамента

Сечение подколонников под базы стальных колонн выбирают так, чтобы расстояние от оси анкерных болтов до грани подколонника было не менее 150 мм – для болтов до 48 мм диаметром (в данном случае принято 160 мм).

Размеры ступеней должны быть такими, чтобы контур фундамента находился внутри усеченной пирамиды, верхним основанием которой является опорное сечение колонны, а грани наклонены по углом 45°. Этим руководствуются при назначении верхних ступеней фундамента.

Класс бетона для монолитного железобетонного фундамента принимаем В25. Размеры ступеней плитной части фундамента принимаем кратным 0,1.

Замоноличивание колонны производится бетоном класса В20.

Армирование подошвы осуществляется сетками из арматуры периодического профиля классов А-400. Расстояние между осями рабочих стержней составляет 200 мм, диаметр при длине до 3 м – 10 мм, при большей длине – 12 мм. Диаметр продольных стержней подколонника принимается не менее 12 мм. Подколонник армируется продольными и поперечными стержнями.

									Лист
									59
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Под монолитным фундаментом предусмотрено устройство сплошной бетонной подготовки толщиной 100 мм из бетона класса В10.

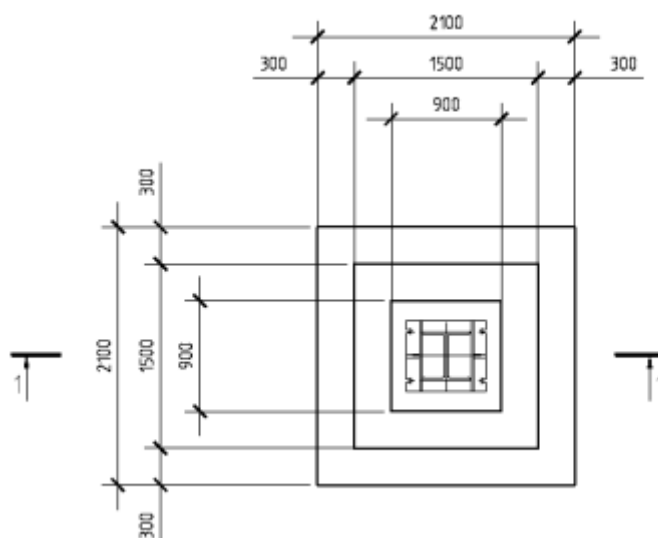


Рисунок 4.23 – Монолитный фундамент (план)

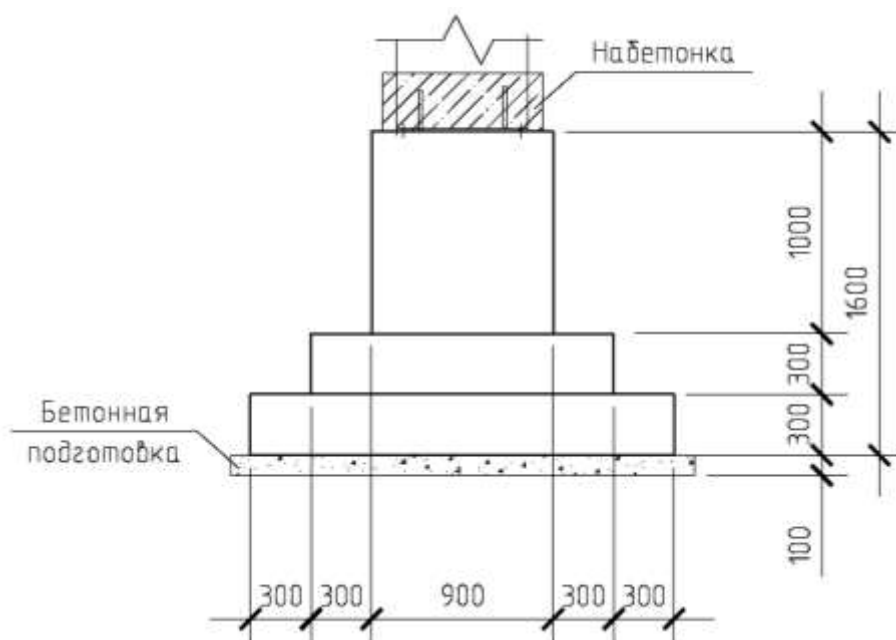


Рисунок 4.24 – Монолитный фундамент (разрез 1-1)

#### 4.2.2 Расчет осадки фундамента

Расчет оснований по деформациям сводится к определению расчетных величин стабилизированных осадок и сравнению их с предельными, заданными для

										Лист
										60
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

данного типа сооружений. При этом необходимо при расчете добиваться следующего условия

$$S_{\max} \leq S_{\max,u} \quad (4.34)$$

где  $S_{\max}$  – максимальная величина осадки фундамента здания, полученная расчетом, см;

$S_{\max,u}$  – предельно допустимое значение абсолютной осадки фундамента.

Прежде всего, строим графическая схема, на которой изображаются контуры проектируемого фундамента, напластование грунтов, эпюры природного и осадочного давлений, нижняя граница сжимаемой толщи.

Определение осадки подошвы фундамента производим методом послойного суммирования, для этого грунты ниже подошвы фундамента делим на слои толщиной не более  $0,4b = 0,84$  м. Принимаем толщины слоев грунта по 1 м.

#### 4.2.2.1 Расчет осадки методом послойного суммирования

##### 4.2.3.1.1 Построение эпюры природного давления грунта

Природным называется давление от веса вышележащих слоев грунта,  $\sigma_{zqi}$ , определяемое по формуле

$$\sigma_{zqi} = \gamma_{\text{ш}} \cdot h_i, \quad (4.35)$$

где  $\gamma_{\text{ш}}$  – удельный вес скелета грунта, кН/м<sup>3</sup>;

$h_i$  – мощность i-го слоя грунта, м.

Ординаты эпюры  $\sigma_{zqi}$  вычисляем для всех характерных точек: отметки подошвы фундамента, отметки границ слоев грунта. Кроме этого, вычисляем ординаты вспомогательной эпюры  $0,2\sigma_{zg0}$ .

На поверхности планировки земли

$$\sigma_{zg0}=0; \quad 0,2\sigma_{zg0}=0.$$

									Лист
									61
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

На контакте I и II слоев (мощности 1,6 м)

$$\sigma_{zg1} = h_1 \cdot \gamma_{II} = 1,6 \cdot 18,6 = 29,76 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg1} = 0,2 \cdot 29,76 = 5,95 \text{ кПа}.$$

На контакте II и III слоев (мощности 1,0 м)

$$\sigma_{zg2} = \sigma_{zg1} + h_2 \cdot \gamma_{II} = 29,76 + 1,0 \cdot 18,6 = 48,36 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg2} = 0,2 \cdot 48,36 = 9,67 \text{ кПа}.$$

На контакте III и IV слоев (мощности 1,0 м)

$$\sigma_{zg3} = \sigma_{zg2} + h_3 \cdot \gamma_{III} = 48,36 + 1,0 \cdot 19,2 = 67,56 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg3} = 0,2 \cdot 67,56 = 13,51 \text{ кПа}.$$

На контакте IV и V слоев (мощности 1,0 м)

$$\sigma_{zg4} = \sigma_{zg3} + h_4 \cdot \gamma_{IV} = 67,56 + 1 \cdot 19,2 = 86,76 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg4} = 0,2 \cdot 86,76 = 17,35 \text{ кПа}.$$

На контакте V и VI слоев (мощности 1,0 м)

$$\sigma_{zg4} = \sigma_{zg3} + h_4 \cdot \gamma_{IV} = 86,76 + 1,0 \cdot 19,2 = 105,96 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg4} = 0,2 \cdot 105,96 = 21,19 \text{ кПа}.$$

На контакте VI и VII слоев (мощности 1,0 м)

$$\sigma_{zg4} = \sigma_{zg3} + h_4 \cdot \gamma_{IV} = 105,96 + 1,0 \cdot 19,2 = 125,16 \text{ кПа};$$

$$0,2 \cdot \sigma_{zg4} = 0,2 \cdot 125,16 = 25,03 \text{ кПа}.$$

Полученные значения ординат эпюры природного давления и вспомогательной эпюры наносим на графическую схему.

#### 4.2.2.1.2 Построение эпюры осадочных давлений

Осадочным называется давление, передаваемое фундаментом на грунт основания и вызывающее его уплотнение. Величина осадочного давления непосредственно под подошвой фундамента,  $\sigma_{zp}$ , определяется по формуле

$$\sigma_{zp} = p - \sigma_{zg}, \quad (4.36)$$

									Лист
									62
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

где  $\sigma_{zq}$  – природное давление в уровне подошвы фундамента на естественном основании, кПа;

$p$  – среднее давление под подошвой фундамента, кПа.

Ординаты эпюр осадочного давления на глубине  $z_i$  ниже подошвы фундамента определяем по формуле

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i \cdot \sigma_{zp}, \quad (4.37)$$

где  $\alpha$  – коэффициент рассеивания.

Величина коэффициента  $\alpha$  определяется в зависимости от  $\eta=l/b$  и  $\xi=2z/b$ .

$$\sigma_{zp} = 168 - 29,76 = 138,24 \text{ кПа}$$

Вычисление ординат эпюры осадочных давлений производится по табличной форме.

Таблица 4.30 - Ординаты эпюры осадочных давлений

№ ИГЭ	$z_i, \text{ м}$	$\zeta=2 \cdot z_i/b$	$\alpha$	$\sigma_{zpi}=\alpha \cdot \sigma_{zpi}, \text{ кПа}$
1	0	0	1	138,24
	1,0	0,9	0,8	110,59
	2,0	1,9	0,45	62,21
2	3,0	2,8	0,201	27,78
	4,0	3,8	0,121	16,72
	5,0	4,7	0,077	10,64

Эпюра осадочных давлений, эпюра природного давления, вспомогательная эпюра природного давления грунта приведены на рисунке 4.25.

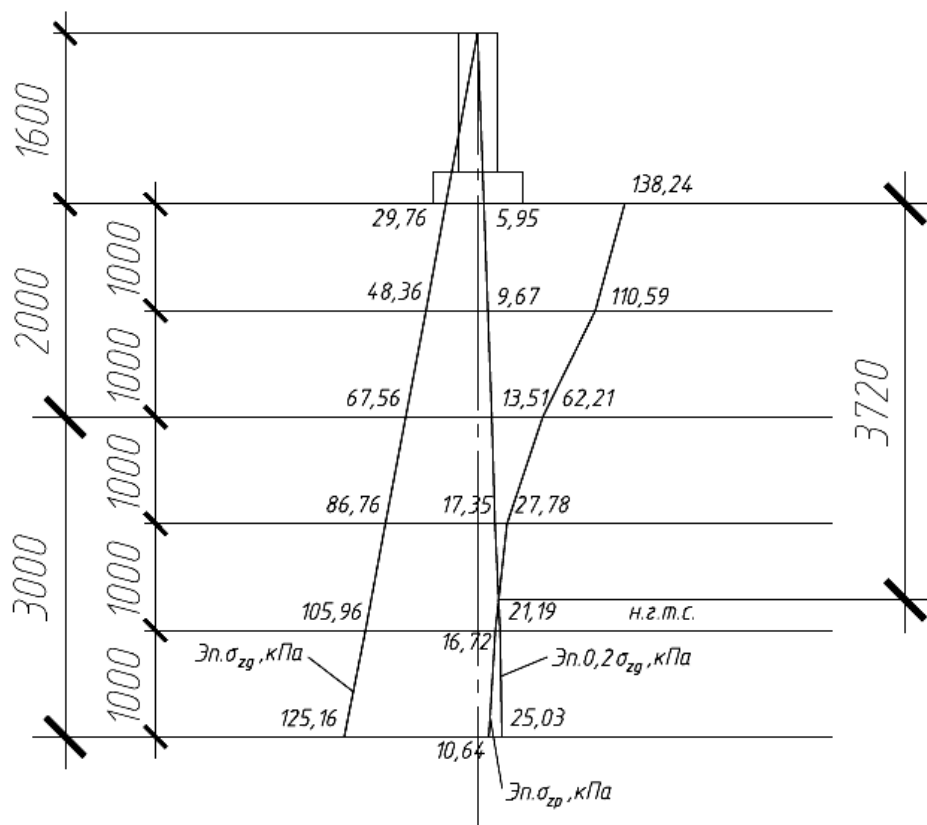


Рисунок 4.25 - Эпюра осадочных давлений, эпюра природного давления, вспомогательная эпюра природного давления грунта

#### 4.2.2.1.3 Определение нижней границы сжимаемой толщи

Толща грунта, практически влияющая на осадку фундамента, называется сжимаемой. Сжимаемая толща ограничена сверху горизонтальной плоскостью, проходящей через подошву фундамента, а снизу – горизонтальной плоскостью, на уровне которой осадочное давление в десять раз меньше природного, т.е.  $\sigma_{zp} = 0,2 \cdot \sigma_{zq}$ . Величиной сжатия грунта ниже этого уровня обычно пренебрегают вследствие незначительности.

Мощность сжимаемой толщи легко определяется с помощью графического построения. Точка пересечения этих эпюр  $\sigma_{zp}$  и  $0,2 \cdot \sigma_{zq}$  будет соответствовать нижней границе сжимаемой толщи. В нашем случае граница сжимаемой толщи (НГСТ) располагается на глубине 3,72 м от подошвы условного фундамента.

#### 4.2.2.2 Расчет осадки фундамента

Полная осадка фундамента,  $S_{\max}$ , определяется по формуле

$$S_{\max} = \sum_{i=1}^n S_i, \quad (4.38)$$

где  $S_i$  — осадка каждого элементарного слоя грунта м,

Осадка каждого элементарного слоя грунта,  $S_i$ , определяется по формуле

$$S_i = \frac{\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1}}{2} \cdot \frac{\beta \cdot h_i}{E_0}, \quad (4.39)$$

где  $\frac{\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi+1}}{2}$  — среднее давление в середине рассматриваемого элементарного слоя, кПа;

$h_i$  — толщина элементарного слоя, м;

$\beta$  — безразмерный коэффициент,  $\beta=0,8$ ;

$E_0$  — модуль деформации грунта, кПа.

Тогда

$$S_1 = \frac{138,24 + 110,56}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0}{11000} = 0,009 \text{ м}$$

$$S_2 = \frac{110,56 + 62,21}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0}{11000} = 0,006 \text{ м}$$

$$S_3 = \frac{62,21 + 27,78}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0}{8000} = 0,004 \text{ м}$$

$$S_4 = \frac{27,78 + 16,72}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0}{8000} = 0,0022 \text{ м}$$

$$S_5 = \frac{16,72 + 10,64}{2} \cdot \frac{0,8 \cdot 1,0}{8000} = 0,0014 \text{ м}$$

Полная осадка фундамента

$$\Sigma S_i = 0,009 + 0,006 + 0,004 + 0,0022 + 0,0014 = 0,023 \text{ м};$$

Проверяем выполнение условия (4.34)

$$2,3 \text{ см} < 10 \text{ см} \text{ — условие выполняется.}$$

										Лист
										65
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Что удовлетворяет требованиям СП.

Так как под несущим слоем суглинка с  $R_0 = 216$  кПа залегает менее прочный слой суглинка с  $R_0 = 205$  кПа, то в нем могут развиваться пластические деформации, вызывающие дополнительную осадку фундамента. Поэтому необходимо проверить выполнение условия

$$\sigma_{zp} + \sigma_{zg} \leq R_z, \quad (4.40)$$

где  $\sigma_{zp}$  – дополнительное вертикальное давление на кровлю подстилающего слоя, передаваемое фундаментом ( $\sigma_{zp} = 62,21$  кПа), кПа;

$\sigma_{zg}$  – давление от собственного веса грунта на кровлю подстилающего слоя, считая от отметки природного рельефа ( $\sigma_{zg} = 67,56$  кПа), кПа;

$R_z$  – расчетное давление на кровлю грунта пониженной прочности, вычисляемое для условного фундамента шириной  $b_z$ , кПа.

Ширина условного фундамента,  $b_z$ , определяется по формуле

$$b_z = \sqrt{A_z + a^2} - a, \quad (4.41)$$

где  $A_z$  – площадь подошвы условного фундамента, м<sup>2</sup>;

$a$  – осредненное значение размеров проектируемого фундамента, м.

Площадь подошвы условного фундамента,  $A_z$ , определяется по формуле

$$A_z = \frac{N}{\sigma_{zp}}, \quad (4.45)$$

где  $N$  – расчетное значение вертикальной нагрузки на основание, равное 600 кН.

Осредненное значение длины и ширины проектируемого фундамента,  $a$ , определяется по формуле

									Лист
									66
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



$$a = \frac{l - b}{2}, \quad (4.46)$$

где  $l$  и  $b$  – длина и ширина проектируемого фундамента, м.

$$a = \frac{2,1 - 2,1}{2} = 0$$

$$A_z = \frac{600}{62,21} = 9,6 \text{ м}^2$$

$$b_z = \sqrt{9,6 + 0^2} - 0 = 3,1 \text{ м}$$

$$l_z = \frac{9,6}{3,1} = 3,1 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,0}{1,0} [0,39 \cdot 1 \cdot 3,1 \cdot 18,6 + 2,57 \cdot 1,6 \cdot 19,2 + 5,15 \cdot 11] = 135,96 \text{ кПа}$$

Проверяем выполнение условия (4.40)

$$62,21 + 67,56 = 129,77 \text{ кПа} < 135,96 \text{ кПа} - \text{условие выполняется.}$$

Дополнительной осадки не будет.

								Лист
								67
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

## 5 ОРГАНИЗЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Стройгенплан

Стройгенплан представляет собой план строительной площадки, на котором кроме проектируемого здания и существующих постоянных зданий показано также расположение временных зданий, устройств и коммуникаций, необходимых для производства строительного-монтажных работ. Назначение стройгенплана состоит в такой организации строительного хозяйства на площадке, которая бы обеспечивала создание необходимых условий для труда рабочих-строителей, для механизации работ, приемки, хранения и укладки в дело материалов, конструкций и оборудования, обеспечения работ водными и энергетическими ресурсами.

Вместе с тем, решение стройгенплана должны учитывать всемерное снижение затрат на временное строительство и выполнение требований техники безопасности, охраны труда и противопожарных мероприятий.

Для разработки стройгенплана используют следующие исходные материалы:

- общеплощадочный стройгенплан, рабочие чертежи, календарные планы и технологические карты;

- уточненные по рабочим чертежам данные потребности в ресурсах;

- документы, входящие в состав исходно-разрешительной документации.

Порядок проектирования стройгенплана включает в себя следующие мероприятия:

- привязка к объекту грузоподъемных кранов и других механизмов с определением зон обслуживания, монтажных зон;

- определение необходимого объема ресурсов для строительства;

- определение количества работающих, мест размещения временных зданий и сооружений производственного, административного и санитарно-бытового назначения;

									Лист
									68
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

- привязка систем инженерного обеспечения строительства (водо-, газоснабжение, водопровод, канализация и так далее).

### 5.1.1 Выбор монтажного крана

Основными параметрами монтажных кранов являются следующие:

- грузоподъемность ( $Q$ , т);
- вылет стрелы ( $L$ , м);
- высота подъема груза ( $H$ , м).

Вылет стрелы и высоту подъема крюка крана определяют исходя из условий монтажа наиболее тяжелого или наиболее удаленного от крана монтажного элемента на наивысшую отметку при наибольшем вылете стрелы. Размер и масса элемента принимаются по спецификации, условия монтажа - из монтажной схемы.

Следует учитывать и массу монтажных приспособлений.

Для стрелковых самоходных кранов (гусеничных) определяют высоту подъема крюка ( $H_K$ , м), вылет стрелы ( $L$ , м), длину стрелы ( $L_C$ , м) и грузоподъемность.

Определение высоты подъема крюка стрелового крана,  $H_K$ , м, по формуле

$$H_K = h_0 + h_3 + h_{\text{Э}} + h_{\text{СТ}} + h_{\text{П}} \quad (5.1)$$

где  $h_0$  - превышение монтажного горизонта над уровнем стоянки крана (отметка монтажа данной конструкции), м;

$h_3 = 0,5$  м - высота запаса при монтаже конструкции;

$h_{\text{Э}}$  - высота элемента, м;

$h_{\text{СТ}}$  - высота стропа (траверсы, захвата), м;

$h_{\text{П}} = 3$  м - высота полиспаста, м.

$$H_K = 9,6 + 0,5 + 1,8 + 2 = 13,9\text{м}$$

Для кранов с гуськом можно также воспользоваться следующим расчетом.

Из подобия треугольников ABC и DEC следует:

							Лист
							69
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BE + x}{x} \quad (\text{где } x = CE) \quad \text{или} \quad \frac{6,0}{2} = \frac{9,6 + x}{x}$$

$$6x = 19,2 + 2x$$

$$x = 4,8\text{м}$$

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{6^2 + 14,4^2} = 15,6\text{м}$$

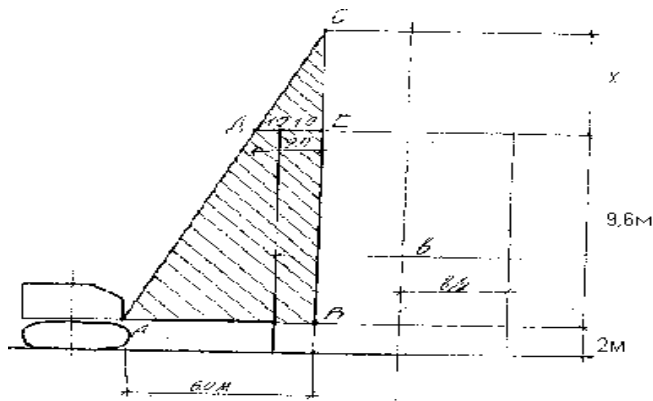


Рисунок 5.1 - Схема привязки стрелового крана к зданию

Таким образом, длина стрелы равна 15,6 м.

Подбираем стреловой кран наиболее подходящий по условиям монтажа и близкий по грузоподъемности

ДЭК-251, грузоподъемностью  $Q = 25$  т; вылет стрелы  $L = 24$  м; высота подъема груза  $H = 16$  м.

### 5.1.2 Описание технологических процессов

Строительные работы подразделяются на:

- подготовительный период;
- работы по возведению подземной части;
- работы по возведению надземной части;
- отделочные работы;
- благоустройство территории.

										Лист
										70
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

### 5.1.2.1 Работы подготовительного периода

К внеплощадочным подготовительным работам относят прокладку линий электропередач, прокладку тепловых и водопроводных сетей, прокладку канализации.

В состав подготовительных внутриплощадочных работ входят:

- создание геодезической разбивочной основы;
- расчистка и планировка территории;
- отвод поверхностных вод;
- подготовка площадки к строительству и ее обустройство.

В комплекс работ по расчистке территории включена расчистка площадки от ненужных деревьев, кустарника, корчевка пней, первоначальная планировка строительной площадки.

Для транспортирования грузов со строительной площадки и на нее, максимально используется существующая дорожная сеть и только по необходимости предусмотрены временные дороги.

Строительная площадка оборудована временными зданиями:

- прорабской;
- помещением отдыха;
- сушильной;
- гардеробом;
- пунктом охраны;
- душевыми;
- санузлами;
- складами для хранения строительных материалов и инструмента.

### 5.1.2.2 Земляные работы

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта.

									Лист
									71
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Разработка грунта ведется механическим способом. При применении этого способа используется бульдозер ДЗ-109. В состав основных процессов при механическом способе разработки грунта входят:

- резание грунта;
- транспортирование грунта;
- укладка грунта и разравнивание;
- уплотнение грунта.

Рытье котлованов и траншей производится при помощи экскаватора ЭО-5121 на всю глубину с недобором для дальнейшей зачистки бульдозером. В зоне действия рабочих органов землеройных машин, производство других работ и нахождение людей запрещается.

При механическом способе на грунт действует усилие резания рабочего органа землеройной машины. В результате определенные порции грунта отделяются от массива и могут быть перемещены и уложены в автосамосвал.

При выполнении обратной засыпки пазух котлована обеспечивается устойчивость и сохранность засыпаемых конструкций и гидроизоляционных покрытий.

### 5.1.2.3 Устройство фундаментов

Монолитными железобетонными запроектированы фундаменты.

Бетонная смесь изготавливается централизованно и доставляется к месту укладки автобетоновозами с разгрузкой в поворотные бадьи ёмкостью 1 м<sup>3</sup>.

Подача бетона к месту укладки осуществляется бадьями.

Опалубка и арматура подается к месту установки краном ДЭК-251.

Бетонирование производится в основном с применением мелко щитовой опалубки.

Армирование конструкций ведётся готовыми сетками и каркасами, изготовленными на заводе. На строительной площадке производится только соединение сеток и каркасов.

										Лист
										72
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Уплотнение бетонной смеси в массивных конструкциях производится глубинными вибраторами ИВ-47. Подача арматурных изделий производится тем же краном, что и подача опалубки.

Устройство монолитных железобетонных конструкций выполняется следующими этапами:

- установка опалубки;
- установка арматурных каркасов и закладных деталей;
- бетонирование конструкций;
- снятие опалубки.

При бетонировании применяются методы ускорения твердения.

#### 5.1.2.4 Монтажные работы

Монтаж надземной части здания начинают по окончании монтажа фундамента, обратной засыпки пазух котлована. Работы вести краном ДЭК-251.

Конструкции (сборные железобетонные и металлические) монтируют с соблюдением следующих требований:

- последовательность монтажа, которая обеспечивает устойчивость и геометрическую неизменяемость смонтированной части здания на всех стадиях монтажа и прочность монтажных соединений;
- комплектность установки конструкций каждого участка, которые позволяют выполнить последующие работы на смонтированном участке;
- безопасность монтажа общестроительных и специальных работ на объекте с учетом их выполнения по совмещенному графику.

#### 5.1.2.5 Каменные работы

Устройство стен и перегородок из керамического кирпича производится с инвентарных подмостей и лесов ярусами до 1,2 м.

Кирпич на площадку поступает в контейнерах или поддонах и складировается в зоне действия монтажного крана.

										Лист
										73
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Подача кирпичей, блоков и раствора к рабочему месту ведётся краном ДЭК-251.

#### 5.1.2.6 Монтаж сэндвич-панелей

Монтаж сэндвич-панелей ведётся краном ДЭК-251 и с использованием автовышки. Сэндвич-панели используются вертикальной разрезки. В состав работ входит:

- подъём и временное закрепление панелей;
- наводка отверстий;
- крепление самосверлящими винтами;
- снятие временного крепления.

#### 5.1.2.7 Кровельные работы

Для выполнения работ поточным методом площадь кровли разбивается на отдельные захватки площадью 200-300 м<sup>2</sup>, на которых последовательно выполняются работы по устройству пароизоляции, укладке плит утеплителя, устройству стяжки.

Подъем материалов на кровлю осуществлять краном ДЭК-251.

Порядок производства работ должен исключать движение по свежеложенной кровле.

#### 5.1.2.8 Отделочные работы

К началу отделочных работ здание необходимо выполнить следующие работы:

- вставить оконные блоки;
- закрыть временные проемы.

Отделочные работы совмещают с санитарно-техническими, электромонтажными и общестроительными работами при строгом соблюдении условий охраны труда безопасности.

										Лист
										74
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					



Отделка помещений ведется сверху вниз.

Приготовление и подготовку материалов для малярных работ выполнять в центральной колерной мастерской и доставлять на стройплощадку в готовом виде.

#### 5.1.2.9 Специальные работы

Специальные работы осуществляют параллельно между собой в 2 этапа: 1-й этап - до штукатурных работ. Работы планируют с шагом, равным монтажу этажа; 2-й этап – начало этого этапа для санитарно-технических и электромонтажных работ не совпадает, т. к. эти работы связаны с различной готовностью малярных работ. Однако окончание всех специальных работ должно соответствовать срокам завершения отделки. Работы этого этапа выполняют вне потока – без деления на захватки. Слаботочные устройства монтируют специализированные организации.

Прокладка слаботочных сетей производится воздушным способом до здания от магистральной сети и закрытым способом внутри здания. Прокладка электрических сетей производится подземным способом.

Для предотвращения попадания атмосферных осадков воздуховоды покрываются на выходах защитными козырьками. В целях снижения шума и вибрации при работе вентиляционных установок осуществляется виброизоляция, путем установки упругих элементов – амортизаторов в виде мягких прокладок между колеблющимися элементами установок и конструкциями.

#### 5.1.2.10 Благоустройство

Благоустройство территории производится в весеннее-летний период и включает в себя асфальтировку проездов и тротуаров, и ливневой канализации, строительство автомобильной парковки, благоустройство газонов, клумб и цветников, озеленение территории, установку бортовых камней и укладку тротуарной плитки, устройство скамеек и урн.

#### 5.1.3 Инженерное и транспортное обеспечение

										Лист
										75
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Таблица 5.1 – Инженерное и транспортное обеспечение

Наименование	Место расположения (точка подключения)	Расстояние, км
Ближайшая автомагистраль с автопокрытием	Ш. Московское	0,2
	ул. Луначарского	0,2
Электроснабжение	От ТТП	0,3
Хозяйственно- противопожарное водо- снабжение	От существующего водопровода	0,025
Телефонная связь	Сотовая связь	-

#### 5.1.4 Потребность в рабочих кадрах

Общая численность работающих определяется по формуле

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{моп}} + N_{\text{служ}}) \cdot 1,05 \quad (5.2)$$

$N_{\text{max}} = 19$  чел. по календарному плану, тогда

$N_{\text{раб}} = 19$  чел.

$N_{\text{служ}} = 19 \cdot 5/85 = 2$  чел.

$N_{\text{моп}} = 19 \cdot 2/85 = 1$  чел

$N_{\text{итр}} = 19 \cdot 8/85 = 2$  чел

$N_{\text{общ}} = (19+2+1+2) \cdot 1,05 = 25$  чел.

Структура рабочих:

женщины (30 %) = 8 чел.

мужчины (70 %) = 17 чел.

### 5.1.5 Расчет временных сооружений

Таблица 5.2 – Ведомость расчета временных сооружений

Назначение	Расчетное количество рабочих	Норматив на 1 человека		Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Принимаемые временные Здания		
		ед.	кол-во		тип здания	размер	кол-во
Прорабская	3	Место м <sup>2</sup>	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{12}$	Контейнерный	6х3	1
Помещение отдыха	20	Место м <sup>2</sup>	$\frac{1}{0,75}$	$\frac{20}{15}$	Контейнерный	6х3	1
Гардеробная с умывальником	20	м <sup>2</sup>	0,9	18	Передвижной	4х3	2
Душевая с раздевалкой	25	сетка м <sup>2</sup>	$\frac{0,2}{0,82}$	$\frac{5}{20,5}$	Изготавливаемый на месте	4х3	2
Сушилка	20	м <sup>2</sup>	0,7	14	Контейнер	4х3	2
Помещение для приема пищи	25	м <sup>2</sup>	0,8	20	Контейнер	6х3	2
Туалет	25	м <sup>2</sup>	$\frac{0,14}{0,07}$	$\frac{3,5}{1,75}$	Устанавливается на месте	2х1	2
Пункт охраны	2	м <sup>2</sup>	-	12	Контейнер	4х3	2

### 5.1.6 Расчет складов

Приобъектные склады организуются для временного хранения материалов, конструкций, изделий, оборудования и других материалов, необходимых в про-

										Лист
										77
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

цессе строительства. Для расчета размера склада определяется объем материала для осуществления СМР в соответствии с календарным планом строительства.

Запас материалов определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (5.3)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – общее количество материалов необходимых для строительства объекта;

$T$  – продолжительность работ, выполненная с использованием этих материалов;

$T_{\text{н}}$  – норма запаса материалов данного вида на площадке строительства;

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

$k_2$  – коэффициент неравномерного потребления материала в течение расчетного периода ( $k_2 = 1,3$ )

Расчетная площадь складов определяется исходя из запаса основных материалов на  $1\text{м}^2$

$$F_{\text{скл}} = P_{\text{скл}} \cdot f, \quad (5.4)$$

Таблица 5.3 - Ведомость складов

Наименование материалов и изделий.	Продолжительность потребления	Потребность			Коэффициент		Запас материалов		$S_{\text{склад.}}$ $\text{м}^2$	
		ед. изм.	общая	суточная	поступл.	потреб.	норма	расчёт	норма	расчёт
Колонны	15,5	шт	36	2	1,1	1,3	3	8	2	16

Плиты перекрытия	4,5	шт	88	19	1,1	1,3	3	81	2	162
---------------------	-----	----	----	----	-----	-----	---	----	---	-----

Продолжение таблицы 5.3

Наименование материалов и изделий.	Продолжительность потребления	Потреб-ность			Коэф- фициент		Запас мате- риалов		S <sub>склад.</sub> м <sup>2</sup>	
		ед. изм.	общая	суточная	поступл.	потреб.	норма	расчёт	норма	расчёт
Лестницы	5,5	шт	6	1	1,1	1,3	3	4,3	0,8	3,5
Фермы	4,5	шт	6	1,5	1,1	1,3	3	6,4	2	13

### 5.1.7 Расчет потребности в воде

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые, противопожарные нужды.

Общая потребность в воде на строительномонтажные операции,  $Q_{\text{общ}}$ , л, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{п}} + Q_{\text{х}} + Q_{\text{пож}}, \quad (5.5)$$

где  $Q_{\text{пр}}$ ,  $Q_{\text{х}}$ ,  $Q_{\text{пож}}$  – расход воды на строительной площадке на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды соответственно, л.

Расход воды на производственные нужды,  $Q_{\text{пр}}$ , л, определяется по формуле

										Лист
										79
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

$$Q_{\text{п}} = \frac{\sum (q \cdot A \cdot K_{\text{н}})}{3600 \cdot 8}, \quad (5.6)$$

где  $q$  – удельный расход воды на единицу объема работ, л;

$A$  – объем работ;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности потребления воды

Объем работ, выполненный в смену, определяется по формуле

$$A = \frac{R_{\text{общ}}}{T}, \quad (5.7)$$

где  $R_{\text{общ}}$  – количество материала или объем работ;

$T$  – продолжительность работ, дни.

Определяем расход воды на стройплощадке по группам производственных процессов исходя из норм потребления воды на эти операции. Расход воды на производственные нужды приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Расход воды на производственные нужды

№ п/п	Наименование работ	Удельный расход воды на единицу объема, л	Коэффициент часовой неравномерности потребления, $K_{\text{н}}$	Объем работ, выполненный в смену	Водопотребление, $Q_{\text{пр}}$ , л/с
1	Бетонные работы	190	1,25	13,2	0,11
2	Каменные работы	150	1,5	16,7	0,13
3	Штукатурные работы	8	1,5	149,5	0,06
4	Малярные работы	2	1,5	299	0,03
5	Мойка автомашин	400	1,5	3	0,06

										Лист
										80
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Потребность в воде на хозяйственные нужды,  $Q_x$ , л, определяется по формуле

$$Q_x = \frac{N \cdot q_{\text{хоз}} \cdot K_n}{3600 \cdot 8}, \quad (5.8)$$

где  $q_{\text{хоз}}$  – расход воды на одного работающего, л;

$K_n$  – коэффициент неравномерности потребления воды;

$N$  – число работающих в наиболее многочисленную смену

$$Q_x = \frac{25 \cdot 20 \cdot 2,7}{3600 \cdot 8} = 0,05 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды определяем при совместном действии 4-х гидрантов. Расход воды 5 л/с на каждый гидрант.

$$Q_{\text{общ}} = 0,39 + 0,05 + 4 \cdot 5 = 20,44 \text{ л/с}$$

Диаметр водопровода,  $D$ , мм, рассчитываем по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{v \cdot \pi}}, \quad (5.9)$$

где  $v$  - скорость движения воды по трубам, отличающаяся при большом (1,5...2 м/с) и при малом (0,7...1,2 м/с) расходе воды

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 20,44 \cdot 1000}{2 \cdot 3,14}} = 114 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр трубопровода 120 мм.

### 5.1.8 Расчет потребности в электроэнергии

										Лист
										81
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Потребность в электроэнергии, кВт·А, определяется на период выполнения максимального объема строительного-монтажных работ по формуле

$$P = \alpha \left( \frac{K_1 \cdot P_M}{\cos \varphi_1} + \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos \varphi_2} + K_3 \cdot P_{o.b} + K_4 \cdot P_{o.n} + K_5 \cdot P_{cв} \right) \quad (5.10)$$

где  $\alpha = 1,05$  - коэффициент потери мощности в сети (в зависимости от длины 1,05-1,1);

$P_M$  - сумма номинальных мощностей работающих электродвигателей (вибраторы и т.д.);

$P_T$  - сумма потребляемых мощностей технологических процессов;

$P_{o.b}$  - суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{o.n}$  - то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{cв}$  - то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos \varphi_1 = 0,7$  - коэффициент мощности для группы силовых потребителей электродвигателей;

$\cos \varphi_2 = 0,8$  - коэффициент мощности для технологических потребителей;

$K_1 = 0,6$  (до 5 шт.) - коэффициент одновременности работы электродвигателей;

$K_2 = 0,4$  - то же для технологических потребителей;

$K_3 = 0,8$  - то же, для внутреннего освещения;

$K_4 = 0,9$  - то же, для наружного освещения;

$K_5 = 0,8$  (до 3 шт.) - то же, для сварочных трансформаторов.

$$P = 1,05 \left( \frac{0,4 \cdot 28,5}{0,8} + 0,8 \cdot 12,5 + 0,9 \cdot 6,5 + 0,8 \cdot 49,6 \right) = 73,27 \text{ кВт}$$

										Лист
										82
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					



Выбираем трансформатор типа  $TM \frac{250}{6(10)}$ , с типом подстанции КТПН – 72М – 250, с мощностью 250 кВт, массой 1,65 тонны.

Количество прожекторов для наружного освещения определяем по формуле

$$n = \frac{\rho \cdot E \cdot S}{P_a} \quad (5.11)$$

где  $\rho$  – норма освещенности;

$E$  – ЗЛК;

$S$  – площадь строительной площадки;

$P_a$  – мощность лампы.

$$n = \frac{0,25 \cdot 3 \cdot 8624}{1000} = 6,5 \text{ шт}$$

Принимаем 7 прожекторов.

#### 5.1.9 Временные дороги

При размещении дорог на площадке стремятся обеспечить кольцевой объезд вокруг строящегося или ремонтируемого здания с устройством трёх въездов - выездов с площадки. Движение при этом будет односторонним. Если условия площадки не позволяют обеспечить кольцевой объезд, то ограничиваются дорогой с одной стороны здания с двумя въездами - выездами, но при этом должны быть предусмотрены разгрузочные площадки или вся дорога должна быть рассчитана на двустороннее движение транспорта. Участок дороги, на котором будут находиться машины во время разгрузки, должен быть в зоне действия монтажного крана. Дороги должны быть размещены на площадке таким образом, чтобы грузопотоки не пересекались с движением рабочих.

В городских условиях внутрипостроечные дороги прокладывают из сборных железобетонных плит размером 1,75...6м по песчаной прослойке толщиной 0,1...0,25м. Такие дороги не надо профилировать, одни и те же плиты можно использовать в течение длительного времени на нескольких строительных объектах.

										Лист
										83
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Однако не следует недооценивать разрушительного воздействия на них машин, особенно на поворотах, разворотах и съездах.

При трассировке дорог должны соблюдаться нормируемые минимальные расстояния: ширина проезжей части при двустороннем движении 6...8м; при одностороннем 3,5...5м, с уширением на поворотах в местах разгрузки 6м; радиус закругления внутрипостроечных дорог 18...12м; между дорогой и складской площадкой 0,5...1,0м; между дорогой и подкрановыми путями 6,5...12,5м; между дорогой и забором 1,5м; между дорогой и пожарным гидрантом 1,5...5м; между дорогой и бровкой траншеи 0,5 ...1,5м в зависимости от вида грунта и глубины траншеи. На въезде устанавливают указатели со схемой движения и ограничения скорости.

## 5.2 Технологическая карта на монтаж каркаса

### 5.2.1 Область применения

Технологическая карта выполнена на производство монтаж каркаса здания.

В состав работ, предусмотренных технологической картой, входят:

- монтаж опорных плит на фундамент;
- установка анкерных болтов;
- монтаж колонн;
- укрупнительная сборка ферм и монтаж ферм;
- монтаж связей, балок, прогонов;
- установка лестничных маршей и площадок;
- укладка плит перекрытия.

Все работы ведутся с применением крана ДЭК-251.

### 5.2.2 Технология монтажа конструкций и подсчет трудоемкости работ

Исходя из объёмно-планировочного решения и размеров здания, монтажные работы ведём по одной захватке. Монтаж производят методом наращивания

								Лист
								84
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

последовательно, который заключается в том, что отдельные этажи здания возводятся последовательно снизу-вверх на всю ширину здания. Устойчивость здания обеспечивается немедленно по ходу монтажа сваркой, заделкой всех стыков и постановкой временных связей. После монтажа каркаса всего здания монтируются стеновые панели. Здание монтируется одним краном. Монтаж конструкций выполняется со склада, расположенного в зоне действия крана.

#### 5.2.2.1 Укрупнительная сборка конструкций

Состав работ:

- удерживание оттяжек при подаче отправочных заводских элементов конструкций (конструктивных элементов блока) с укладкой;
- стыковка отправочных заводских элементов конструкций (конструктивных элементов блока) с наводкой отверстий;
- выверка собранной конструкции (блока) по осям, диагоналям, отметкам;
- удерживание оттяжек при снятии и складировании конструкций или блока.

Для монтажников: Нвр = 2,2 часа

На весь V:  $2,2 \cdot 24 = 52,8$  час.

$52,8 \text{ час} / 8 \text{ час} = 6,6$  смен, при составе бригады: монтажник 5р - 1 чел.; монтажник 4р - 1 чел.; монтажник 3р - 1 чел.;

Для машиниста: Нвр = 0,73 часа

На весь V:  $0,73 \cdot 24 = 17,52$  часа

$17,52 \text{ час} / 8 \text{ час} = 2,2$  смены, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.2 Укладка фундаментных плит

Состав работ:

- приготовление пастели из раствора или частичное выравнивание готового гравийного (песчаного) основания;
- установка фундаментных плит;
- выверка правильности установки плит.

										Лист
										85
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Для монтажников: Нвр = 0,63 часа.

На весь V:  $0,63 \cdot 36 = 22,7$  часа

$22,7 \text{ час} / 8 \text{ час} = 3$  смен, при составе бригады: монтажник 4р - 1 чел.;  
монтажник 3р - 1 чел.; монтажник 2р - 1 чел.;

Для машиниста: Нвр = 0,21

На весь V:  $0,21 \cdot 36 = 7,6$  часа

$7,6 \text{ час} / 8 \text{ час} = 1$  смена, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

### 5.2.2.3 Монтаж стальных опорных плит на фундамент

Состав работ:

- удерживание оттяжек при подаче и укладке плиты на фундамент;
- установка приспособления для выверки и закрепления плиты;
- выверка;
- снятие приспособления.

Для монтажников: Нвр = 0,63 часа

На весь V:  $0,63 \cdot 36 = 22,7$  часа

$22,7 \text{ час} / 8 \text{ час} = 3$  смен, при составе бригады: монтажник 5р - 1 чел.;  
монтажник 4р - 1 чел.; монтажник 3р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,53 часа.

На весь V:  $0,53 \cdot 36 = 19,1$  часа.

$19,1 \text{ час} / 8 \text{ час} = 2,4$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

### 5.2.2.4 Монтаж колонн

В состав работ при монтаже колонн входят:

- укладка конструкций в положение, удобное для подъема;
- установка опорных деталей на фундамент;
- удерживание оттяжек при подъеме и установке конструкций;
- выверка.

Для монтажников: Нвр = 3,5 часа.

									Лист
									86
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

На весь V:  $3,5 \cdot 36 = 126$  часов.

$126 \text{ час} / 8 \text{ час} = 15,75$  - 11 смен, при составе бригады: монтажник бр - 1 чел.;  
монтажник 4р - 2 чел.; монтажник 3р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,7 часа.

На весь V:  $0,7 \cdot 36 = 25,2$  часа.

$25,2 \text{ час} / 8 \text{ час} = 3,2$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.5 Монтаж ферм

Состав работ:

– удерживание оттяжек при укладке конструкций или блоков в положение,  
удобное для подъема;

– установка конструкций или блоков;

– выверка конструкций или блоков в процессе установки.

Для монтажников: Нвр = 2,9 часа.

На весь V:  $2,9 \cdot 12 = 34,8$  часа.

$34,8 \text{ час} / 8 \text{ час} = 4,5$  смен, при составе бригады: монтажник бр - 1 чел.;  
монтажник 4р - 3 чел.; монтажник 3р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,58 часа.

На весь V:  $0,58 \cdot 12 = 6,96$  часа.

$6,96 \text{ час} / 8 \text{ час} = 1$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.6 Монтаж связей

Состав работ:

– удерживание оттяжек при укладке конструкций или блоков в положение,  
удобное для подъема;

– установка конструкций или блоков;

– выверка конструкций или блоков в процессе установки.

Для монтажников: Нвр = 0,33 часа.

На весь V:  $0,33 \cdot 13 = 4,29$  часа.

$4,29 \text{ час} / 8 \text{ час} = 0,5$  смен, при составе бригады: монтажник 5р - 1 чел.;

										Лист
										87
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

монтажник 4р - 1 чел.; монтажник 3р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,11 часа.

На весь V:  $0,11 \cdot 13 = 1,43$  часа.

$1,43 \text{ час} / 8 \text{ час} = 0,2$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.7 Монтаж балок

Состав работ:

– удерживание оттяжек при укладке конструкций или блоков в положение, удобное для подъема;

– установка конструкций или блоков;

– выверка конструкций или блоков в процессе установки.

Для монтажников: Нвр = 0,3 часа.

На весь V:  $0,3 \cdot 30 = 9$  часов.

$9 \text{ час} / 8 \text{ час} = 1,12$  смен, при составе бригады: монтажник 5р - 1 чел.; монтажник 4р - 1 чел.; монтажник 3р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,1 часа.

На весь V:  $0,1 \cdot 30 = 3$  часа.

$3 \text{ час} / 8 \text{ час} = 0,5$  смены, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.8 Установка лестничных площадок

Состав работ:

– устройство постели из готового раствора;

– установка плит лестничных площадок;

– выверка, исправление положения площадки;

– заливка швов раствором.

Для монтажников: Нвр = 1,4 часа.

На весь V:  $1,4 \cdot 14 = 19,6$  часа.

$19,6 \text{ час} / 8 \text{ час} = 2,1$  смен, при составе бригады: монтажник 4р - 2 чел.; монтажник 3р - 1 чел.; монтажник 2р - 1 чел.

										Лист
										88
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Для машиниста: Нвр = 0,35 часа.

На весь V:  $0,35 \cdot 14 = 4,9$  часа.

$4,2\text{час}/8\text{час} = 0,5$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.9 Установка лестничных маршей

Состав работ:

- устройство постели из готового раствора;
- установка лестничных маршей;
- выверка, исправление положения марша;
- заливка швов раствором.

Для монтажников: Нвр = 2,2 часа.

На весь V:  $2,2 \cdot 14 = 30,8$  часа.

$26,4\text{час}/8\text{час} = 3,3$  смен, при составе бригады: монтажник 4р - 2 чел.;  
монтажник 3р - 1 чел.; монтажник 2р - 1 чел.

Для машиниста: Нвр = 0,55 часа.

На весь V:  $0,55 \cdot 14 = 7,7$  часа.

$6,6\text{час}/8\text{час} = 1$  смен, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

#### 5.2.2.10 Укладка плит перекрытий

Состав работ:

- приготовление пастели из раствора;
- подъём и укладка плит;
- выверка и исправление положения плит;
- крепление плит к ригелям и балкам (на сварку) и между собой на скрутку;
- монтаж многопустотных плит перекрытия.

Для монтажников: Нвр = 0,72 часа.

На весь V:  $0,72 \cdot 88 = 63,36$  часа.

$36\text{час}/8\text{час} = 5$  смен, при составе бригады: монтажник 4р - 1 чел.; монтажник  
3р - 1 чел.; монтажник 2р - 1 чел.

										Лист
										89
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Для машиниста:  $N_{вр} = 0,18$  часа.

На весь  $V: 0,18 \cdot 88 = 15,84$  часа.

$9\text{час}/8\text{час} = 1,1$  смены, при составе бригады: машинист крана бр - 1 чел.

### 5.2.3 Техника безопасности

При эксплуатации машин должны быть приняты меры, предупреждающие их опрокидывание или самопроизвольное перемещение под действием ветра или при наличии уклона местности.

При производстве подъемно-транспортных работ, а также при монтаже и демонтаже подъемного оборудования следует руководствоваться общими правилами техники безопасности и Инструктивными указаниями по монтажу и эксплуатации системы электромеханического подъемного оборудования. В соответствии с этими положениями площадка работ должна быть ограждена и установлены предупредительные знаки; электроаппаратура (рубильники, пускатели) и электропроводка, применяемые для пусконаладочных работ, должны соответствовать требованиям правил устройств электроустановок.

Монтаж и демонтаж подъемного оборудования запрещается производить:

- при сильном ветре;
- при грозе и ливневом дожде; при температуре ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ ;
- при гололедице.

При производстве подъемно-монтажных работ запрещается:

- оставлять без надзора поднятые конструкции;
- сбрасывать предметы с высоты;
- применять сращенные канаты для подъема грузов по колонне;
- включать рубильник подачи питания к оборудованию на монтажной площадке без специального указания лица, ответственного за подъемно-монтажные работы;
- включать подъемники при монтаже или демонтаже без специального указания лица, ответственного за подъемно-монтажные работы;

										Лист
										90
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					



- поднимать или опускать грузы при падении напряжения в электросети более 10% номинальной величины.

Руководящий инженерно-технический персонал должен обеспечивать выполнение всех технических и организационных мероприятий по безопасности работ. Технический персонал и рабочие, занятые на подъемно-монтажных работах, периодически должны проходить медицинский осмотр. Рабочие должны иметь защитные каски, рукавицы, предохранительные пояса и прочную обувь.

При прекращении работ или после окончания рабочей смены ответственное лицо (производитель работ, бригадир) обязано проверить надежность монтажа и закрепления конструкций и оборудования в установленном положении.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается нахождение посторонних лиц.

Способы строповки элементов конструкций должны обеспечивать их подачу к месту установки в положении, близком к проектному. Стropовку крупных элементов следует производить по технологической карте.

Не допускается выполнять монтажные работы в гололедицу, туман, снегопад, грозу, при температуре воздуха ниже или при скорости ветра выше предусмотренных пределов.

### 5.3 Календарный план

Календарный план является документом, который координирует деятельность большого количества участвующих в строительстве организаций, предприятий и отдельных фирм. Он определяет последовательность и взаимосвязь, продолжительность и интенсивность работ, необходимых трудовых и технических, материальных и финансовых ресурсов. Без согласованной деятельности строительных организаций невозможен сам процесс строительства.

										Лист
										91
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

### 5.3.1 Исходные данные для составления календарного плана

Исходными данными для проектирования календарных планов являются:

- чертежи архитектурно-строительной части;
- чертежи расчетно-конструктивной части;
- объемы СМР;
- строительный объем здания;
- принятые методы производства работ;
- трудоемкость работ;
- конфигурация и размеры здания;
- возможность разделения здания на захватки;
- нормативная продолжительность строительства.

Подсчет объемов работ необходимо проанализировать по архитектурно-строительной и расчетно-строительной частям проекта. Определяются методы технологии и организации строительства. Устанавливают номенклатуру работ. Подсчет объемов работ на здание ведут не сразу на весь объект, а по участкам, секциям, блокам - это необходимо для последующего формирования специальных строительных потоков.

Трудовые затраты и количество машинного времени на выполнение строительных процессов при разработке рекомендуется определять по ЕНиРам. Численный и квалифицированный состав звена также принимается по ЕНиРу.

В начале определяют продолжительность механизированных работ, исходя из производительности машин, затем рассчитывают продолжительность работ, выполненных вручную.

Количество смен принимают не менее двух при использовании основных механизмов.

Число рабочих в смену и состав бригады определяют в соответствии с трудоемкостью и продолжительностью работ. При расчете состава бригады исходят из того, что переход с одной захватки на другую не должен вызывать изменения в численности бригад.

										Лист
										92
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Перечень работ заполняется в технологической последовательности выполнения с группировкой их по видам и периодам работ. Следует объединять, укрупнять работы с тем, чтобы график был лаконичным и удобным для чтения.

График производства работ - правая часть, отображает ход работ во времени, последовательность и увязку работ между собой. Календарные сроки выполнения отдельных работ устанавливаются из условия соблюдения технологической последовательности с учетом необходимости предоставить фронт для осуществления последующих работ.

Под календарным графиком размещают график движения рабочей силы.

### 5.3.2 Назначение календарного плана

Календарный план производства работ на объекте состоит из двух частей: левой - расчетной и правой - графической. Отсюда такие планы называются графиком.

Продолжительность строительных жилых и гражданских зданий определяется, как правило, «Нормами продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Продолжительность строительства новых зданий, которых нет в Нормах, и объектов реконструкции определяются ПОС.

Перечень работ заполняется в технологической последовательности выполнения работ с группировкой их по видам и периодам строительства.

При группировке необходимо придерживаться определенных правил следует по возможности объединять, укрупнять работы с тем, чтобы КП был лаконичным и удобным для чтения. В тоже время укрупнение работ имеет предел в виде двух ограничений: нельзя объединять работы, выполняемые разными исполнителями (СУ, участками, бригадами или звеньями), а в комплексе работ, выполняемых одним исполнителем, необходимо выделить и показать отдельно ту часть работ, которая открывает фронт для работы следующей бригады.

									Лист
									93
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

### 5.3.3 Виды производства работ

Таблица 5.8 - Виды работ

Наименование работ	Операции и процессы	Машины и механизмы
Транспортно - погрузочные	Погрузка, разгрузка, строповка	Кран, самосвал, бетоновоз, автотранспорт
Земляные	Разработка грунта, срезка, обратная засыпка	Экскаватор, бульдозер, трамбовка,
Общественные	Монтажные, кладочные	кран, бетономешалка
Отделочные	Штукатурка, покраска, облицовка	Краскопульт, норма-комплект.

### 5.3.4 Подсчет трудоемкости работ

Таблица 5.9 – Ведомость подсчета трудоемкости

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч-час	м-час	ч-час	м-час	
1	Подготовительные работы	%	3	-	-	-	177	-	Рабочий Зр-1
2	Разработка грунта	см. техкарту на земляные работы							
3	Обратная засыпка	100 м <sup>3</sup>	15,94	Е2-1-34	0,38	0,15	6,05	2,4	Машинист бр-1 Рабочий Зр-1
4	Монтаж каркаса	см. техкарту на монтаж каркаса							

Продолжение таблицы 5.9

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч-час	м- час	ч-час	м- час	
5	Перегородки из сендвич- панелей	м <sup>2</sup>	1276	Е8-3- 1	0,14	-	178, 6	-	Штукатур 4р-1, 3р-1
6	Перегородки из гипсокартона	м <sup>2</sup>	212	Е8-3- 1	0,28	-	59,4	-	Штукатур 4р-1, 3р-1
7	Кровля:								
7.1	- защитный слой гравия, втопленный в битум	100м <sup>2</sup>	20,20	Е7-4	6,3	3,1	127,3	62,6	Кровель- щик 3 р- 2, 2 р-1 Машинист бр-1
7.2	- два слоя изо- пласта	100м <sup>2</sup>	40,40	Е7-14	25	11	1010	444,4	Изоли- ровщик 3 р -1, 2 р-1 Машинист бр-1
7.3	- стяжка це- ментно- песчаная	100м <sup>2</sup>	20,20	Е7-15	7,4	3,2	149,5	64,6	Изоли- ровщик 4 р -1, 3 р -1, 2 р -1 Машинист бр-1

Продолжение таблицы 5.9

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч-час	м- час	ч-час	м- час	
7.4	- утеплитель пенополистирол	100м <sup>2</sup>	20,20	Е7-14	25	11	1010	444,4	Изоли- ровщик 3р -1, 2 р-1 Машинист 6р-1
7.5	- пароизоляция - один слой рубе- роида на би- тумной мастике	100м <sup>2</sup>	20,20	Е7-13	6,7	3,2	135,3	64,6	Изоли- ровщик 3р -1,2 р-1 Машинист 6р-1
7.6	- профнастил	м <sup>2</sup>	2020	Е7-5	0,21	0,12	424,2	242,4	Кровель- щик 3р-1, 2р-1 Машинист 6р-1
8	Полы:								
8.1	- паркетные	м <sup>2</sup>	901,2	Е19-8	0,41	-	369,5	-	Паркетчик 3 р - 1
8.2	- керамическая плитка	м <sup>2</sup>	193,4	Е19-9	0,45	-	87,1	-	Облицов- щик- плиточник 4 р - 1, 3р - 1

Продолжение таблицы 5.9

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч-час	м- час	ч-час	м- час	
8.3	- линолеум	м <sup>2</sup>	216	Е19-11	0,23	-	49,7	-	Облицов- щик 4 р. - 1, 3р - 1
9	Внутренняя отделка:								
9.1	- оштукатури- вание стен и пе- регородок	100 м <sup>2</sup>	2,99	Е8-1-2	10,5	-	31,4	-	Штукатур 4р-1, 3р-1
9.2	- окрашивание стен водоземль- сионной крас- кой	100 м <sup>2</sup>	2,99	Е8-1- 15	1,7	0,5	5,08	1,5	Маляр 4р-1, 3р-1
9.3	- керамическая плитка (стены)	м <sup>2</sup>	129	Е8-1- 35	1,9	-	245,1	-	облицов- щик- плиточник 4р-1, 3р-1
10	Наружные сендвич-панели	м <sup>2</sup>	1620	Е4-1- 32	0,11	0,09	178,2	145,8	Монтаж- ник кон- струкций 4р-2, 3р-1 Машинист бр-1
11	Окна	100 м <sup>2</sup>	1,13	Е6-13	11	-	12,5	-	Плотник 4р-1, 2р-1

Продолжение таблицы 5.9

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Колич.	ЕНиР	Норма времени		Затраты труда		Состав звена
					ч-час	м- час	ч-час	м- час	
12	Двери	100 м <sup>2</sup>	1,188	Е6-13	11	-	13,1	-	Плотник 4р-1, 2р-1
13	Отопление, вен- тиляция	%	5	-	-	-	296	-	Монтаж- ник. инж. оборудо- вания 4р-1
14	Водоснабжение, водоотведение	%	5	-	-	-	296	-	Монтаж- ник. инж. оборудо- вания 4р-1
15	Электричество	%	5	-	-	-	296	-	Электрик 4р-1
16	Благоустрой- ство	%	5	-	-	-	296	-	Рабочий 3р-1

5.3.5 Технико-экономические показатели календарного плана

Общая трудоемкость 910,3 чел-дн.

Находим трудоемкость на 1м<sup>3</sup> здания, Т<sub>р</sub>, чел-дн, по формуле

$$T_{рм^3} = \frac{T_p}{V}, \quad (5.21)$$

где Т<sub>р</sub> - общая трудоемкость, чел-дн;

V - объем здания, м<sup>3</sup>

									Лист
									98
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



$$T_{рм}^3 = \frac{910,3}{17439} = 0,052 \text{ чел} - \text{ дн}$$

Находим коэффициент продолжительности строительства,  $K_{пр}$ , по формуле

$$K_{пр} = \frac{П_{ф}}{П_{н}}, \quad (5.22)$$

где  $П_{ф}$  - фактическая продолжительность строительства, мес.;

$П_{н}$  - нормативная продолжительность строительства, мес.

$$K_{пр} = \frac{7}{9} = 0,77$$

Находим коэффициент неравномерности движения рабочей силы,  $K_{нер}$ , по формуле

$$K_{нер} = \frac{N_{\max}}{N_{\text{ср}}}, \quad (5.23)$$

где  $N_{\max}$  - максимальное количество рабочих в графике движения рабочей силы, чел;

$$K_{нер} = \frac{19}{10} = 1,9$$

									Лист
									99
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

## 6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1 Расчет заземления при выполнении сварочных работ

Строительные работы неразрывно связаны с использованием электричества. Электрический ток, в свою очередь, представляет огромную опасность для человека. Проходя через организм человека, ток оказывает на него термическое воздействие, приводящее к местным и общим электротравмам.

Основными причинами поражения электрическим током являются:

- прикосновение человека к открытым токоведущим частям;
- возникновение шагового напряжения, при замыкании провода на землю;
- появление напряжения на металлических частях оборудования.

Наиболее распространенный способ защиты от поражения электрическим током – защитное заземление.

Заземление – преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением. Принцип действия защитного заземления состоит в том, чтобы снизить напряжения прикосновения и шага до максимально безопасных значений.

Заземляющее устройство представляет собой совокупность заземлителя и заземляющих проводников. Для заземляющего устройства могут использоваться естественные и искусственные заземлители.

Заземлению подлежат различные подъемные механизмы, ручной электроинструмент, электрооборудование для бетоносмесительных отделений, электросварочное оборудование, электроосвещение, электрооборудование для прогрева бетонных смесей и грунта и т.д. [32]

В качестве искусственных заземлителей применяют обычно вертикальные и горизонтальные электроды. Вертикальные электроды представляют собой стальные трубы диаметром 3, 5 см или стальные уголки размером от 40х40 до 60х60 мм длиной 3, 5 м. Также могут применяться стальные стержни сечением 10, 20 мм и длиной 10 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного

									Лист
									100
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

горизонтального электрода используют сталь прямоугольного сечения не менее 4x12 мм и сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.

Заземляющие проводники соединяют заземляющие части с заземлителем, они должны быть доступными для осмотра.

### 6.1.1 Расчет заземления

В качестве искусственного заземления применяем стальные стержни сечением 50 мм и длиной 3 м. Для связи вертикальных электродов и в качестве самостоятельного горизонтального электрода, используем полосовую сталь сечением 4×12 мм.

Тип заземляющего устройства – контурный. Контур 60×30 м.

Расстояние между вертикальными электродами принимаем 15 м, тогда число вертикальных электродов  $n = 12$  шт. Расчет ведем по [32].

Определяем сопротивление растеканию тока одиночного вертикального заземления по формуле

$$R_{\text{в}} = 0,366 \cdot \frac{\rho}{l} \cdot \ln \frac{4l}{d}, \quad (6.1)$$

где  $l$  – длина заземлителя, м;

$d$  – диаметр трубы заземлителя ( $d = 50$  мм);

$\rho$  – расчетное удельное сопротивление грунта, ом·м.

Расчетное удельное сопротивление грунта определяется по формуле

$$\rho = \rho_{\text{изм}} \cdot y, \quad (6.2)$$

где  $\rho_{\text{изм}}$  – удельное сопротивление грунта, равное 70 Ом·м для глины;

$y$  – коэффициент сезонности = 1,3.

Подставляя известные величины в формулу (6.2), получим

$$\rho = 70 \cdot 1,3 = 91 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{в}} = 0,366 \cdot \frac{91}{3} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3}{0,05} = 55,84 \text{ Ом}$$

Расчетное значение сопротивления горизонтального электрода определяется по формуле

$$R_{\text{г}} = 0,183 \frac{\rho}{l_{\text{г}}} \cdot \ln \frac{2l_{\text{г}}}{d}, \quad (6.3)$$

								Лист
								101
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

где  $l_{\Gamma}$  – суммарная длина горизонтального электрода, м;

$d = 0,5b$  ( $b = 12$  мм – ширина полосовой стали).

$$R_2 = 0,183 \frac{91}{180} \cdot \ln \frac{2 \cdot 180}{0,5 \cdot 0,012} = 1,0 \text{ Ом}$$

Расчетное сопротивление заземлителя определяется по формуле

$$R_3 = \frac{R_6 \cdot R_2}{R_6 \cdot \eta_2 + R_2 \cdot \eta_6 \cdot n}, \quad (6.4)$$

где  $n$  – количество вертикальных электродов;

$\eta_{\Gamma}$  и  $\eta_{\text{в}}$  – коэффициенты использования электродов.

$$R_3 = \frac{55,84 \cdot 1,0}{55,84 \cdot 0,4 + 1,0 \cdot 0,68 \cdot 12} = 1,83 \text{ Ом}$$

Проверяем выполнение условия

$$R_3 \leq R_{\partial}, \quad (6.5)$$

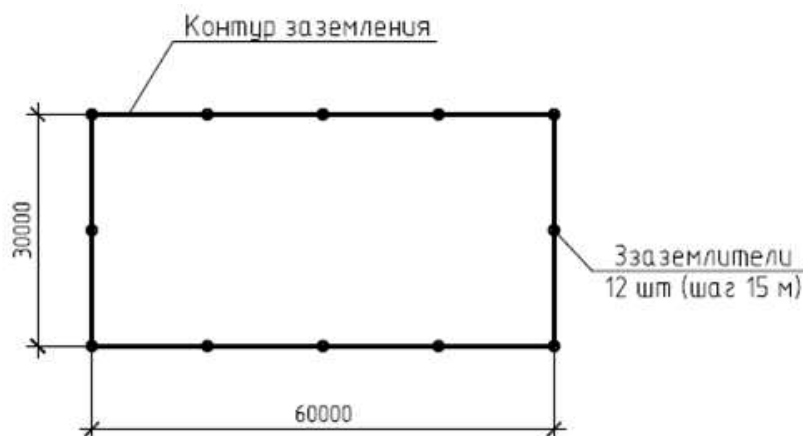
где  $R_{\partial}$  – допустимое сопротивление растеканию тока для установок с напряжением до 1000В и мощностью источника питания сети свыше 100кВА.

$$R_3 = 1,83 \text{ Ом} < R_{\partial} = 40 \text{ Ом}$$

Условие (6.5) выполняется.

Окончательно принимаем к установке 12 вертикальных заземлителей, общая длина горизонтального заземлителя 180 м при расстоянии между вертикальными заземлителями 15 м.

На рисунке 6.1 показано размещение заземлителей в плане, на рисунке 6.2 приведена конструкция заземляющего устройства.



										Лист
										102
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Рисунок 6.1 – Схема размещения заземлителей в плане

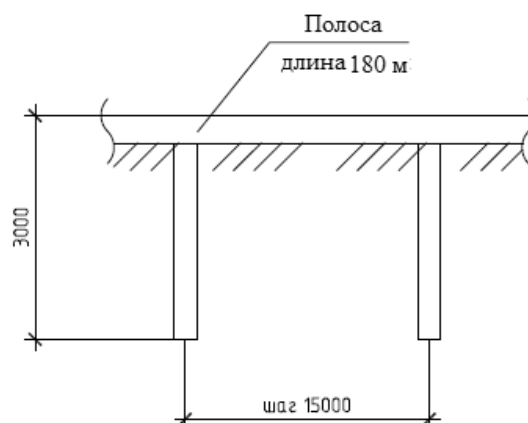


Рисунок 6.2 – Конструкция заземляющего устройства (фрагмент)

## 6.2 Расчет системы вентиляции спортивного зала

Обеспечение параметров внутреннего воздуха в спортивных залах во всех климатических районах рекомендуется путем устройства систем кондиционирования воздуха.

Подвижность воздуха в зонах нахождения занимающихся принимается не более 0,5 м/с. Указанную подвижность воздуха в зонах нахождения занимающихся в зальных помещениях рекомендуется обеспечивать, применяя, как правило, сосредоточенную подачу приточного воздуха.

Относительную влажность воздуха в спортивных залах рекомендуется принимать в пределах 30–60 %. [31]

Определим тип решеток для вентиляции помещения трекового зала.

Размер помещения спортивного зала 24,85x36,2 м. Высота – 8,65 м. Воздухообмен постоянный и составляет  $L_p = 9000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Температура внутреннего воздуха 18°C. Температура приточного воздуха 16°C. Подвижность воздуха 0,2 м/с.

Воздухораспределители (диффузоры), размещаемые на потолке, формируют веерную струю, которая при подаче воздуха настигается на потолок.

										Лист
										103
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Потолок разбиваем на ячейки, в центре каждой из которых размещается воздухораспределитель. Количество ячеек определяет количество воздухораспределителей N (рисунок 6.3).

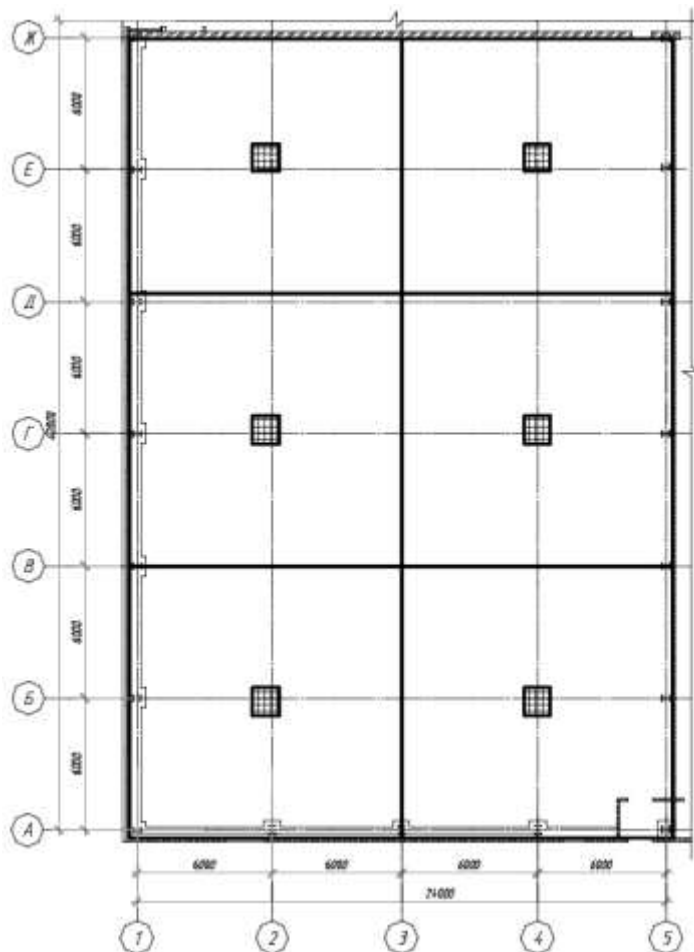


Рисунок 6.3 – Схема разбивки потолка на ячейки и размещение воздухораспределителей

В помещении устанавливается 6 воздухораспределителей типа 4АПН (характеристики приточной струи  $m = 2,2$ ,  $n = 1,6$ ). [31]

Размер одной ячейки принят  $F_{pz} = 12 \cdot 12 = 144 \text{ м}^2$ , тогда

$$L = A = 6 \text{ м}, \quad (6.1)$$

где  $L$  – половина расстояния между воздухораспределителями, м;

$A$  – расстояние от воздухораспределителя до стены, м.

Определим длину распределения струи по формуле

$$x_1 = x = h_n - h_{pz} + L, \quad (6.2)$$

										Лист
										104
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

где  $h_{п}$  – высота помещения, м;

$h_{рз}$  – высота зоны распределения струи, м.

$$x_1 = x = 8,65 - 6,15 + 6 = 8,5 \text{ м}$$

Проверяем выполнение условия

$$0,5 \leq \frac{L}{x_1} \leq 1,5 \quad (6.3)$$

$$0,5 \leq \frac{6}{8,5} = 0,71 \leq 1,5$$

Условие выполняется.

Определяем допустимую скорость воздуха в точке входа оси струи в рабочую зону по формуле

$$V_x^{\text{доп}} = K \cdot V_{рз}, \quad (6.4)$$

где  $K$  – коэффициент перехода от нормируемой подвижности воздуха к максимальной скорости в струе;

$V_{рз}$  – подвижность воздуха.

$$V_x^{\text{доп}} = 1,4 \cdot 0,2 = 0,28 \text{ м/с}$$

Определяем допустимую температуру воздуха в точке входа оси струи в рабочую зону по формуле

$$t_{ч}^{\text{доп}} = t_{в} - \Delta t, \quad (6.5)$$

где  $t_{в}$  – температура воздуха в помещении, °С;

$\Delta t$  – допустимое отклонение температуры в приточной струе от нормируемой температуры в рабочей зоне, °С,

$$t_{ч}^{\text{доп}} = 18 - 2 = 16^{\circ} \text{ С}$$

Определяем расход воздуха через один воздухораспределитель по формуле

$$L_{вр} = \frac{L_p}{N} \quad (6.6)$$

							Лист
							105
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

$$L_{вр} = \frac{9000}{6} = 1500 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Коэффициент стеснения струи  $k_{ст} = 0,72$ , при условии

$$\frac{8,65 - 6,15}{\sqrt{144}} = 0,2$$

Определяем требуемую площадь живого сечения воздухораспределителя по формуле

$$A_0 = \left( \frac{L_{вр} \cdot m \cdot K_{ст}}{3600 \cdot V_x^{доп} \cdot x_1} \right)^2 \quad (6.7)$$

$$A_0 = \left( \frac{1500 \cdot 2,2 \cdot 0,72}{3600 \cdot 0,28 \cdot 8,5} \right)^2 = 0,076 \text{ м}^2$$

Принимаем решетку 4АПН 900x900 мм с  $A_0 = 0,08 \text{ м}^2$ .

Вычисляем фактическую скорость входа воздуха из воздухораспределителя по формуле

$$V_0 = \frac{L_{вр}}{3600 \cdot A_0} \quad (6.8)$$

$$V_0 = \frac{1500}{3600 \cdot 0,04} = 5,2 \text{ м/с}$$

Вычисляем геометрическую характеристику струи по формуле

$$H = 5,45 \frac{m \cdot V_0 \cdot \sqrt[4]{A_0}}{\sqrt{n \cdot \Delta t_0}} \quad (6.9)$$

$$H = 5,45 \frac{2,2 \cdot 5,2 \cdot \sqrt[4]{0,08}}{\sqrt{1,6 \cdot 2}} = 18,5 \text{ м}$$

Вычисляем фактическую протяженность безотрывного течения по формуле

$$x_{отр} = 0,4H \quad (6.10)$$

$$x_{отр} = 0,4 \cdot 18,5 = 7,38 \text{ м}$$

Определяем максимальную скорость воздуха по формуле

									Лист
									106
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



$$V_{x,\max} = \frac{m \cdot V_0 \sqrt{A_0}}{x_1} \cdot k_{ct} \cdot k_{вз} \cdot k_{из}, \quad (6.10)$$

где  $k_{ct}$  – коэффициент стесненности струи ( $k_{ct} = 0,72$ );

$k_{из}$  – коэффициент неизотермичности ( $k_{из} = 1$ );

$k_{вз}$  – коэффициент взаимодействия ( $k_{вз} = 1$ ).

$$V_{x,\max} = \frac{2,2 \cdot 5,2 \sqrt{0,08}}{8,5} \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 1 = 0,27 \text{ м/с} < V_x^{don} = 0,28 \text{ м/с}$$

Определяем максимальную разность температур воздуха в помещении и на оси струи по формуле

$$\Delta t_{x,\max} = \frac{n \cdot \Delta t_0 \sqrt{A_0}}{x_1} \cdot k_{ct} \cdot k_{вз} \cdot k_{из} \quad (6.11)$$

$$\Delta t_{x,\max} = \frac{1,6 \cdot 2 \sqrt{0,08}}{8,5} \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 1 = 0,077^\circ \text{C} < \Delta t = 2^\circ \text{C}$$

Условия соблюдаются.

Окончательно принимаем воздухораспределители типа 4АПН 900х900 мм с  $A_0 = 0,08^2$  в количестве 6 шт. [31]

Подберем вентилятор для установки. Потери давления в воздухораспределителе  $\Delta P_{\text{возд}} = 0,8$  Па, потери давления в сети  $\Delta P_c = 110,3$  Па.

Определяем производительность вентилятора по формуле

$$L = 1,1 \cdot L_p \quad (6.12)$$

$$L = 1,1 \cdot 9000 = 9900 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Полное давление вентилятора составит

$$\Delta P = 1,1 \cdot (\Delta P_{\text{возд}} + \Delta P_c) \quad (6.13)$$

$$\Delta P = 1,1 \cdot (0,8 + 110,3) = 122,21 \text{ Па}$$

Принимаем радиальный стальной центробежный вентилятор ВР86-77-4. КПД вентилятора = 0,77, электродвигатель типа АИМ112М2 мощностью  $N = 7,5$  кВт и частотой вращения 2850 об/мин. Масса вентилятора с двигателем  $m = 121$  кг. [31]

										Лист
										107
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

### 6.3 Расчет времени эвакуации

Эвакуация при пожаре представляет собой процесс организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара. Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Эвакуация организована 6 потоками:

1,2 - Из спортзала через тамбур на улицу;

3,4 - Из спортзала в коридор, затем через тамбур на улицу;

5,6 - Из помещений 1 и 2 этажа в коридор, затем через тамбур на улицу.

По ходу эвакуации число эвакуируемых увеличивается за счет людей, находящихся в других помещениях.

На рисунке 6.4 представлена схема эвакуации из здания спортивного центра.

Расчетное время эвакуации определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле [31]

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n, \quad (6.11)$$

где  $t_1$  – время движения от самого удаленного рабочего места до двери помещения, мин;

$t_2$  – время прохождения дверного проема помещения, мин;

$t_3$  – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша, мин;

$t_4$  – время движения по лестничному маршу, мин;

$t_5$  – время движения по первому этажу до выходной двери из здания, мин;

$t_6$  – время прохождения дверного проема из здания, мин.

										Лист
										108
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

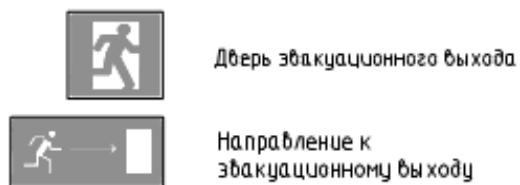
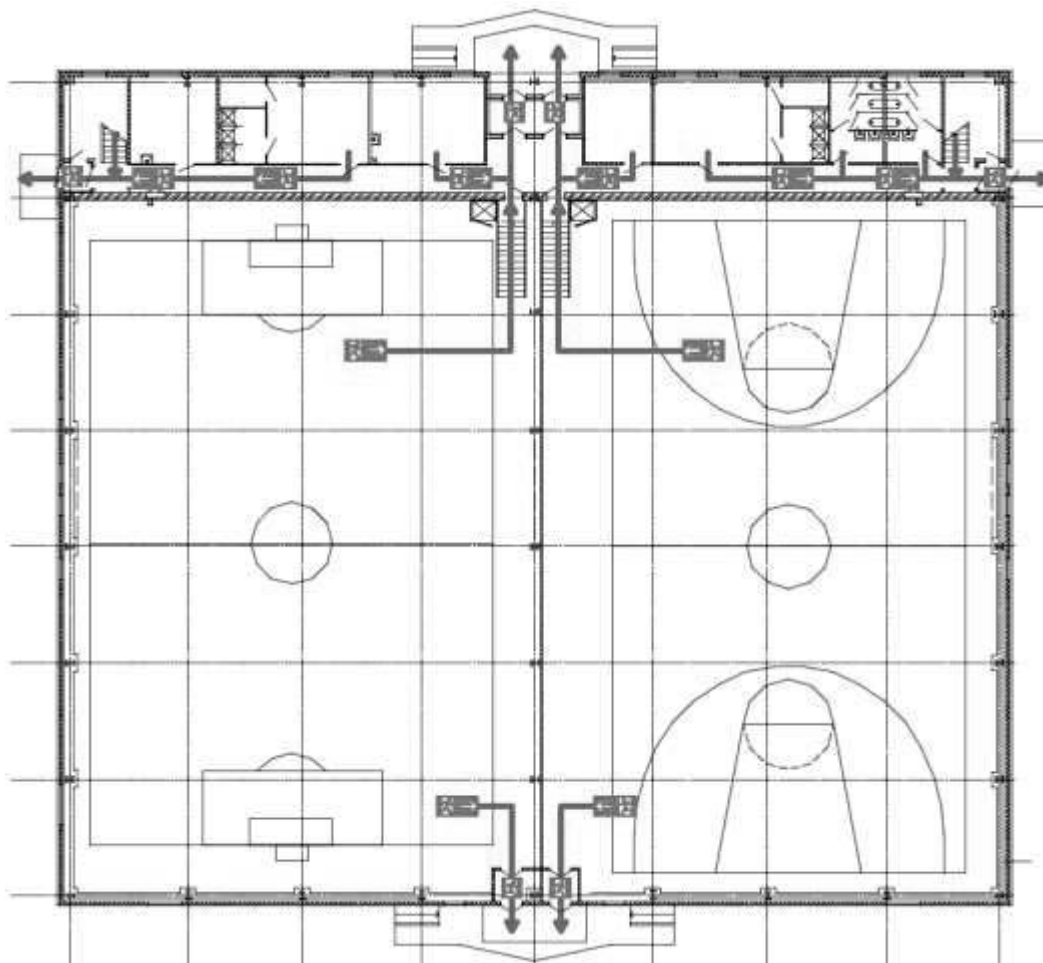


Рисунок 6.4 – План эвакуации

### 6.3.1 Вычисление расчетного времени эвакуации

Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле

$$t_i = \frac{L_i}{V_i}, \quad (6.12)$$

где  $L_i$  – длина отдельных участков эвакуационного пути, м;

$V_i$  – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

										Лист
										109
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Скорость движения людского потока зависит от плотности людского потока на отдельных участках пути.

Плотность людского потока вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле

$$D_i = \frac{N \cdot f}{L_i \cdot i}, \quad (6.13)$$

где  $N$  – число людей, чел;

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принимается равным  $0,1 \text{ м}^2$ );

$L_i$  – длина отдельных участков эвакуационного пути, м;

$i$  – ширина  $i$ -го участка эвакуационного пути, м. [31]

Время прохождения дверного проема приблизительно можно рассчитать по формуле

$$t_{\text{д.п.}} = \frac{N}{\text{д.п.} \cdot q_{\text{д.п.}}}, \quad (6.14)$$

где д.п. – ширина дверного проема, м;

$q_{\text{д.п.}}$  – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной  $50 \text{ чел.}/(\text{м} \cdot \text{мин})$  для дверей шириной менее  $1,6 \text{ м}$ . [31])

Рассчитаем параметры для каждого участка движения.

Спортзал:

–  $L_1 = 33,18 \text{ м}$ ;

– плотность людского потока  $D_1 = \frac{15 \cdot 0,1}{33,18 \cdot 2,0} = 0,022$ ;

– скорость  $V_1 = 100 \text{ м}/\text{мин}$ ;

– время движения людского потока на участке  $t_i = \frac{33,18}{100} = 0,33 \text{ мин}$ ;

– время прохождения дверного проема  $t_{\text{д.п.}} = \frac{15}{1,2 \cdot 50} = 0,25 \text{ мин}$ .

Движение по тамбуру к выходу:

–  $L_2 = 1,8 \text{ м}$ ;

									Лист
									110
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

– плотность людского потока  $D_2 = \frac{15 \cdot 0,1}{1,8 \cdot 2,0} = 0,42$ ;

– скорость  $V_2 = 15 \text{ м/мин}$ ;

– время движения людского потока на участке  $t_2 = \frac{1,8}{15} = 0,12 \text{ мин}$ ;

– время прохождения дверного проема  $t_{\text{д.п.}} = \frac{15}{1,2 \cdot 50} = 0,25 \text{ мин}$ .

#### Спортзал:

–  $L_3 = 33,18 \text{ м}$ ;

– плотность людского потока  $D_3 = \frac{15 \cdot 0,1}{33,18 \cdot 2,0} = 0,022$ ;

– скорость  $V_3 = 100 \text{ м/мин}$ ;

– время движения людского потока на участке  $t_3 = \frac{33,18}{100} = 0,33 \text{ мин}$ ;

– время прохождения дверного проема  $t_{\text{д.п.}} = \frac{15}{1 \cdot 50} = 0,3 \text{ мин}$ .

#### Движение по коридору:

–  $L_4 = 7 \text{ м}$ ;

– плотность людского потока  $D_4 = \frac{(15 + 6) \cdot 0,1}{7 \cdot 1,5} = 0,2$ ;

– скорость  $V_4 = 80 \text{ м/мин}$ ;

– время движения людского потока на участке  $t_4 = \frac{7,0}{80} = 0,09 \text{ мин}$ ;

– время прохождения дверного проема  $t_{\text{д.п.}} = \frac{21}{1,2 \cdot 50} = 0,35 \text{ мин}$ .

#### Движение по тамбуру к выходу:

–  $L_5 = 1,8 \text{ м}$ ;

– плотность людского потока  $D_5 = \frac{21 \cdot 0,1}{1,8 \cdot 2,6} = 0,45$ ;

– скорость  $V_5 = 15 \text{ м/мин}$ ;

– время движения людского потока на участке  $t_5 = \frac{1,8}{15} = 0,12 \text{ мин}$ ;

										Лист
										111
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

– время прохождения дверного проема  $t_{д.п.} = \frac{21}{1,2 \cdot 50} = 0,35 \text{ мин.}$

Движение по коридору:

–  $L_6 = 16 \text{ м};$

– плотность людского потока  $D_6 = \frac{10 \cdot 0,1}{16 \cdot 1,5} = 0,042;$

– скорость  $V_6 = 80 \text{ м/мин};$

– время движения людского потока на участке  $t_6 = \frac{16}{80} = 0,2 \text{ мин.}$

– время прохождения дверного проема  $t_{д.п.} = \frac{10}{1,0 \cdot 50} = 0,2 \text{ мин.}$

Движение по тамбуру к выходу:

–  $L_7 = 1,8 \text{ м};$

– плотность людского потока  $D_7 = \frac{10 \cdot 0,1}{1,8 \cdot 2,0} = 0,28;$

– скорость  $V_7 = 15 \text{ м/мин};$

– время движения людского потока на участке  $t_7 = \frac{1,8}{15} = 0,12 \text{ мин};$

– время прохождения дверного проема  $t_{д.п.} = \frac{10}{1,2 \cdot 50} = 0,17 \text{ мин.}$

Суммарное время по формуле (6.11).

$$t_p = 0,33 + 0,25 + 0,12 + 0,25 + 0,33 + 0,3 + 0,09 + 0,35 + 0,123 + 0,35 + 0,2 + 0,2 + 0,12 + 0,17 = 3,18 \text{ мин}$$

Требуемое время эвакуации составило 3,18 мин.

### 6.3.2 Вычисление нормируемого времени эвакуации

При нормировании времени эвакуации учитывается степень огнестойкости здания, категория помещения и этажность здания. Необходимое время эвакуации из помещений здания зависит также и от объема помещения.

Объем всех помещений, из которых производится эвакуация = 15438 м<sup>3</sup>.

Степень огнестойкости здания – II.

										Лист
										112
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Класс конструктивной пожарной опасности – С1.

Категория помещения – не категоризируется (т.к. не относится к производствам).

Необходимое время эвакуации из зданий II степени огнестойкости, при данном объеме здания, составляет не более 3,5 мин по [12], что больше расчетного

$$t_p = 3,18 \text{ мин} .$$

Следовательно, проект соответствует требованиям пожарной безопасности.

									Лист
									113
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

## 7 ЭКОЛОГИЯ

### 7.1 Воздействие строительства на биосферу

Биосфера представлена тремя оболочками:

- атмосферой;
- гидросферой;
- литосферой.

#### 7.1.1 Воздействие строительства на атмосферу

Строительно-монтажные работы – значительный источник загрязнения атмосферного воздуха. Состояние воздушного бассейна ухудшается в процессе:

- выброса токсичных газов машинами, механизмами и другой строительной техникой, работающей на ДВС;
- распыление цемента, извести и других сыпучих загрязняющих веществ;
- сжигание отходов и остатков строительных материалов.

Загрязнение атмосферного воздуха при строительстве, особенно предприятиями стройиндустрии, приводит к ухудшению состояния природных экосистем и к различным заболеваниям человека.

Проектом предусматриваются следующие меры по охране окружающей среды:

Для уменьшения объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу:

- рекомендуется применять механизмы в основном с электроприводом (монтажные краны, подъемники, эл. компрессор и др.), как наиболее экологически чистые. Особое внимание необходимо уделить мероприятиям, направленным на предотвращение переноса загрязнения со стройплощадки на сопредельные территории. В связи с этим предусматривается:

- производство работ строго в зоне, отведенной стройгенпланом;
- установка на стройплощадке биотуалетов;

										Лист
										114
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					



- упорядоченная транспортировка и складирование сыпучих и жидких материалов;

- перед выездом со стройплощадки оборудовать пункт мойки колес автотранспорта, на котором производится очистка колес и внешних сторон кузова от грязи. Сбор в специальные поддоны, устанавливаемые под специальные механизмы, отработанных нефтепродуктов, моторных масел и т.п. и их утилизацию.

Кроме того необходимо:

- регулярно вывозить строительный мусор;
- организовать механизированную уборку территории стройплощадки;

### 7.1.2 Воздействие строительства на гидросферу

Строительство объектов оказывает многостороннее негативное воздействие как на подземную, так и, в особенности, на поверхностную гидросферу[1].

Воздействия на водные экосистемы:

- интенсивное водопотребление, вплоть до истощения водных ресурсов;
- загрязнение и засорение поверхностных водоемов сточными водами и строительным мусором.

На состояние водных экосистем негативно влияет загрязненный поверхностный сток с территории стройки. Дождевые, талые и поливочные воды, стекая с поверхности стройплощадки, загрязняются примесями химически вредных веществ и биогенных элементов, обогащаются взвешенными частицами (пыль, аэрозоли, нефтепродукты и др.) и залповым сбросом попадают в водоемы.

Воздействия на подземную гидросферу:

- сточные воды связанные со строительством – загрязненный сток со стройплощадок и временных складов;
- выбросы выхлопных газов – оседая на поверхности почвы, строительных материалах, дорожном полотне, они затем смываются дождевыми и талыми водами и просачиваются в водоносную толщу.

									Лист
									115
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Для уменьшения загрязнения подземных вод атмосферными осадками предусматривается минимальное по времени нахождение на территории строительной площадки открытых котлованов и траншей.

Удаление и утилизация всех видов отходов осуществляется централизованно. Длительное хранение их на территории объекта не предусматривается, что значительно снижает возможность загрязнения подземных вод.

Поверхностный сток с проездов и площадки для кратковременной парковки автомобилей отводится по лоткам запроектированных проезжих частей в лотки существующих проезжих частей внутренних проездов и далее в городской водосток для дальнейшей централизованной очистки.

### 7.1.3 Воздействие строительства на литосферу

Литосфера подвергается наибольшему негативному воздействию в процессе строительных работ в сравнении с другими природными сферами[1].

#### 7.1.3.1 Воздействие строительства на почвы

Загрязнение почв. В процессе строительной деятельности почвы легко загрязняются мусором, цементом, сточными водами, нефтепродуктами, токсичными веществами. Основные источники загрязнения: свалки строительных отходов, газодымовые выбросы, строительные материалы в момент их транспортировки и хранения, смыв загрязненных вод.

Запечатывание почв. Покрытие асфальтом и цементом приводит к потере природного фильтра и универсального адсорбента, каким является почва[1].

#### 7.1.3.2 Рекультивация нарушенных при строительстве территорий

При строительстве зданий, сооружений, автомобильных дорог и других коммуникаций происходит механическое разрушение почвы на всей застраиваемой площади. Та часть территории, которая занимается строящимся объектом, навечно исключается из дальнейшего использования в сельском хозяйстве. Проектом предусмотрено сохранение и дальнейшее использование перегнойного гори-

									Лист
									116
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

зонта с застраиваемой территории, а также определены объемы и порядок выполнения работ по рекультивации нарушаемых в строительстве земель.

Площадь застраиваемой территории с которой предварительно необходимо снять плодородный слой ( $S = 4216 \text{ м}^2$ ).

Рассчитывается объем снимаемого плодородного слоя ( $V$ ) по формуле:

$$V=S \cdot h, \quad (7.1)$$

где  $h$  – мощность плодородного слоя, м, которая определяется специалистом-почвоведом в полевых условиях на стадии изысканий.

$$V=4216 \cdot 0,3=1265 \text{ м}^3$$

Вычисляются площади участков ( $S_{1,2}$ ), которые необходимо отвести для временного складирования плодородного слоя на период строительства

$$S_{1,2}=V_{1,2}/H \quad (7.2)$$

где  $V_{1,2}$ – объем снимаемого плодородного слоя под строящимся зданием и строительной площадкой озеленения непосредственно примыкающей к зданию соответственно;

$H$  – высота бурта, м, обычно не превышает 8—10 м.

$$S_1=2016/8=252 \text{ м}^2 ;$$

$$S_2=2200/8=275 \text{ м}^2.$$

При расчете площади под складирруемую почву необходимо учитывать также углы ее естественного откоса в буртах, которые при отсутствии подпорных устройств обычно не превышают  $30^\circ$ [2].

Определяется объем почвы ( $V_p$ ), необходимой для рекультивации земель, нарушенных в связи со строительством объекта (здания, дороги и пр.). Имеется в виду та территория, которая не будет занята объектом, но непосредственно к нему примыкает – придорожная полоса, участки вокруг зданий и сооружений, намечен-

									Лист
									117
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

ные к озеленению. Так, при строительстве промышленных предприятий озеленение осуществляется на площади, составляющей 15% от застраиваемой. Для жилых районов и зданий культурно-бытового назначения площадь озеленения значительно больше, она определяется проектом и отражается в генплане. При рекультивации придорожной полосы часть почвы наносится на поверхность откосов насыпей и выемок и на поверхность придорожной полосы, оставляемой под лесомелиоративные мероприятия—посадку деревьев, кустарников, трав и др. Расчет объема почвы, необходимой для рекультивации нарушенных земель, мощность слоя почвы задается проектом в зависимости от физико-географических условий местности, обычно 0,4 м, с заполнением перегнойным слоем ям под деревья и кустарники.

Избыток перегнойного слоя ( $V_u$ ), остающегося от рекультивации нарушенных земель, направляется на земли близлежащих подсобных и садоводческих хозяйств с целью улучшения их продуктивности. Избыточный объем рассчитывается по следующей формуле

$$V_u = V - V_p \quad (7.3)$$

$$V_u = 1265 - 843 = 422 \text{ м}^3.$$

### 7.1.3.3 Благоустройство территории

После окончания строительства предусмотрены работы по озеленению территории. Деревья необходимо высаживать пыле-, газоустойчивые, с фитоцидными и бактерицидными свойствами.

Озеленение площадки предусмотрено выполнить следующими видами пород деревьев:

- клен;
- береза;
- черемуха.

										Лист
										118
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Тротуары и площадки выносятся из асфальтобетона и тротуарной плитки.

Перед началом строительства объекта слой почвы толщиной 20 см снимают и вывозят с целью дальнейшего использования его для благоустройства территории после окончания строительства.

#### 7.1.4 Воздействие строительства на акустическую среду

Воздействие строительства на акустическую среду проявляется в виде различного рода шумов. Так как строительство ведется в непосредственной близости от существующих зданий, то необходимо все работы, связанные с шумом производить только в дневное время[1].

Таблица 7.1- Примеры источников шума при строительстве объектов

Характер звука	Уровни звука, дБА
Легковой автомобиль на расстоянии 1 км	20
Легковой автомобиль	50-60
Перфоратор	90-95
Отбойный молоток на расстоянии 1 м	100-110

#### 7.2 Экологическая безопасность материалов

Основными строительными материалами для несущих конструкций являются кирпич и железобетон, сэндвич-панели, металлоконструкции, соответствующие санитарным и пожарным требованиям. В качестве отделочных материалов предусмотрены пожаробезопасные материалы.

При выполнении строительного-монтажных работ строительная организация должна использовать только сертифицированные строительные материалы. На все материалы, применяемые при строительстве жилого дома, имеются сертификаты.

										Лист
										119
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

### 7.3 Экологические риски в строительстве

Экологические риски в строительстве – это оценка вероятности появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных воздействием строительства или предприятиям стройиндустрии. Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда окружающей природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

При оценке экологического риска в строительстве учитывают следующие факторы, которые применим для нашего здания, и оценим ситуацию как на строительной площадке, так и для здания в целом:

1) Геологический – состояние геологической среды. Для нашего случая площадка, выбранная для строительства, является пригодной для строительства. Грунтовые воды не были выявлены. В результате инженерно-геологических изысканий не было выявлено экологической опасности.

2) Технологический – состав работ, осуществляемых при строительстве. При производстве работ, все технологические процессы и работы, выбраны с учетом безопасности, без влияния на окружающую среду, либо если и влияние присутствует, то оно не значительно.

3) Конструктивный – физико-механические и иные свойства строительных материалов и конструкции. Здание отвечает всем требованиям по прочности, деформативности и коррозионной стойкости.

### 7.4 Экологическая безопасность и устойчивое развитие

Экологическая безопасность зданий и сооружений в последнее время вызывает широкий интерес у специалистов. В настоящее время эта тема приобрела особую актуальность в силу объективной необходимости и реакции общественности

									Лист
									120
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

на рост числа примеров изменения климата и окружающей среды в результате деятельности человека.

Применительно к области строительства зданий и сооружений, оборудованных системами климатизации, экологически безопасной считается такая взаимосвязь здания и инженерных систем, которая на протяжении всего срока службы обеспечивает эффективную эксплуатацию объекта при соблюдении следующих условий:

- минимальные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, в частности, веществ, способствующих созданию парникового эффекта, глобальному потеплению, выпадению кислотных дождей;

- минимальные объемы потребляемой энергии из невозобновляемых источников, сокращение энергопотребления и энергосбережение;

- минимальные объемы твердых и жидких отходов, в том числе от ликвидации самого здания и утилизации частей инженерного оборудования по истечении срока службы и выработке ресурса;

- минимальное влияние на экосистемы окружающей среды по месту нахождения объекта;

- наилучшее качество микроклимата в помещениях здания, санитарно-эпидемиологическая безопасность помещений, оптимальный тепловлажностный режим, высокое качество воздуха, качественные акустика, освещение.

Обычное проектирование не может считаться экологически безопасным, поскольку целиком и полностью сводится к одному лишь поиску энергоэффективных инженерных систем, пусть даже с высокими стоимостными показателями.

Задача сокращения вредных выбросов сегодня имеет первостепенное значение и более чем актуальна для экологически безопасного проектирования. Пути и методы ее реализации разнообразны. Очевидно, впрочем, что наиболее эффективным будет переход к широкому использованию естественных или возобновляемых источников энергии, таких как естественная вентиляция, солнечная радиация и другие природные источники.

										Лист
										121
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Следующая актуальная задача – сокращение использования питьевой воды из водопровода. Сбор и использование дождевой воды (там, где это возможно) для технических целей, а также более умеренное использование водопроводной воды для второстепенных целей, представляют реальную альтернативу, которой можно воспользоваться при подготовке экологически безопасного строительного проекта. Расход воды вполне реально сократить на 30–40 % по сравнению с аналогичными зданиями традиционной концепции. Также можно предусмотреть утилизацию и повторное использование для технических целей сточных вод объекта.

К элементам экологической безопасности здания можно отнести рециркуляцию или первичную обработку хотя бы 60 % твердых бытовых отходов.

Непосредственно для строительства рекомендуется как можно шире использовать натуральные материалы без обработки или же обработанные веществами, которые не были бы вредными и не загрязняли окружающую среду, что позволит обеспечить высокое качество воздуха в помещениях и, следовательно, здоровье непосредственных пользователей данного здания.

Такие обстоятельства, как местоположение объекта, архитектурный облик, географическая ориентация и конструктивные особенности здания оказывают существенное влияние на энергопотребление и должны рассматриваться коллективом проектировщиков во всей полноте с учетом долгосрочной перспективы.

Выбранное место строительства необходимо тщательно проанализировать с точки зрения использования возможных возобновляемых энергоресурсов (солнечная радиация, господствующие ветры, водоносные горизонты и т. д.), равно как изучить соседние и близлежащие объекты на предмет вредных выбросов.

В отношении ориентации считается нежелательной ориентация восток-запад, особенно при наличии остекления большой площади, во избежание значительных радиационных нагрузок и, как следствие, повышенных затрат энергии на охлаждение в летний период. Естественная вентиляция почти всегда предполагает ориентацию здания перпендикулярно направлению ветра, что позволяет полностью использовать силу и воздействие воздушных потоков как с наветренной (с

										Лист
										122
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					



положительным давлением на фасаде здания), так и с заветренной стороны (с отрицательным давлением на фасаде здания), способствующих естественной циркуляции воздуха в помещениях. Такая организация вентиляции предусматривает наличие открываемых окон с автоматическим регулированием.

Важный вопрос, имеющий отношение к технологии строительства – проникновение водяного пара из внешней среды внутрь здания, что является причиной целого ряда проблем, обусловленных повышенной относительной влажностью воздуха: образованию плесени, появлению грибков и ухудшению качества микроклимата. Проникновение влажного воздуха в помещение можно регулировать, если поддерживать в здании некоторое избыточное давление по сравнению с внешней средой.

Описанные выше методы составляют технологическую базу, обеспечивающую уже сегодня реализацию задач экологически безопасного проектирования системы взаимодействия здания и инженерных сетей. Выбор определяется конкретными требованиями, предложенными условиями, назначением объекта, имеющимися в распоряжении финансовыми средствами и ожиданиями заказчика.

#### Выводы:

1. Негативное воздействие строительства на атмосферу, гидросферу, литосферу снижается за счет принятия необходимых мероприятий по защите.
2. Экологическая безопасность применяемых материалов подтверждается экологическими сертификатами.
3. При оценке ситуации на строительной площадке факторов экологических рисков не выявлено.
4. При выполнении работ по утвержденному проекту производства, а также при использовании сертифицированных строительных материалов, при надлежащем исполнении работ экологически безопасное строительство обеспечивается.

							Лист
							123
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

## 8 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 8.1 Локальная смета на общестроительные работы

Сметная документация к проекту «Спортивный комплекс. г. Златоуст» составлена в соответствии с постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», «Инструкцией о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП 11-01-95 и «Методика по определению стоимости строительной продукции на территории РФ МДС 81-33.2004». Сметная прибыль определена согласно МДС 81-25.99.

Стоимость работ определена в ценах 01 января 2001г по ТЕР базисно-индексным методом с коэффициентом 6,73 пересчета в цены 1 квартала 2021 года (согласно письма Минстроя России № 1886-ИФ/09 от 22.01.2021г).

Сметная стоимость строительно-монтажных работ по объекту составила;

- в базовом уровне цен 2531,739 тыс. руб;
- в текущем уровне цен 20446,32 тыс. руб.

Локальная смета на общестроительные работы представлена в приложении А.

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. измерения	Количество
Строительный объем	м <sup>3</sup>	18144
Общая площадь	м <sup>2</sup>	1635,87
Сметная стоимость в базовых ценах	тыс. руб	2531,739
Сметная стоимость в текущих ценах на 1 кв.2021 г.	тыс. руб	20446,32
Стоимость 1 м <sup>2</sup> в базовых ценах	руб	1827,18

									Лист
									124
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

Стоимость 1 м <sup>2</sup> в текущих ценах	руб	12296,92
Трудоемкость	чел/час	13997
Трудоемкость	маш/час	1696,47
Фонд оплаты труда в ценах 2001 г.	тыс. руб	125,18
Продолжительность строительства	мес.	7
Выработка на 1 человека в смену (в текущем уровне цен)	руб.	173,5

## 8.2 Сравнение вариантов конструктивных решений элементов здания

Для сравнения выбраны два варианта кровельного утеплителя:

- 1 вариант – плиты пенополистирольные;
- 2 вариант – плиты минераловатные.

Технико-экономическое сравнение вариантов представлено в таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Технико-экономические показатели для сравниваемых вариантов

Наименование	Вариант 1	Вариант 2
Сметная стоимость на 1 кв. 2021 г. тыс.руб	763,47	856,20
Трудоемкость чел/час	424,6	919,91
Трудоемкость маш/час	11,72	11,11
Стоимость на 1 м <sup>2</sup> руб	377,95	423,86

Согласно таблице 8.2 наименее затратным и трудоемким является вариант с пенополистирольными плитами.

Локальные сметы на сравнение вариантов представлены в приложении Б, В.

										Лист
										125
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

Выводы по разделу 8:

– в экономической части дипломного проекта составлена локальная смета, включающая основные общестроительные работы и отражающая реальную стоимость строительства данного объекта в текущем уровне цен 20446,32 тыс.руб, стоимость 1 м<sup>2</sup> 12296,92 руб;

– произведено сравнение вариант кровельного утеплителя по стоимости и трудоемкости;

- в проекте применен вариант с наименьшей стоимостью.

								Лист
								126
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа предусматривает строительство спортивного комплекса в г. Златоусте в металлокаркасе. Строительство быстровозводимых зданий и сооружений в металлическом каркасе наиболее актуально в настоящее время.

В выпускной квалификационной работе разработаны планы этажей, фасады здания, генеральный план проектируемой площадки, выполнен теплотехнический расчет с подбором толщины ограждающих сэндвич-панелей. Определены организационно-технологические решения по организации и производству строительномонтажных работ.

В пояснительной записке запроектированы методы производства строительномонтажных работ с минимальной опасностью для производителей работ и окружающей среды, обеспечена экологическая безопасность объекта.

Сметная стоимость общестроительных работ составила в текущем уровне цен 20446,322 тыс. руб.

									Лист
									127
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 31-107-2004 Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий.– М.: ФГУП ЦНС, 2005
- 2 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий– М.: Минздрав РФ, 2002
- 3 СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. (Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003) - М.: ОАО "ЦПП", 2011
- 4 Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности
- 5 ГОСТ Р 53296-2009 Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях.
- 6 ГОСТ Р 52382-2010 Лифты пассажирские. Лифты для пожарных.
- 7 СНиП 21 – 02 – 99. СП 113.13330.2012 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\* М.: Минрегион России, 2012
- 8 СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.– М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009
- 9 СП 35-101-2001 Проектирование зданий и сооружений с учетом доступности для маломобильных групп населения. – М.: ГУП ИОЗ, ГУП ЦПП, 2001
- 10 СП 35-102-2001 Жилая среда с планировочными элементами, доступными инвалидам. – М.: ГУП ИОЗ, ГУП ЦПП, 2001
- 11 СП 59.13330.2012 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. – М.: Мин-

										Лист
										128
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

регион России, 2012

12 СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой СССР, 1990

13 СНиП 2.03.11-85 СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85.– М.: Минрегион России, 2012

14 ГОСТ 25100-95 Грунты. Классификация. М.: ОАО "ЦПП", 2008

15 СП 52-103-2007 Железобетонные монолитные конструкции зданий М.: ФГУП "НИЦ "Строительство", 2007 год

16 СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений (Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* ) - М.: ОАО "ЦПП", 2011

17 СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. (Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003) - М.: ОАО "ЦПП", 2011

18 ГОСТ 23407-78\* Ограждение инвентарные строительных площадок и участков производства строительных работ.

19 ГОСТ 12.4.059-89 Ограждения предохранительные инвентарные

20 СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. - М.: ГП ЦПП, 1996

21 СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты- М.: ГУП ЦПП, 2001

22 СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Части I и II. ГУП ЦПП 2002

23 СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. ГУП ЦПП 2010  
Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования (актуализированная редакция 2010 год)

										Лист
										129
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата					

24 ССБТ в строительстве. Нормы освещения строительных площадок ГОСТ 12.1.046-85 ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок М.: ИПК Издательство стандартов, 2001

25 ГОСТ 22853-86 Здания мобильные (инвентарные)

26 ЦНИОМТП-73 Расчетные нормативы для составления ПОС. М., Стройиздат, 1973, 174 с.

27 СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий. – М.: Стройиздат, 2004

28 ГОСТ 30494-99 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Госстрой РФ, 1999

29 ТСН 23-323-2001 ТСН 23-323-2001 Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий – М., НИИСФ, 2002

30 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Стройиздат, 2004.

31 Передельский Л. В., Приходченко О. Е. Строительная экология. Учебное пособие. – М.: Феникс, 2003. – 320 с.

32 ГОСТ 12.0.003-74\*. Опасные и вредные производственные факторы

33 Горев В.В., Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы стальных конструкций: Учебное пособие для строит. вузов. – М.: Высш. шк., 1997.

34 Т.Н. Цай «Организация строительного производства». Учебник для ВУЗов – М.: Изд-во АСВ, 1999

35 Дикман Л.Г. Организация и планирование строительного производства. Управление строительными предприятиями с основами АСУ: Учеб. для строительных вузов и факультетов 3 изд., переработанное И доп. - М.: Высшая школа. 1988.

36 Т.Г. Маклакова «Проектирование жилых и общественных зданий»: учебное пособие для ВУЗов:- М.: «Высшая школа», 1998г

									Лист
									130
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				



37 СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой СССР, 1990

38 С.Г. Головнев. Практические занятия и лабораторные работы по курсу Технология строительных процессов. Челябинск; Издательство ЮУрГУ, 2004

39 ГОСТ 17.5.3.06 – 85\* Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. – М.: Стройиздат, 1985.

40 ГОСТ 17.5.3.04 – 83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – М.: Изд-во стандартов, 1983.

								Лист
								131
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			