

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра «Строительных конструкций и управляемых систем»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ С.В. Деордиев

подпись      инициалы, фамилия

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

тема

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

должность, ученая степень

А.В. Тарасов

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Т. В. Фоменко

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Красноярск 2020





Студенту Фоменко Татьяне Владимировне

фамилия, имя, отчество

Группа СС 14-11 Направление (профиль) 08.05.01  
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий сооружений»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

Утверждена приказом по университету № 486/с от 22.01.2020

Руководитель ВКР А. В. Тарасов, к.т.н., доцент каф. СКиУС

инициалы, фамилия должность, ученое звание и место работы

### **Исходные данные для ВКР**

Характеристика района строительства и строительной площадки

Строительства ведется в г. Москва

### **Задания по разделам ВКР в виде проекта**

#### **Вариантное проектирование (1 лист)**

Рассмотреть три варианта конструкции ядра жесткости сооружения

#### **Архитектурно-строительный раздел**

Выполнить разработку объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, осуществить теплотехнический расчет

• графический материал (2 листа) разработать фасад, разрез, план 1-го этажа, план типового этажа, план ресторана, план кровли, узлы фасада

Консультант ВКР Е. М. Сергуничева, к.т.н., доцент каф. ПЗиЭН

(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

#### **Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты**

Выполнить расчет пространственной расчетной схемы, подбор сечений основных несущих элементов, основных узлов сопряжения несущих элементов

- графический материал (чертежи КЖ,КМ, КМД, КД)-6 листов:  
армирование перекрытия и ствола жесткости, разработать соединения  
купола, колонны сквозного сечения и балок

Консультант ВКР по конструкциям А. В. Тарасов, к.т.н., доцент каф. СКиУС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### **Фундаменты**

К разработке принят свайно-плитный фундамент. Сравнить выполнение из  
буронабивных и бурозабивных свай

- графический материал (1 лист) план расположения свай и ростверков,  
инженерно-геологические разрезы, фундамент под колонны сквозного и  
сплошного сечения

Консультант ВКР по фундаментам О. М. Преснов, к.т.н., доцент каф. АДигС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### **Технология строительного производства**

Организация и технология строительного процесса при возведении  
перекрытия

- графический материал (1-2 листа) организационно-технологическая  
схема, разрез, график производства работ

Консультант ВКР И. И. Терехова, к.т.н., доцент каф. СМиТС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### **Организация строительного производства**

Определить плановую и нормативную продолжительность строительства,  
осуществить организацию строительной площадки

- графический материал (2 листа) объектный стройгенплан на возведение  
надземной части, сетевой график

Консультант ВКР И. И. Терехова, к.т.н., доцент каф. СМиТС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### **Экономика строительства**

Социально-экономическое обоснование строительства, локальный сметный  
расчет на возведение перекрытия,  
ТЭПы

Консультант ВКР С. А. Хиревич, к.эк.н., доцент каф. ПЗиЭН  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

**Дополнительные разделы**

---

---

---

**Минимальное количество листов графического материала -13-14**

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения ВКР

<b>Наименование раздела</b>	<b>Срок выполнения</b>
Вариантное проектирование	3.02.2020-14.02.2020
Архитектурно-строительный	17.02.2020-13.03.2020
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	16.03.2020-17.04.2020
Технология строительного производства	20.04.2020-1.05.2020
Организация строительного производства	4.05.2020-15.05.2020
Экономика строительства	18.05.2020-1.06.2020

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению

Т. В. Фоменко  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 3 » февраля 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 Вариантное проектирование.....	8
1.1 Описание вариантов рассматриваемых конструктивных схем.....	8
1.2 Оценка рассматриваемых вариантов, анализ результатов и окончательный выбор варианта конструктивной системы.....	11
2 Архитектурно-строительный раздел.....	13
2.1 Краткая характеристика земельного участка с технико-экономическими показателями.....	13
2.2 Описание решений по благоустройству территории.....	14
2.3 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации.....	14
2.4 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	15
2.5 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	15
2.6 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	15
2.7 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений объекта капитального строительства.....	16
2.8 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по инженерному обеспечению здания.....	17
2.9 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.....	17
2.10 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	18
2.11 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	19
2.12 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов.....	19
2.13 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению соблюдения санитарно-гигиенических условий.....	19
3 Расчетно-конструктивный раздел.....	21
3.1 Исходные данные.....	21

						ДП-08.05.01 ПЗ					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата						
Разработал	Фоменко Т. В.					Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Стади	Лист	Листов		
							Р	3	167		
Руководитель	Тарасов А. В.						Кафедра СКиУС				
Н. контроль	Тарасов А. В.										
Зав. кафедрой	Геордиев С. В.										

3.2	Характеристика района строительства .....	21
3.3	Сбор нагрузок .....	22
3.3.1	Нагрузка от остекления .....	22
3.3.2	Нагрузка от веса перегородок и полов .....	24
3.3.3	Снеговая нагрузка .....	26
3.3.4	Нагрузка от давления грунта .....	29
3.3.5	Ветровая нагрузка .....	31
3.4	Расчет здания с помощью ПК SCAD .....	33
3.5	Подбор сечений .....	34
3.6	Армирование пластинчатых элементов .....	36
3.7	Расчет профилированного стального настила .....	42
3.7.1	Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси изгибаемого элемента .....	42
3.7.2	Расчет прочности сечений наклонных к продольной оси изгибаемого элемента .....	44
3.8	Расчет решетки колонн сквозного сечения .....	45
3.9	Конструктивный расчет базы колонны сквозного сечения в уровне парковки .....	55
3.10	Конструктивный расчет базы колонны сплошного сечения в уровне парковки .....	59
3.11	Конструирование узла сопряжения колонны, главной и второстепенной балки нижнего блока унификации .....	62
3.12	Конструирование узла стыка колонн первого блока унификации .....	69
3.13	Конструирование узла сопряжения балок купола .....	71
3.14	Конструирование опорного узла купола .....	77
3.15	Конструирование узла сопряжения раскосов и стоек фермы с нижним поясом .....	80
3.16	Проектирование фундамента .....	81
3.16.1	Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства .....	81
3.16.2	Исходные данные на проектирование фундаментов .....	83
3.16.3	Выбор вариантов для вариантного проектирования фундамента .....	83
3.16.4	Проектирование свайно-плитного фундамента с применением бурозабивных свай .....	83
3.16.5	Проектирование свайно-плитного фундамента с применением бурозабивных свай .....	96
3.16.6	Технико-экономическое сравнение и окончательный выбор фундамента .....	104
4	Технология строительного производства .....	107
4.1	Область применения .....	107

						ДП-08.05.01 ПЗ			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Фоменко Т. В.				Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Стади	Лист	Листов
							Р	4	167
Руководитель		Тарасов А. В.				Кафедра СКиУС			
Н. контроль		Тарасов А. В.							
Зав. кафедрой		Деордиев С. В.							

4.2	Общие положения .....	107
4.3	Организация и технология строительного процесса.....	107
4.3.1	Подготовительные работы.....	107
4.3.2	Основные работы .....	108
4.3.3	Заключительные работы .....	109
4.4	Требования к качеству работ .....	110
4.5	Потребность в материально-технических ресурсах .....	112
4.6	Техника безопасности и охрана труда .....	114
4.7	Технико-экономические показатели .....	116
5	Организация строительного производства.....	118
5.1	Продолжительность строительства.....	118
5.1.1	Обоснование принятой нормативной продолжительности строительства объекта капитального строительства .....	118
5.1.2	Обоснование принятой плановой продолжительности строительства объекта капитального строительства .....	118
5.2	Организация строительной площадки .....	118
5.2.1	Исходные данные.....	118
5.2.2	Определение потребности в основных строительных машинах и механизмах .....	119
5.2.3	Определение потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях .....	120
5.2.4	Организация складского хозяйства.....	122
5.2.5	Обоснование потребности строительства в кадрах, временных зданиях и сооружениях .....	123
5.2.6	Электроснабжение строительной площадки .....	124
5.2.7	Временное водоснабжение .....	126
5.2.8	Внутрипостроечные дороги.....	128
5.2.9	Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности.....	128
5.2.10	Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов в период строительства .....	128
6	Экономика строительства .....	130
6.1	Социально-экономическое обоснование .....	130
6.2	Локальный сметный расчет на возведение монолитного перекрытия типового надземного этажа.....	135
6.3	Технико-экономические показатели .....	136
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....		141
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....		142
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....		147
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....		149
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....		153

						ДП-08.05.01 ПЗ			
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата				
Разработал		Фоменко Т. В.				Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Стади	Лист	Листов
							<i>P</i>	5	167
Руководитель		Тарасов А. В.					Кафедра СКиУС		
Н. контроль		Тарасов А. В.							
Зав. кафедрой		Деордиев С. В.							

ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	159
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	165

						ДП-08.05.01 ПЗ			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Стади	Лист	Листов
Разработал	Фоменко Т. В.						<i>P</i>	6	167
Руководитель	Тарасов А. В.						Кафедра СКиУС		
Н. контроль	Тарасов А. В.								
Зав. кафедрой	Деордиев С. В.								

## ВВЕДЕНИЕ

Москва является крупнейшим по численности населения мегаполисом России с активно развивающейся строительной сферой.

Тема высотного строительства актуальна для Москвы, так как его развитие возможно в крупных городах, где ощущается дефицит площадок для строительства, а стоимость земли постоянно растет.

Повышение этажности позволяет увеличить полезную площадь зданий, наиболее полно использовать земельный участок и инвестиции. Кроме того, в мегаполисе существуют благоприятные климатические и сейсмические условия для строительства высотного здания.

В качестве объекта для дипломного проектирования был рассмотрен многофункциональный центр высотой +197.480 м с купольным покрытием.

Целью дипломного проекта является разработка проектно-сметной документации на возведение надземной части здания и определение рентабельности проекта. Для достижения данной цели необходимо провести исследования: рассмотреть наиболее подходящие варианты конструктивных схем высотных зданий; определиться с объемно-планировочными решениями и эстетическим видом объекта (для наглядности выполняется разработка графической части с применением программы AutoCAD); осуществить выбор и расчет несущих конструкций (выполняется с применением программного комплекса SCAD); рассмотреть варианты подходящих фундаментов; подобрать наиболее подходящий метод осуществления строительства; наиболее эффективно организовать строительное производство; осуществить экономические расчеты и др. Данные исследования были выполнены непосредственно в соответствующих разделах дипломного проекта.

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

# 1 Вариантное проектирование

## 1.1 Описание вариантов рассматриваемых конструктивных систем

В ходе дипломного проектирования для начала необходимо определиться с конструктивной системой объекта с учетом высоты многофункционального центра, принятых объемно-планировочных решений на стадии эскизного проектирования, а также наиболее прогрессивных используемых в строительстве материалов и конструкций, которые допускают в наибольшей мере индустриальные методы изготовления и монтажа, уменьшая количество процессов, осуществляемых на строительной площадке.

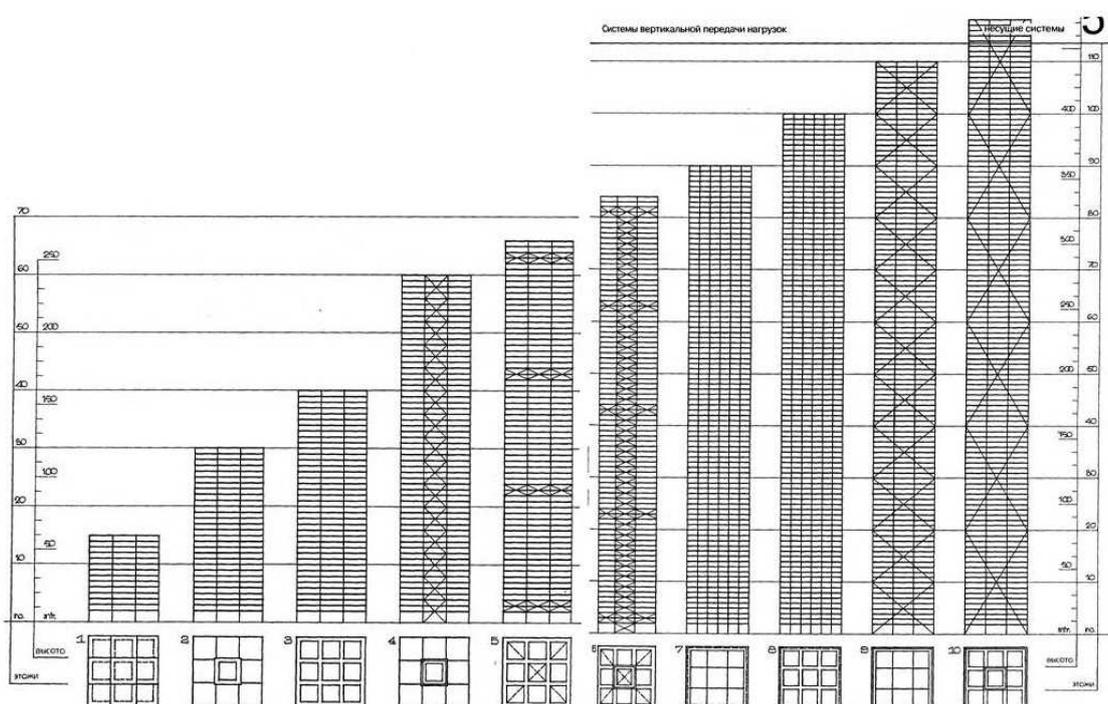


Рисунок 1.1 - Стандартные концепции высотных зданий

Рассмотрим три наиболее подходящие варианта.

1) Рамно-каркасная конструктивная система со связевыми этажами (аутригеры)

Каркас является системой, состоящей из стержневых несущих элементов – вертикальных (колонн) и горизонтальных (ригелей), которые объединены жесткими горизонтальными дисками (перекрытия). Ригели и колонны образуют пространственные рамы, воспринимающие вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Основное преимущество рамно-каркасной системы – это относительно свободная планировка. Однако, существует и значительный недостаток – сложность в обеспечении необходимой жесткости. Для этого

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					

предусматривается наличие связей, производится значительное увеличение поперечного сечения конструкций, что негативно сказывается на экономической целесообразности объекта.

Несущие стержневые элементы каркаса принимаются стальными.

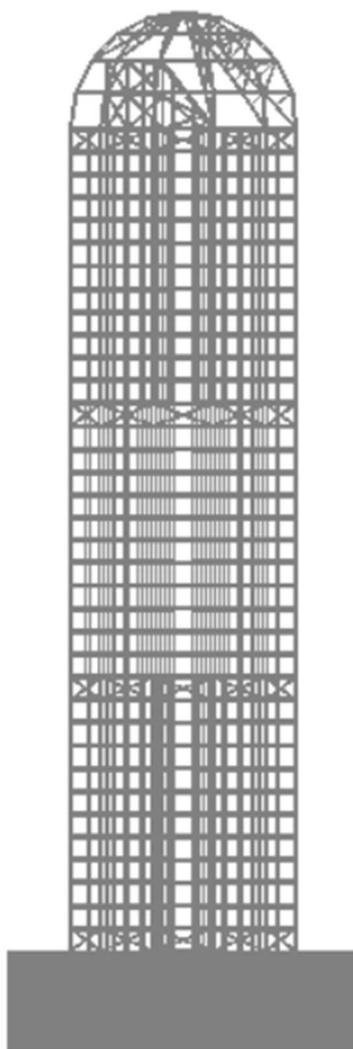


Рисунок 1.2 - Рамно-каркасная конструктивная система со связевыми этажами (аутригеры)

2) Каркасно-ствольная конструктивная система со связевыми этажами (аутригеры)

При данном варианте сохраняется преимущество каркасной конструктивной системы в виде относительно свободной планировки.

Несущие стержневые элементы каркаса принимаются стальными. Колонны при данной конструктивной системе работают по большей части на центральное сжатие, поэтому значительно уменьшается расход стали.

Ствол обладает более высокой жесткостью, чем отдельные диафрагмы жесткости, а в связи с этим он способен воспринимать более высокие горизонтальные нагрузки, что важно в связи со значительной высотой здания

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

и в связи со значительными ветровыми нагрузками. Кроме того, ствол также воспринимает некоторую часть вертикальных нагрузок. Его чаще всего располагают в центральной части здания, а объем используют для размещения инженерных коммуникаций, а также лифтов и лестничных маршей.

Стены ствола выполняют или из монолитного железобетона, или из стали. Для сравнения следует рассмотреть оба эти варианта для выявления наиболее целесообразного с точки зрения расхода материала и стоимости.

- Ствол жесткости, состоящий из металлических конструкций

Выполнение ствола жесткости из металлических конструкций имеет ряд преимуществ: быстрый монтаж, что отражается на сроках и стоимости строительства; упрощенная доставка и транспортировка (нет прямой зависимости от условий); высокая степень заводской готовности несущих конструкций. Из минусов стоит отметить дороговизну, подверженность коррозии и низкую огнестойкость.

Данный ствол жесткости состоит из стоек, балок и крестовых связей.

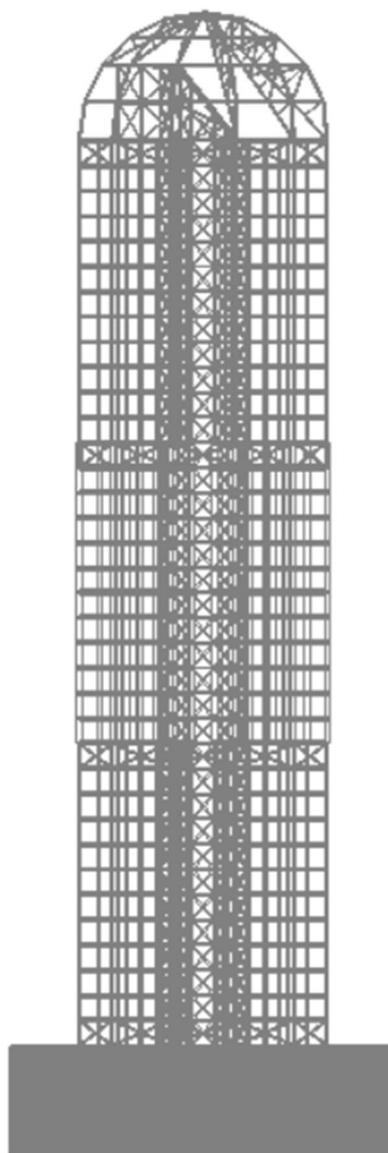


Рисунок 1.3 - Каркасно-ствольная (ствол выполняется из металлоконструкций) конструктивная система со связевыми этажами

					ДП - 08.05.01-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

- Ствол жесткости из монолитного железобетона

Выполнение ствола жесткости из монолитного железобетона также имеет несколько плюсов: низкая стоимость в сравнении с металлическими конструкциями; коррозионная устойчивость; огнестойкость; высокая прочность. Однако, при возведении монолитного ствола уменьшается индустриализация строительства, а все процессы должны быть строго увязаны с транспортировкой бетонной смеси, сроком твердения; нужно учитывать воздействие температуры на бетонную смесь; необходимы дополнительные строительные материалы и техника для возведения опалубки и др. процессов.

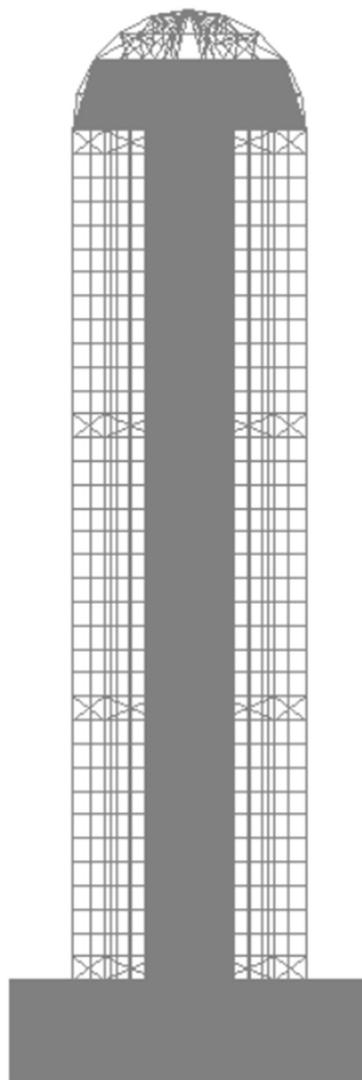


Рисунок 1.4 - Каркасно-ствольная (ствол выполняется из монолитного железобетона) конструктивная система со связевыми этажами

## 1.2 Оценка рассматриваемых вариантов, анализ результатов и окончательный выбор варианта конструктивной системы

Для выбора наиболее целесообразного из представленных вариантов необходимо провести предварительный расчет технико-экономических

					ДП - 08.05.01-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11



## 2 Архитектурно-строительный раздел

### 2.1 Краткая характеристика земельного участка с технико-экономическими показателями

Участок, выделенный под строительство многофункционального центра, располагается в Новомосковском административном округе, г. Москва, ул. Родниковая.

Ситуационный план представлен на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 - Ситуационный план земельного участка, выделенного под строительство

С северной стороны участок ограничен ул. Родниковой, с западной – Киевским шоссе, с южной стороны располагается административное здание, а с восточной – жилой комплекс.

Рельеф участка равнинный с уклонами до 6%.

Основной подъезд к зданию осуществляется с Киевского шоссе и ул. Родниковой.

Размещение высотного здания соответствует требованию [1], с обеспечением нормативной инсоляции и требуемого расстояния между соседними зданиями согласно [2].

Прогнозируемые технико-экономические показатели проекта сведены в общую таблицу 2.1.

Таблица 2.1. – Техничко-экономические показатели центра

Общая площадь по центру		106534,4 м <sup>2</sup>
из нее	- офисных помещений	58428,3 м <sup>2</sup>
	- автостоянка на 476 м/мест	36288 м <sup>2</sup>
	- административные помещения	1884,8 м <sup>2</sup>
	- помещения техобслуживания	8048,5 м <sup>2</sup>
	- объекты общепита	1884,8 м <sup>2</sup>
Площадь участка		28860,25 м <sup>2</sup>
Площадь застройки		5184 м <sup>2</sup>

## 2.2 Описание решений по благоустройству территории

При принятии решений о благоустройстве территории была учтена существующая инфраструктура и имеющийся эстетический вид района строительства. Все решения принимаются согласно [3], [4].

При подготовке территории к застройке была учтена технологическая последовательность работ на площадях, занятых растительными насаждениями, свободных территориях и территориях, занятых существующими коммуникациями с дополнительной расчисткой территории в местах прокладки новых коммуникаций.

Непосредственно благоустройство территории включает в себя создание зон, отведенных для пешеходов (ширина тротуара 1,5 м), а также зон для проезда транспорта (ширина дороги 4,5 м), огражденных бортовым камнем, в увязке с существующими коммуникациями; комплекс мероприятий по инженерной подготовке к озеленению с устройством покрытия, освещения территории, а также размещению малых архитектурных форм: скульптуры из растений, скамейки и др. – для улучшения экологического и эстетического состояния участка.

## 2.3 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации

Надземная часть здания имеет круглую в плане форму диаметром 49 м. Подземная часть здания имеет размеры 72x72 м в осях 1а-13а и АА-ПП соответственно.

Здание многофункционального центра имеет 36 этажей и двухуровневую зону отдыха под купольным покрытием в наземной части, а также 7-ми ярусную подземную парковку. Высота центра до отметки верха купольного покрытия составляет 197.480 м. Паркинг заглублен до отметки 21.265 м.

На первом этаже здания располагается администрация центра, помещения для ожидания посетителей, а также помещения для обеспечения охраны и технического обслуживания здания; на 35 этаже расположен ресторан на 120 мест с возможностью выхода на двухуровневую зону отдыха; на 2-11, 13-23, 25-34 этажах расположены офисы. Кроме того, предусмотрено наличие 3 технических этажей, которые располагаются через каждые 11 этажей надземной части здания. Данные этажи предназначены для технического обслуживания здания, размещения инженерных коммуникаций, мониторинга состояния несущих конструкций, а также для деления центра на пожарные отсеки и управления системой противопожарной защиты.

Для наибольшей эффективности использования земельного участка и для наилучшего обеспечения технологического процесса в ресторане предусмотрена многоярусная подземная часть (7 ярусов), которая предназначена для паркинга на 476 мест с учетом мест для маломобильных

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				



Отделка потолков, полов и стен в лифтовых холлах, коридорах и лестничной клетки выполняется из негорючих материалов.

Ведомость отделки помещений, экспликация полов, а также спецификации заполнения дверных проемов приведены в приложении Б.

Устройство покрытия в зоне отдыха включает в себя 50 мм ЦПС; ТЕХНОЭЛАСТ Фикс; 2 слоя геотекстиля ТЕХНОНИКОЛЬ (1,5 мм), разделенных 60 мм слоем экструзионного пенополистирола, слой дренажной мембраны ТЕХНОНИКОЛЬ Planter geo 0,6 мм и растительный слой 40 мм с тротуарной плиткой в местах проходов.

Устройство покрытия в уровне парковки включает себя пароизоляционный слой Биполь 2 мм; теплоизоляцию ПЕНОПЛЭКС 20 мм; бетонную стяжку 20 мм; гидроизоляцию ТЕХНОЭЛАСТмост Б 5 мм; песчано-гравийную смесь 40 мм и слой асфальто-бетона 100 мм.

В местах зоны въезда на парковку устройство покрытия включает в себя пароизоляционный слой Биполь 2 мм; теплоизоляцию ПЕНОПЛЭКС 40 мм; бетонную стяжку 40 мм; гидроизоляцию ТЕХНОЭЛАСТмост Б 5 мм; песчано-гравийную смесь 100 мм и слой асфальто-бетона 110 мм.

## **2.7 Описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений объекта капитального строительства**

Принятые объемно-планировочные решения учитывают требования пожарной безопасности, обеспечивают доступную среду для маломобильных групп населения (необходимые проходы, места для самообслуживания, пандусы), а также комфортные рабочие места для работников центра согласно [2], [5], [8].

В здании предусмотрен вертикальный мусоропровод с мусоросборными камерами; санитарно-бытовые помещения, в том числе помещения для хранения, очистки и сушки уборочного инвентаря; центр управления зданием (бюро пропусков, справочная для распределения потока посетителей, помещения службы охраны и администрации центра).

Разработанные объемно-планировочные решения не ограничивают доступа к оборудованию и инженерным системам здания и не затрудняют техническое обслуживание здания.

В многофункциональном центре предусмотрен вертикальный транспорт в виде 9 лифтов OTIS 2000R грузоподъемностью 1000 кг, через который осуществляется сообщение между этажами, в том числе с подземными ярусами паркинга. Кроме того, предусмотрена незадымляемая лестница Н2 с устройством дополнительного подпора воздуха.

Парковочные места для маломобильных групп населения расположены лишь на первом подземном ярусе паркинга.

Состав помещений офисов и ресторана определяется согласно [8]. Экспликация помещений приведена в приложении В.

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

## 2.8 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по инженерному обеспечению здания

Системы инженерных коммуникаций удовлетворяют требованиям [9], [10].

Класс энергоэффективности здания – Б.

Для исключения возможностей перебоев в подаче тепла в центр используются два независимых ввода городских тепловых сетей: основной и резервный (на случай аварии). В качестве источника тепла принимается система централизованного теплоснабжения с распределением тепла между потребителями через индивидуальный тепловой пункт и зонированием по высоте.

Для обеспечения пожарной безопасности в подземной части здания используется противодымная вентиляция, которая блокирует распространение огня в области ствола жесткости, и является автономной для каждого яруса паркинга. В данную систему противодымной вентиляции также входит функция дымоудаления. Воздухообмен паркинга, обеспеченный мощной вытяжной системой с помощью воздуховодов и дефлекторов, отделен от воздухообмена надземной части центра.

Для обеспечения водоснабжения и пожаротушения на технических этажах предусмотрены помещения с насосными установками. Зонирование по высоте выполняется в увязке с разбиением на пожарные отсеки и с учетом гидростатического давления. Бесперебойная подача воды достигается посредством двух двухтрубных водопроводных вводов за счет присоединения к разным участкам наружной кольцевой водопроводной сети.

Мусоропровод для периодической дезинфекции и устранения засоров оборудован специальными устройствами с дополнительной функцией пожаротушения СПСМ-5.

Электроснабжение здания осуществляется с помощью трансформаторной подстанции. При этом потребители первой категории обеспечены независимым электроснабжением.

Кроме того, в центре предусмотрены системы связи, сигнализации, автоматизации и диспетчеризации.

## 2.9 Описание и обоснование принятых решений и мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Все принятые решения и используемые материалы соответствуют [2], [6].

Уровень ответственности здания – повышенный.

Степень огнестойкости здания – I (с учетом оштукатуривания легкими огнезащитными штукатурками на термостойкой минеральной основе металлоконструкций с дальнейшим испытанием образцов для подтверждения необходимых качеств).

Класс конструктивной пожарной опасности – С0.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Класс пожарной опасности строительных конструкций – К0.

Категория по взрывопожароопасности – Д.

Так как имеются помещения разной функциональной пожарной опасности (ресторан, офисы, зона отдыха), то они выделены противопожарными преградами в соответствии с [11].

Для аварийного спасения людей предусмотрены противопожарные стены, которые образуют безопасные места и делят здание на пожарные отсеки в вертикальном направлении. Данные стены предусмотрены в месте расположения ствола жесткости и в месте расположения незадымляемой лестницы Н2. Стены возводятся до верхнего уровня зоны отдыха, что обеспечивает нераспространение пожара в смежный по горизонтали пожарный отсек (технический этаж). Горизонтальный пожарный отсек отделяется от смежных этажей перекрытиями второго типа.

Число эвакуируемых принимается по числу рабочих в офисе и числу посетителей ресторана, зоны отдыха увеличенному на 25%.

Ширина проходов обеспечивает беспрепятственную эвакуацию людей в случае чрезвычайной ситуации. Расстояние от наиболее удаленного помещения до путей эвакуации не превышает допустимого.

Ограждающие конструкции мусорокамер отвечают требованиям огнестойкости.

Для устранения задымляемости в здании имеются датчики дымоудаления и противодымная вентиляция. Кроме того, для пожаротушения на технических этажах предусмотрены помещения с насосными установками с обеспечением бесперебойной подачи воды.

В центре предусмотрены лифты для пожарных, которые соответствуют требованиям [12]. У них имеется система автоматического группового управления, и они установлены в общем лифтовом холле. При нормальном режиме функционирования данные лифты эксплуатируются в качестве пассажирских.

При остеклении фасадов и остеклении дверей, ведущих в вестибюль, лифтовой холл используется огнестойкое стекло (противопожарные двери EI 30).

## **2.10 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**

Естественное освещение обеспечено в помещениях с постоянным пребыванием людей согласно [13].

На этажах, где располагаются офисные помещения и помещения администрации и управления центром, предусмотрено боковое естественное освещение за счет сплошного остекления фасада. Зона отдыха имеет комбинированное (боковое и верхнее) естественное освещение за счет сплошного остекления купольного покрытия.

Спецификация заполнения витражей отражена в приложении Б.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				



устранению и профилактике биоповреждений конструкций (биологическая коррозия).

Все применяемые материалы имеют гигиенические сертификаты.

					ДП - 08.05.01-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

### 3 Расчетно-конструктивный раздел

#### 3.1 Исходные данные

Опираясь на анализ выполненный при вариантном проектировании, в качестве исходных данных для разработки расчетно-конструктивного раздела принимается многофункциональный центр со ствольно-каркасной несущей системой с аутригерными этажами.

Несущие элементы каркаса (главные и второстепенные балки, колонны) выполняются из стали 06МБФ. Они разделены на блоки унификации для снижения расхода материала.

Ствол жесткости толщиной 600 мм выполнен из монолитного железобетона класса В40 и армирован арматурой класса А500 и А240. Монолитное перекрытие из монолитного железобетона В35 по балкам имеет толщину 220 мм, жесткий диск перекрытия на отметке +172.830 имеет толщину 250 мм. Лестничные марши выполняются монолитными.

Уровень ответственности здания согласно [15] – КС-3.

Высота этажа надземной части составляет 4,8 м. Также имеется выход к двухуровневой зоне отдыха под купольным покрытием (ребристо-кольцевой купол) высотой 24,5 м. Самая верхняя отметка покрытия +197.480 м.

Высота одного яруса подземного паркинга 3 м. Самая низшая отметка подземной части -21.822 м.

Размеры здания в уровне парковки 72×72 м; размеры надземной части Ø49 м.

#### 3.2 Характеристика района строительства

Строительство планируется производить в г. Москва.

Данный район строительства по [16] характеризуется следующими природно-климатическими данными

- Среднегодовая температура воздуха – плюс 5,4°С;
- Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 38°С;
- Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца – плюс 23,5°С;
- Абсолютная минимальная температура воздуха – минус 43°С;
- Температура воздуха наиболее холодных суток – минус 35°С с обеспеченностью 0,98;
- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки – минус 29°С с обеспеченностью 0,98;
- Температура воздуха наиболее холодных суток – минус 28°С с обеспеченностью 0,92;
- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки – минус 25°С с обеспеченностью 0,92;
- Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца – минус 7,8°С;

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

- Средняя температура воздуха наиболее теплого месяца – плюс 18,7°С;
- Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°С – 135 суток;
- Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже плюс 8°С – 205 суток;
- Среднегодовая температура со среднесуточной температурой ниже 0°С – минус 5,5°С;
- Среднегодовая температура со среднесуточной температурой ниже плюс 8°С – минус 2,2°С;
- Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 83 %;
- Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 73 %;
- Количество осадков за год – 690 мм;
- Суточный максимум – 63 мм;
- Преобладающее направление ветров декабрь-февраль – западное;
- По совокупности всех метеорологических данных климат района строительства характеризуется влажный умеренно континентальный, с сильным влиянием атлантического морского, с четко выраженной сезонностью;
- Район по воздействию климата на технические изделия и материалы относится к группе П5;
- Климатический район для строительства – ПВ;
- Согласно [17] расчетное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,45 кН/м<sup>2</sup>;
- Нормативное ветровое давление - 0,23 кН/м<sup>2</sup>, I ветровой район;
- Сейсмичность района по [16] - 5 баллов для сейсмической опасности типа "А", "В", "С" при 10%, 5% и 1% вероятности в течении 50 лет соответственно.

### 3.3 Сбор нагрузок

#### 3.3.1 Нагрузка от остекления

1) Нагрузка от стеклопакета составляет

$$q_c = \rho \cdot \delta \cdot g = 2500 \cdot (4 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} = 0,294 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$q_{c.p} = q_c \cdot \gamma_f = 0,294 \cdot 1,2 = 0,353 \text{ кН} / \text{м}^2,$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

2) Остекление купола крепится на 4 контура. Необходимо определить грузовые площади, нормативную и полную нагрузку на стержни купола

$$q_m^n = q_c \cdot \frac{A_m}{l_m}, \quad (3.1)$$

где  $q_m^n$  – нормативная нагрузка на стержень купола  $m$ ;

$A_m$  – грузовая площадь участка;

$l_m$  – длина стержня.

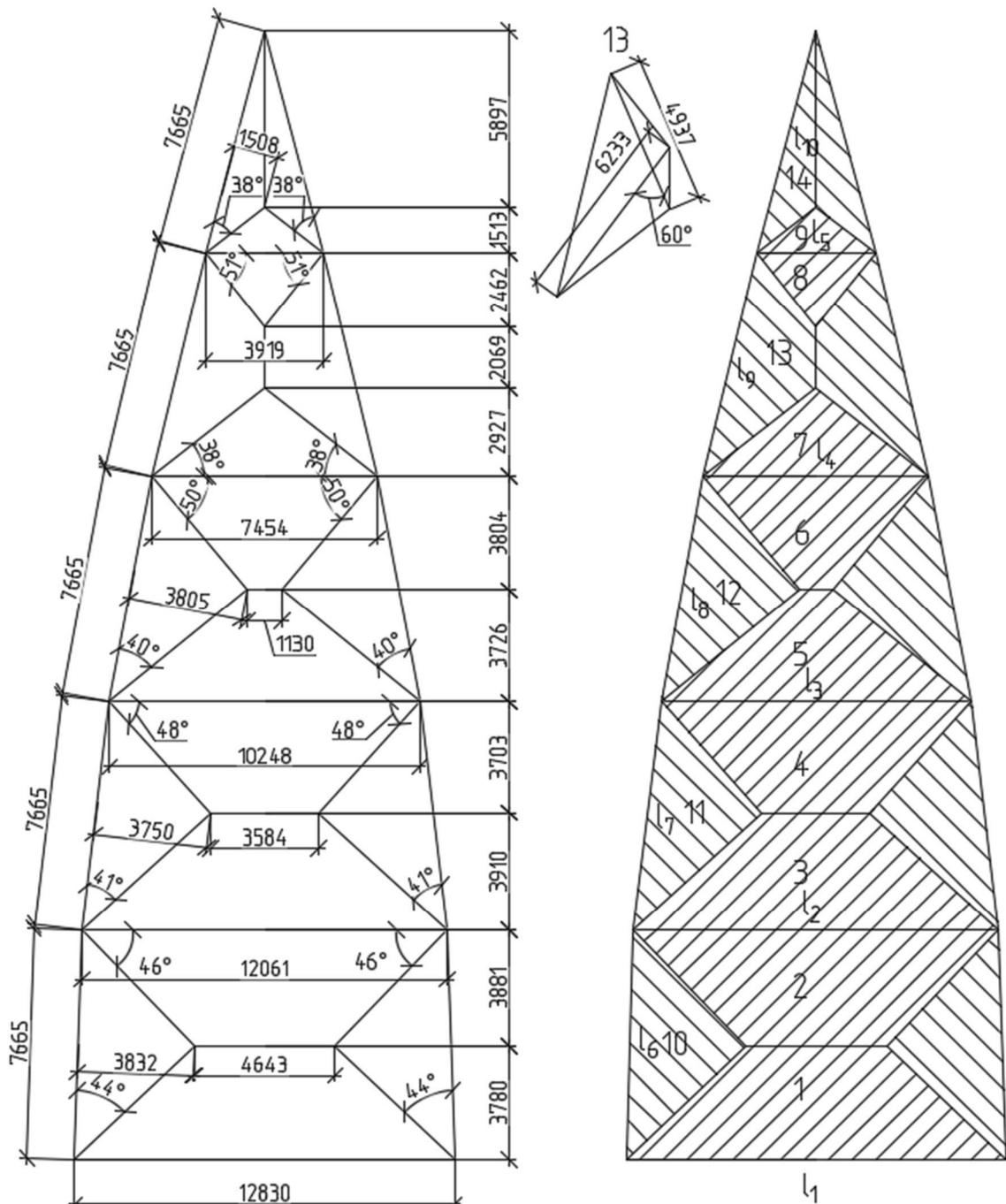


Рисунок 3.1 - Распределение грузовых площадей (сбор нагрузки от остекления купола на стержни)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$q_m = q_m^n \cdot \gamma_f, \quad (3.2)$$

где  $q_m$  – полная нагрузка на стержень купола  $m$ ;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке, равный 1,2.

Результаты расчета нагрузки сведены в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Нагрузка от остекления, собранная на стержни купола

Номер стержня	Длина стержня, м	Нормативная нагрузка, кН / м	Полная нагрузка, кН / м
1	12,83	0,757	0,908
2	12,061	1,536	1,843
3	10,248	1,343	1,612
4	7,454	1,074	1,289
5	3,919	0,584	0,701
6	7,665	1,127	1,352
7	7,665	1,103	1,324
8	7,665	1,119	1,343
9	7,665	1,022	1,226
10	7,665	0,443	0,532

3) Витражи крепятся по 2 сторонам со стороны перекрытий.  
 $l_g = 12,83$  м. В средней части здания

$$q_g^n = q_c \cdot \frac{A}{l_g} = 0,294 \cdot \frac{4,8 \cdot 12,83}{12,83} = 1,411 \text{ кН / м.}$$

4) В крайней части здания

$$q_g^n = q_c \cdot \frac{A}{l_g} = 0,294 \cdot \frac{2,4 \cdot 12,83}{12,83} = 0,706 \text{ кН / м.}$$

### 3.3.2 Нагрузка от веса перегородок и полов

Нагрузка от полов отражена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Нагрузки от пола

Наименование слоя	Толщина, мм	Плотность, кг / м <sup>3</sup>	Нормативная нагрузка, кН	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Тип полов 1 на перекрытиях 1-36 этажей				
Керамическая плитка	8	2400	0,188	0,226

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5
Стяжка из цементно-песчаного раствора М 150	40	1800	0,706	0,848
Пенополистирол	30	35	0,01	0,012
Гидроизоляция	1,5	4,95 (кг/м <sup>2</sup> )	0,049	0,058
Звукоизоляция	5	41	0,002	0,0024
Итого			0,955	1,146
Тип полов 2 на 36 этаже				
Паркетная доска	10	1100	0,108	0,129
Стяжка из цементно-песчаного раствора М 150	40	1800	0,706	0,848
Пенополистирол	30	35	0,01	0,012
Гидроизоляция	1,5	4,95 (кг/м <sup>2</sup> )	0,049	0,058
Звукоизоляция	5	41	0,002	0,0024
Итого			0,875	1,049
Перекрытие зоны отдыха				
Растительный слой	40	1200	0,471	0,565
Дренажная мембрана	0,6	0,65(кг/м <sup>2</sup> )	0,0064	0,0077
Геотекстиль	1,5	0,35(кг/м <sup>2</sup> )	0,0034	0,0041
Экструзионный пенополистирол	60	30	0,018	0,021
Геотекстиль	1,5	0,35(кг/м <sup>2</sup> )	0,0034	0,0034
Техноэласт фикс	3	4 (кг/м <sup>2</sup> )	0,039	0,047
Стяжка из цементно-песчаного раствора М 150	50	1800	0,883	1,059
Итого			1,424	1,707
Перекрытия парковки				
Асфальто-бетон	100	2385	2,34	2,808
Песчано-гравийная смесь	40	1600	0,628	0,754
Гидроизоляция	5	14,85 (кг/м <sup>2</sup> )	0,146	0,175
Бетонная стяжка	20	2500	0,491	0,589
Пеноплэкс	20	25	0,0049	0,0059
Пароизоляция	2	3 (кг/м <sup>2</sup> )	0,029	0,035
Итого			3,639	4,367

Перегородки из монолитного железобетона толщиной 120 мм. При высоте этажа 4,8 м вес погонного метра составит

$$q_n = 0,12 \cdot 4,8 \cdot 2,5 = 1,44 \text{ т / м.}$$

### 3.3.3 Снеговая нагрузка

1) Стоит рассматривать 3 варианта снеговой нагрузки на покрытие купола, так как отношение высоты купола к его диаметру составляет

$$\frac{f}{d} = \frac{24,5}{49} = 0,5 > 0,05.$$

#### Вариант 1

1) Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия купола составляет

$$S_o = S_g \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu, \quad (3.3)$$

где  $S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  поверхности;

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий от ветра и других факторов;

$c_t$  – термический коэффициент;

$\mu$  – коэффициент перехода от снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие.

$$S_o = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 1,233 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Расчетное значение нагрузки

$$S = S_o \cdot \gamma_f = 1,233 \cdot 1,4 = 1,726 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

2) Необходимо определить нормативную и полную нагрузку на стержни купола с учетом грузовых площадей (рисунок 3.1.). Результаты сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Значения снеговой нагрузки для первого варианта

Номер стержня	Длина стержня, м	Нормативная нагрузка, кН / м	Полная нагрузка, кН / м
1	2	3	4
1	12,83	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	0,955	1,337
4	7,454	3,211	4,496
5	3,919	2,451	3,431

Окончание таблицы 3.3

1	2	3	4
6	7,665	-	-
7	7,665	0,784	1,097
8	7,665	0,795/3,345	1,114/4,683
9	7,665	3,056/4,287	4,278/6,002
10	7,665	1,86	2,604

Вариант 2

1) Значение коэффициента перехода от снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие при  $z < r_1$  составляет

$$\mu = C_{r1} \cdot \left( \frac{z}{r_1^2} \right) \cdot \sin \beta; \quad (3.4)$$

$$C_{r1} = 2,55 - \exp\left(0,8 - 14 \cdot \frac{f}{d}\right) = 2,55 - \exp\left(0,8 - 14 \cdot \frac{24,5}{49}\right) = 2,548;$$

$$\mu_1 = 2,548 \cdot \left( \frac{8,302}{12,062} \right)^2 \cdot \sin 30 = 0,604;$$

$$S_{o1} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,604 = 0,744 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$S_1 = S_{o1} \cdot \gamma_f = 0,744 \cdot 1,4 = 1,042 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

2) Значение коэффициента перехода от снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие при  $z > r_1$  составляет  $\mu = 1,5 \cdot \sin \beta = 1,5 \cdot \sin 30 = 0,75$ , при  $\alpha = 45^\circ$  и  $\mu = 0$ , при  $\alpha > 60^\circ$ .

При промежуточных значениях необходимо воспользоваться линейной интерполяцией и экстраполяцией, тогда  $\mu_2 = 1,25$ ,  $\mu_3 = 0,35$ .

$$S_{o2} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1,25 = 1,541 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$S_2 = S_{o2} \cdot \gamma_f = 1,541 \cdot 1,4 = 2,157 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$S_{o3} = 1,45 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,35 = 0,431 \text{ кН} / \text{м}^2;$$

$$S_3 = S_{o3} \cdot \gamma_f = 0,431 \cdot 1,4 = 0,604 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

3) Необходимо определить нормативную и полную нагрузку на стержни купола с учетом грузовых площадей (рисунок 3.1.). Результаты сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Значения снеговой нагрузки для второго варианта

Номер стержня	Длина стержня, м	Нормативная нагрузка, кН / м	Полная нагрузка, кН / м
1	2	3	4
1	12,83	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	2,003	2,805
4	7,454	5,63	7,882
5	3,919	1,478	2,07
6	7,665	-	-
7	7,665	1,617	2,263
8	7,665	1,64/5,863	2,296/8,209
9	7,665	2,587/5,358	3,622/7,501
10	7,665	1,122	1,571

### Вариант 3

1) Значение коэффициента перехода от снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие составляет

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{2f}{d} \sin(3\alpha) \cdot \sin(\beta)}; \quad (3.5)$$

Значения коэффициентов перехода, нормативной и полной нагрузки на покрытие купола приведено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Значения снеговой нагрузки на покрытие для третьего варианта

№	$\mu$	Нормативная нагрузка, кН / м <sup>2</sup>	Полная нагрузка, кН / м <sup>2</sup>
1	0,757	0,933	1,306
2	0,785	0,968	1,355
3	0,564	0,695	0,973

2) Необходимо определить нормативную и полную нагрузку на стержни купола с учетом грузовых площадей (рисунок 3.1.). Результаты сведены в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Значения снеговой нагрузки для третьего варианта

Номер стержня	Длина стержня, м	Нормативная нагрузка, кН / м	Полная нагрузка, кН / м
1	2	-	-
2	12,061	-	-
3	10,248	3,174	4,444
4	7,454	3,536	4,951
5	3,919	1,854	2,596
6	7,665	-	-
7	7,665	2,606	3,648
8	7,665	2,645/3,683	3,703/5,157
9	7,665	3,365/3,244	4,711/4,541
10	7,665	1,407	1,969

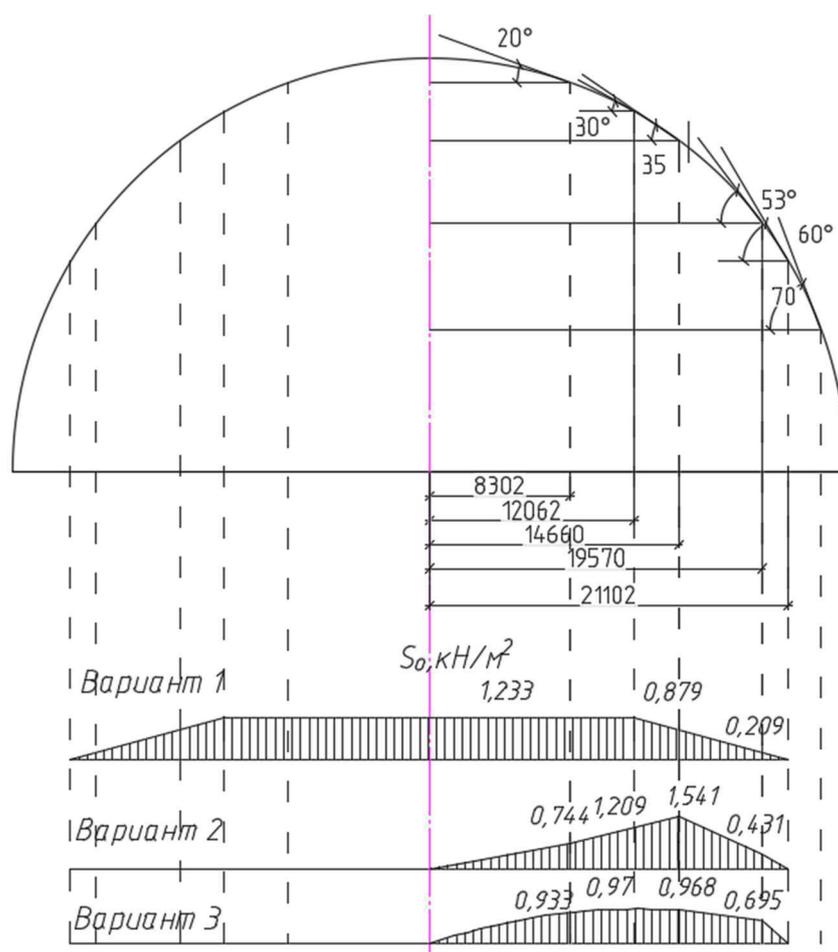


Рисунок 3.2 - Распределение снеговой нагрузки

### 3.3.4 Нагрузка от давления грунта

1) Определим коэффициент горизонтальной составляющей активного давления грунта по формуле

$$\lambda_2 = \operatorname{tg}^2 \cdot (45^\circ - \phi / 2) = \operatorname{tg}^2 \cdot (45^\circ - 24^\circ / 2) = 0,42,$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

где  $\varphi$  – угол внутреннего трения для суглинка.

2) Интенсивность активного давления связного грунта определяется по формуле

$$\sigma'_2 = \sigma_2 - \sigma_{c2}, \quad (3.6)$$

где  $\sigma_{c2}$  – горизонтальные силы сцепления.

$$\sigma_{c2} = c \cdot K, \quad (3.7)$$

где  $c$  – удельное сцепление грунта засыпки.

$$K = 2\sqrt{\lambda_2} = 2 \cdot \sqrt{0,42} = 1,3;$$

$$\sigma_{c2} = 0,39 \cdot 1,3 = 0,507 \text{ т / м}^2;$$

$$\sigma_2 = \gamma \cdot h \cdot \lambda_2 = 2,71 \cdot 21 \cdot 0,42 = 23,9 \text{ т / м}^2,$$

где  $\gamma$  – удельный вес грунта (суглинок);

$\lambda_2$  – коэффициент горизонтальной составляющей активного давления грунта.

$$\sigma'_2 = 23,9 - 0,507 = 23,393 \text{ т / м}^2.$$

3) Горизонтальная составляющая активного давления грунта определяется по формуле

$$E'_2 = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_2 (H - h_c) = \frac{1}{2} \cdot \sigma'_2 \left( H - \frac{\sigma_{c2}}{\sigma_2} \cdot H \right) = \frac{1}{2} \cdot 23,393 \left( 3 \cdot 7 - \frac{0,507}{23,9} \cdot 3 \cdot 7 \right) = 240,4 \text{ т / м} = 2358,32 \text{ кН / м},$$

где  $\sigma_2$  – интенсивность активного давления связного грунта;

$h$  – высота подвала.

4) Расчетное значение давления грунта

$$E_2 \cdot \gamma_f = 2358,32 \cdot 1,15 = 2712,07 \text{ кН / м};$$

$$E'_{2н} = E'_2 \cdot \frac{l}{A} = \frac{2358,32}{72} = 32,75 \text{ кН / м}^2;$$

$$E'_{znp} = E'_{cp} \cdot \frac{l}{A} = \frac{2712,07}{72} = 37,67 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

### 3.3.5 Ветровая нагрузка

Шаг вычисления аэродинамического коэффициента для надземной части здания до купола принимается 3,136 м. На одну сторону 4 значения, угол между шагами 7,5 град.

1) Ветровая нагрузка вычисляется с помощью формулы

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c_{e1}, \quad (3.8)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления;

$k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение нагрузки по высоте;

$c_{e1}$  – аэродинамический коэффициент.

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha}, \quad (3.9)$$

где  $k_{10} = 0,65$  – для местности типа В;

$\alpha = 0,2$  – для местности типа В.

2) Число Рейнольдса определяется следующим образом

$$Re = 0,88d \cdot \sqrt{w_0 \cdot k(z_e) \cdot \gamma_f} \cdot 10^5. \quad (3.10)$$

3) Затем необходимо определить аэродинамический коэффициент

$$c_{e1} = k_{\lambda 1} \cdot c_{\beta}; \quad (3.11)$$

$k_{\lambda 1} = 1$  при  $c_{\beta} > 0$ ;  $k_{\lambda 1} = k_{\lambda} = 0,68$ .

$k_{\lambda}$  принимается по [17] и зависит от относительного удлинения элемента

$\lambda_e = 2\lambda = \frac{l}{b} = 2 \cdot \frac{172,8}{49} = 7,05$ , а также степени заполнения

$$\varphi = \frac{1}{A_k} \sum A_i = \frac{1}{1764,5} \cdot 1764,5 = 1,$$

где  $A_k$  – площадь, ограниченная контуром конструкции;

$A_i$  – площадь проекции элемента конструкции.

Для вычисления аэродинамического коэффициента купола необходимо определить его в трех точках.

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Т.к.  $f/l = 24,5/49 = 0,5$ ;  $h_1/l = 172,83/49 = 3,548 \rightarrow c_e(A) = 0,8$ ;  $c_e(B) = -1,3$ ;  $c_e(C) = -0,5$ . Для промежуточных точек значения определяются линейной интерполяцией.

Таблица 3.7 – Значение ветровой нагрузки для купола

$w_m, \text{кН/м}$								
A	1	2	3	B	4	5	6	C
3,07	2,793	0,71	-2,905	-4,988	-4,194	-2,816	-2,022	-1,919
2,637	2,4	0,61	-2,495	-4,285	-3,603	-2,419	-1,737	-1,648
2,117	1,926	0,489	-2,003	-3,439	-2,892	-1,942	-1,394	-1,323
1,369	1,246	0,317	-1,295	-2,224	-1,87	-1,256	-0,902	-0,855

Таблица 3.8 – Значение ветровой нагрузки надземной части здания до купола

$h, \text{м}$	$w_m, \text{кН/м}$								
	0°	22,5°	45°	67,5°	90°	112,5°	135°	157,5°	180°
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4,8	0,535	0	-0,364	-0,673	-0,546	-0,618	-0,618	-0,618	-0,618
9,6	0,706	0	-0,482	-0,889	-0,722	-0,816	-0,816	-0,816	-0,816
14,4	0,83	0	-0,568	-1,046	-0,85	-0,96	-0,96	-0,96	-0,96
19,2	0,932	0	-0,639	-1,174	-0,956	-1,077	-1,077	-1,077	-1,077
24	1,019	0	-0,701	-1,284	-1,047	-1,177	-1,177	-1,177	-1,177
28,8	1,096	0	-0,756	-1,382	-1,129	-1,266	-1,266	-1,266	-1,266
33,6	1,165	0	-0,807	-1,471	-1,203	-1,347	-1,347	-1,347	-1,347
38,4	1,229	0	-0,853	-1,552	-1,271	-1,421	-1,421	-1,421	-1,421
43,2	1,288	0	-0,897	-1,628	-1,335	-1,489	-1,489	-1,489	-1,489
48	1,344	0	-0,939	-1,699	-1,395	-1,554	-1,554	-1,554	-1,554
52,8	1,396	0	-0,978	-1,766	-1,453	-1,614	-1,614	-1,614	-1,614
57,6	1,446	0	-1,015	-1,829	-1,507	-1,671	-1,671	-1,671	-1,671
62,4	1,493	0	-1,052	-1,89	-1,559	-1,725	-1,725	-1,725	-1,725
67,2	1,538	0	-1,086	-1,948	-1,609	-1,777	-1,777	-1,777	-1,777
72	1,581	0	-1,12	-2,003	-1,657	-1,827	-1,827	-1,827	-1,827
76,8	1,622	0	-1,153	-2,057	-1,704	-1,875	-1,875	-1,875	-1,875
81,6	1,662	0	-1,184	-2,109	-1,749	-1,921	-1,921	-1,921	-1,921
86,4	1,7	0	-1,215	-2,158	-1,793	-1,965	-1,965	-1,965	-1,965
91,2	1,737	0	-1,245	-2,207	-1,836	-2,008	-2,008	-2,008	-2,008
96	1,773	0	-1,275	-2,254	-1,878	-2,05	-2,05	-2,05	-2,05
100,8	1,808	0	-1,303	-2,299	-1,918	-2,09	-2,09	-2,09	-2,09
105,6	1,842	0	-1,332	-2,344	-1,958	-2,13	-2,13	-2,13	-2,13
110,4	1,875	0	-1,359	-2,387	-1,997	-2,168	-2,168	-2,168	-2,168
115,2	1,907	0	-1,387	-2,429	-2,035	-2,205	-2,205	-2,205	-2,205
120	1,939	0	-1,413	-2,471	-2,073	-2,241	-2,241	-2,241	-2,241
124,8	1,97	0	-1,44	-2,511	-2,109	-2,277	-2,277	-2,277	-2,277
129,6	2	0	-1,466	-2,551	-2,146	-2,311	-2,311	-2,311	-2,311

### Окончание таблицы 3.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
134,4	2,029	0	-1,491	-2,589	-2,181	-2,345	-2,345	-2,345	-2,345
139,2	2,057	0	-1,517	-2,627	-2,216	-2,378	-2,378	-2,378	-2,378
144	2,086	0	-1,542	-2,665	-2,251	-2,411	-2,411	-2,411	-2,411
148,8	2,113	0	-1,566	-2,701	-2,285	-2,443	-2,443	-2,443	-2,443
153,6	2,14	0	-1,591	-2,737	-2,318	-2,474	-2,474	-2,474	-2,474
158,4	2,167	0	-1,615	-2,773	-2,351	-2,505	-2,505	-2,505	-2,505
163,2	2,193	0	-1,639	-2,808	-2,384	-2,535	-2,535	-2,535	-2,535
168	2,218	0	-1,662	-2,842	-2,416	-2,564	-2,564	-2,564	-2,564
172,8	2,243	0	-1,686	-2,876	-2,448	-2,593	-2,593	-2,593	-2,593

### 3.4 Расчет здания с помощью ПК SCAD

Для создания схемы здания применяется ПК SCAD.

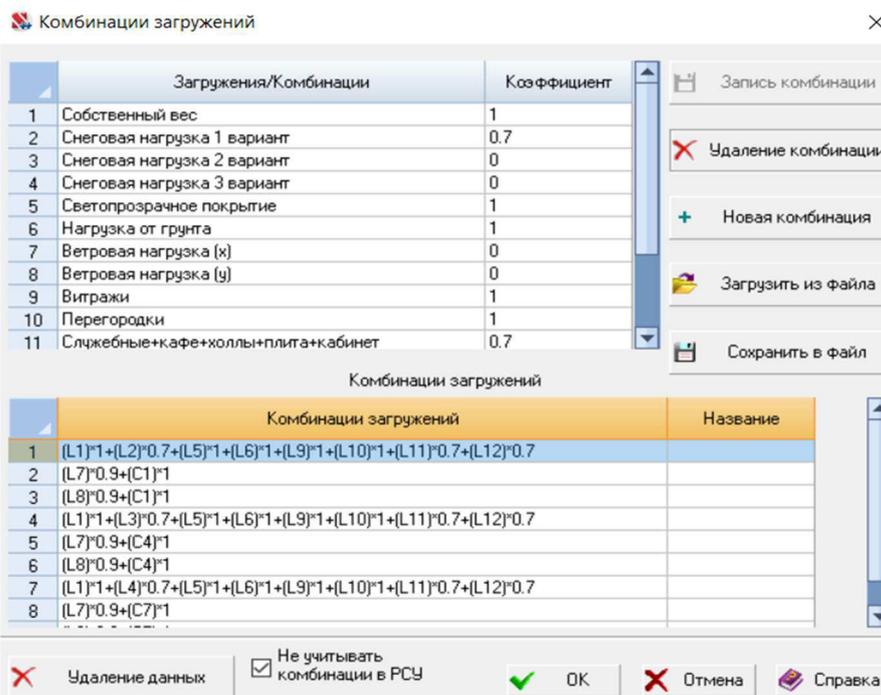
После создаются загрузки: собственный вес, нагрузка от витражей и полов, нагрузка от веса перегородок, полезная (эксплуатационная нагрузка), принимаемая согласно [17], нагрузка от давления грунта на подземную часть здания, снеговая нагрузка (3 варианта), ветровая нагрузка (по направлению X и Y) и пульсация.

№	Загрузки	Тип загрузки	Вид нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное загрузку
1	Собственный вес	Постоянные нагрузки	Вес металла	1.05	1	✓
2	Снеговая нагрузка 1 вариант	Кратковременные на	Полные сне	1.4	0.7	✓
3	Снеговая нагрузка 2 вариант	Кратковременные на	Полные сне	1.4	0.7	✓
4	Снеговая нагрузка 3 вариант	Кратковременные на	Полные сне	1.4	0.7	✓
5	Светопрозрачное покрытие	Постоянные нагрузки	Другие	1.2	1	✓
6	Нагрузка от грунта	Постоянные нагрузки	Грунты в при	1.15	1	✓
7	Ветровая нагрузка (x)	Кратковременные на	Ветровые н	1.4	0	✓
8	Ветровая нагрузка (y)	Кратковременные на	Ветровые н	1.4	0	✓
9	Витражи	Постоянные нагрузки	Другие	1.2	1	✓
10	Перегородки	Постоянные нагрузки	Вес бетонн	1.1	1	✓
11	Служебные+кафе+холлы+плита+каб	Кратковременные на	Полные наг	1.2	0.35	✓
12	Покрывтия в зоне отдыха	Кратковременные на	Полные наг	1.3	0.35	✓
13	Пульсация (x)	Кратковременные на	Ветровые н	1.4	0	
14	Пульсация (y)	Кратковременные на	Ветровые н	1.4	0	

Рисунок 3.3 - Нагрузки на здание

В SCADe нужно проверить схему на предмет ошибок: сделать упаковку данных, экспресс-контроль схемы и проверку готовности схемы к расчету.

Далее создаются комбинации загрузок и расчетные сочетания усилий для выявления наиболее неблагоприятных условий работы конструкции. Создаем следующие комбинации загрузок: без учета ветровых нагрузок с распределенной нагрузкой от перегородок и комбинации этого загрузку с ветровой нагрузкой с учетом ее взаимоисключения по различным направлениям.



№	Активное загружение	Активное загружение в РСР	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Загружения				Коэф. надежности	Доля длительности
						Знакопременные	Объединения	Взаимоисключения	Сопутствия		
1	✓	✓	Собственный вес	Постоянные на	Вес металличе	☐	☐	☐	☐	1.05	1
2	✓	✓	Снеговая нагрузка	Кратковременн	Полные снегов	☐	☐	☐	☐	1.4	0.7
3	✓	✓	Снеговая нагрузка	Кратковременн	Полные снегов	☐	☐	☐	☐	1.4	0.7
4	✓	✓	Снеговая нагрузка	Кратковременн	Полные снегов	☐	☐	☐	☐	1.4	0.7
5	✓	✓	Светопрозрачное	Постоянные на	Другие	☐	☐	☐	☐	1.2	1
6	✓	✓	Нагрузка от грунт	Постоянные на	Грунты в прир	☐	☐	☐	☐	1.15	1
7	✓	✓	Ветровая нагрузка	Кратковременн	Ветровые нагр	☐	☐	☐	☐	1.4	0
8	✓	✓	Ветровая нагрузка	Кратковременн	Ветровые нагр	☐	☐	☐	☐	1.4	0
9	✓	✓	Витражи	Постоянные на	Другие	☐	☐	☐	☐	1.2	1
10	✓	✓	Перегородки	Постоянные на	Вес бетонных	☐	☐	☐	☐	1.1	1
11	✓	✓	Служебные+кафе	Кратковременн	Полные нагруз	☐	☐	☐	☐	1.2	0.35
12	✓	✓	Покртия в зоне о	Кратковременн	Полные нагруз	☐	☐	☐	☐	1.3	0.35
13	✓	✓	Пульсация (x)	Кратковременн	Ветровые нагр	☐	☐	☐	☐	1.4	0
14	✓	✓	Пульсация (y)	Кратковременн	Ветровые нагр	☐	☐	☐	☐	1.4	0

Рисунок 3.4 - Комбинации загружений и РСУ

### 3.5 Подбор сечений

Подбор сечений осуществляется с помощью ПК SCAD с учетом повышенной ответственности уникального здания, коэффициентов условия работы, а также условий закрепления элементов, предельной гибкостью элементов.

Сталь выбирается в соответствии с повышенными требованиями огнестойкости здания, с учетом повышенной ответственности уникального здания (коэффициент 1,1), а также температурой наружного воздуха района строительства.

Для подбора сечений создаются группы конструкций с учетом разбиения на блоки унификации и условий закрепления конструкций: жесткое сопряжение между балками и колоннами, между колоннами и фундаментом.

	Произведен выбор	Название группы	Состояние подбора	Жесткость элементов	Сечение для экспертизы	Результат подбора
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Нижние главные балки	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 90Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 90Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 70Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Средние главные балки	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавры сварные ТУ У 01412851.001-95 120БС1	Двутавры сварные ТУ У 01412851.001-95 160БС1	Двутавры сварные ТУ У 01412851.001-95 120БС1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Верхние главные балки	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 100Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 100Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 100Б3
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор нижние 4	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 20Б1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор нижние 3	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 26Б1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор нижние 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 26Б1
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор нижние 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 26Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор средние 4	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 26Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор средние 3	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б2	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор средние 2	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 35Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор средние 1	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б2
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации Втор верхние 4	<input checked="" type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 50Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 50Б1	Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Группа унификации	<input type="checkbox"/>	Двутавр нормальный (Б)	Двутавр нормальный (Б) по	Двутавр нормальный (Б) по

Рисунок 3.5 - Фрагмент с результатами подбора сечений

1) Горизонтальные перемещения верхней точки высотного здания не должны превышать значения  $H / 500 = 197480 / 500 = 394,96 \text{ мм}$  по [18].

Полученные перемещения

	X		
	MM	MM	
<input checked="" type="checkbox"/>	-187.257	-175.138	2
<input checked="" type="checkbox"/>	-175.138	-163.019	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-163.019	-150.901	1
<input checked="" type="checkbox"/>	-150.901	-138.782	1
<input checked="" type="checkbox"/>	-138.782	-126.663	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-126.663	-114.544	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-114.544	-102.425	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-102.425	-90.306	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-90.306	-78.187	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-78.187	-66.069	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-66.069	-53.95	0
<input checked="" type="checkbox"/>	-53.95	-41.831	30
<input checked="" type="checkbox"/>	-41.831	-29.712	173
<input checked="" type="checkbox"/>	-29.712	-17.593	17393
<input checked="" type="checkbox"/>	-17.593	-5.474	363956
<input checked="" type="checkbox"/>	-5.474	6.645	480053

Рисунок 3.6 - Перемещения по X высотного здания

Как видно, наибольшие горизонтальные перемещения не превышают максимального значения.

2) Также необходимо проверить динамическую комфортность здания. По [17] наибольшее значение ускорений составляет  $0,08 \text{ м/с}^2$ .

$$0,114 / 2 = 0,057 \text{ м/с}^2 < 0,08 \text{ м/с}^2.$$

Условие выполняется, динамическая комфортность здания обеспечена.

		X		
		м/сек <sup>2</sup>	м/сек <sup>2</sup>	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0.007	335650
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.007	0.014	24478
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.014	0.021	30454
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.021	0.029	29181
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.029	0.036	26865
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.036	0.043	23325
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.043	0.05	28138
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.05	0.057	28194
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.057	0.064	16846
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.064	0.071	28788
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.071	0.078	28843
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.078	0.086	29292
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.086	0.093	30033
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.093	0.1	51874
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.1	0.107	45967
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0.107	0.114	103681

Рисунок 3.7 - Значение наибольших ускорений

### 3.6 Армирование пластинчатых элементов

Армирование необходимо для обеспечения эффективной работы железобетонных пластинчатых элементов: стен подземной парковки, ствола жесткости и плит перекрытия. Расчет ведется с помощью ПК SCAD для третьей категории трещиностойкости.

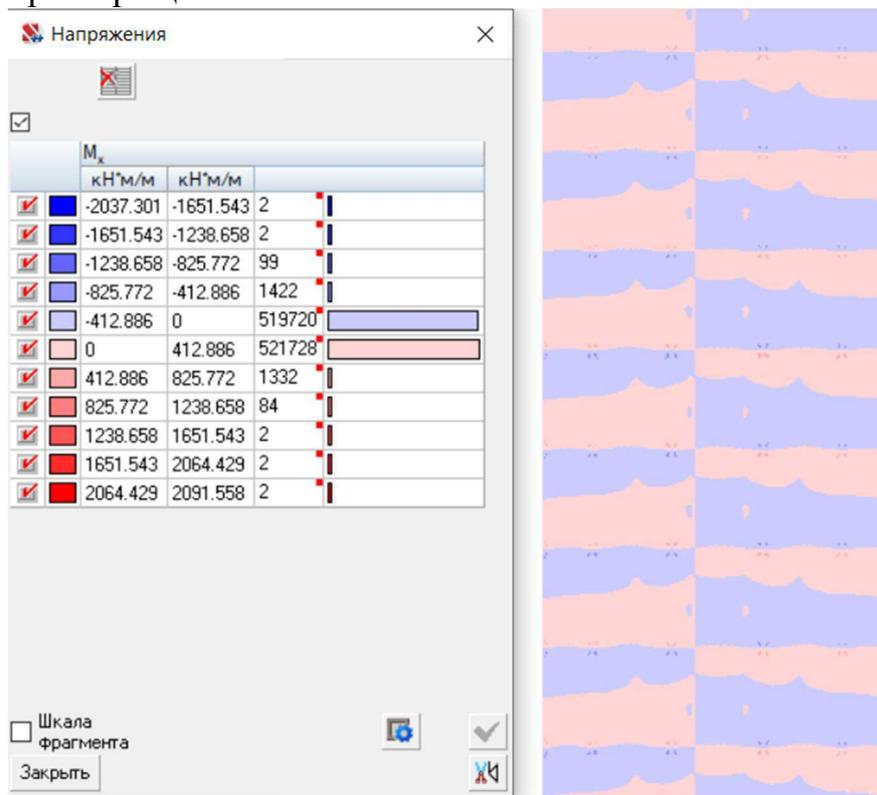


Рисунок 3.8 - Изополя  $M_x$  для ствола жесткости, кН·м/м

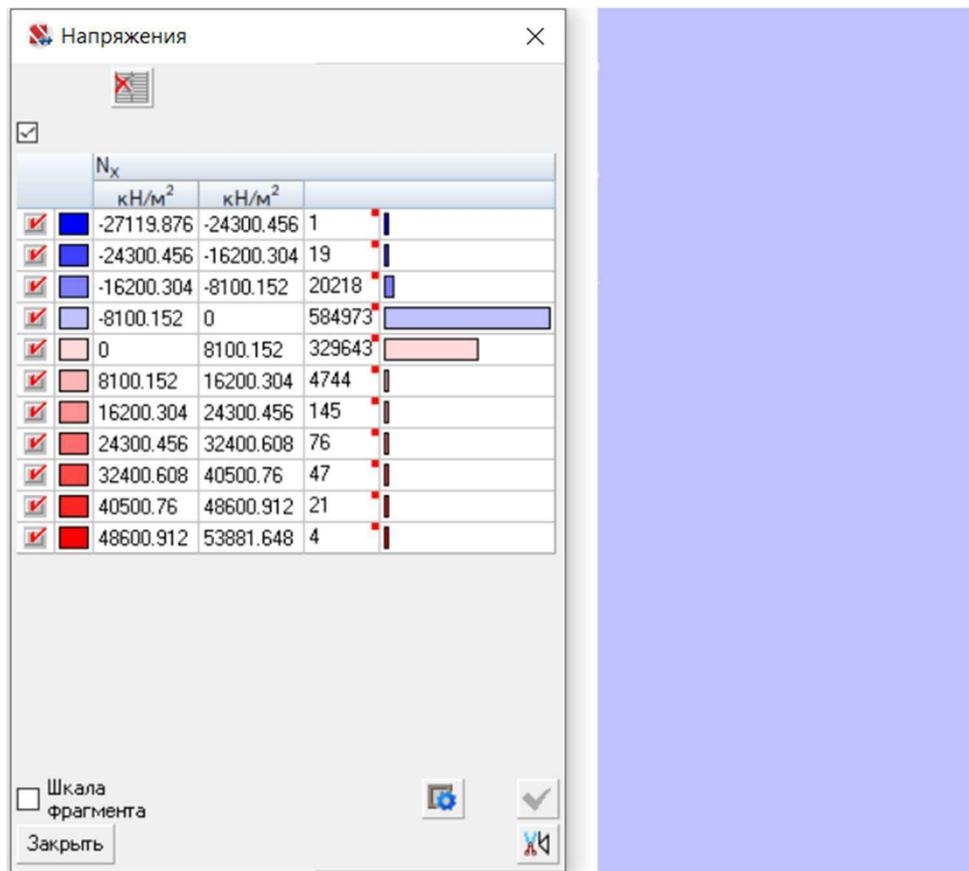


Рисунок 3.9 - Изополя  $N_x$  для ствола жесткости,  $кН/м^2$

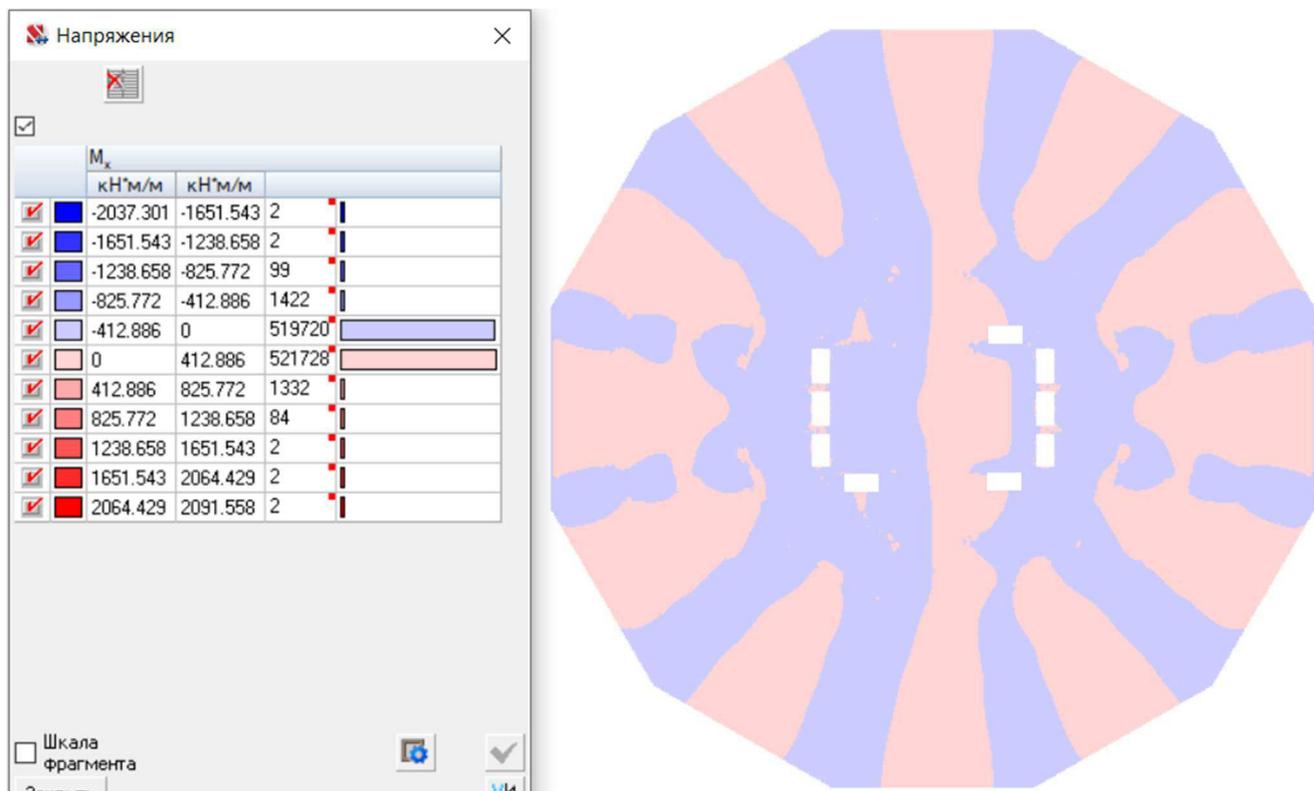


Рисунок 3.10 - Изополя  $M_x$  для плиты перекрытия,  $кН·м/м$

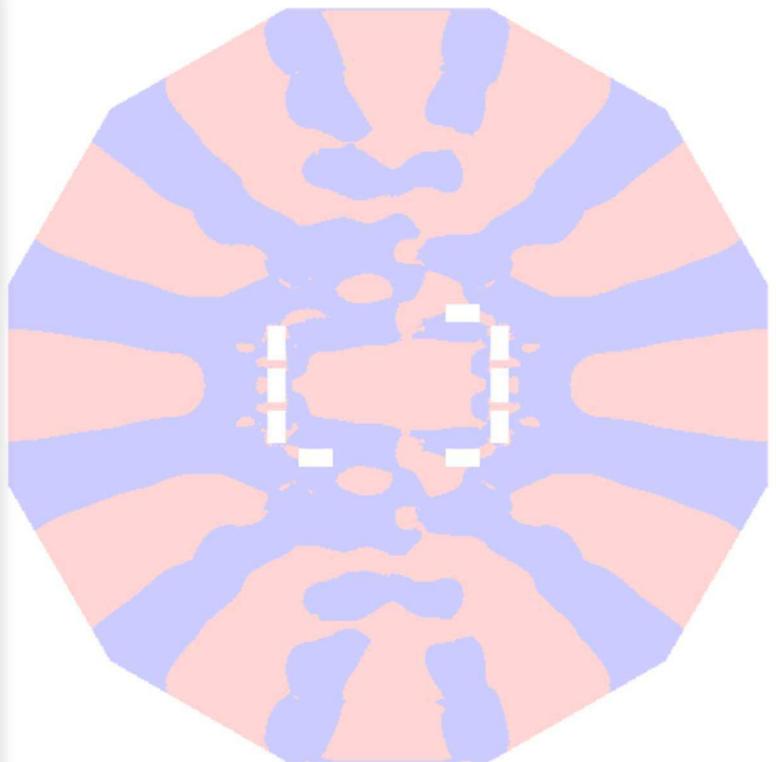
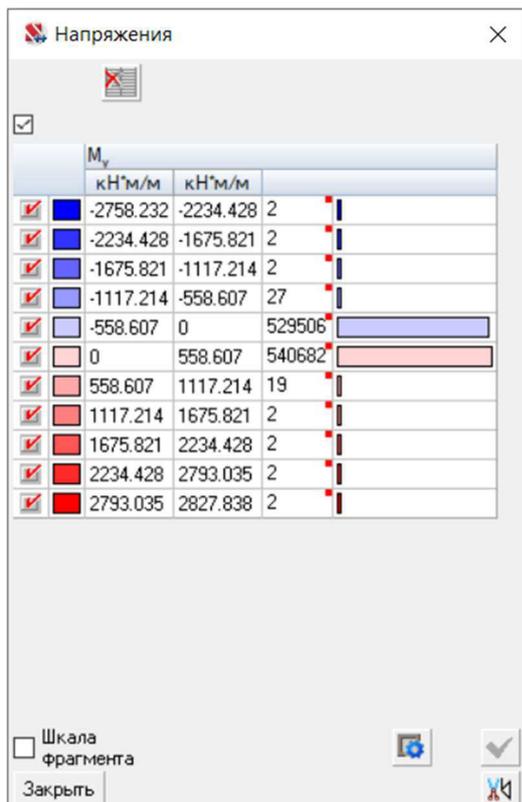


Рисунок 3.11 - Изополя  $M_y$  для плиты перекрытия, кН·м/м

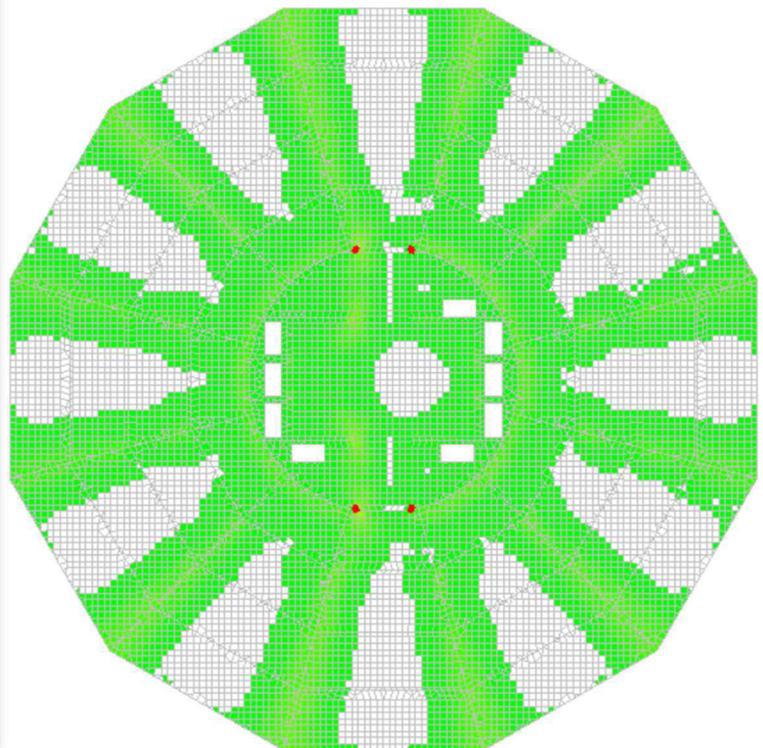


Рисунок 3.12 - Изополя армирования плиты перекрытия по X (верхняя)

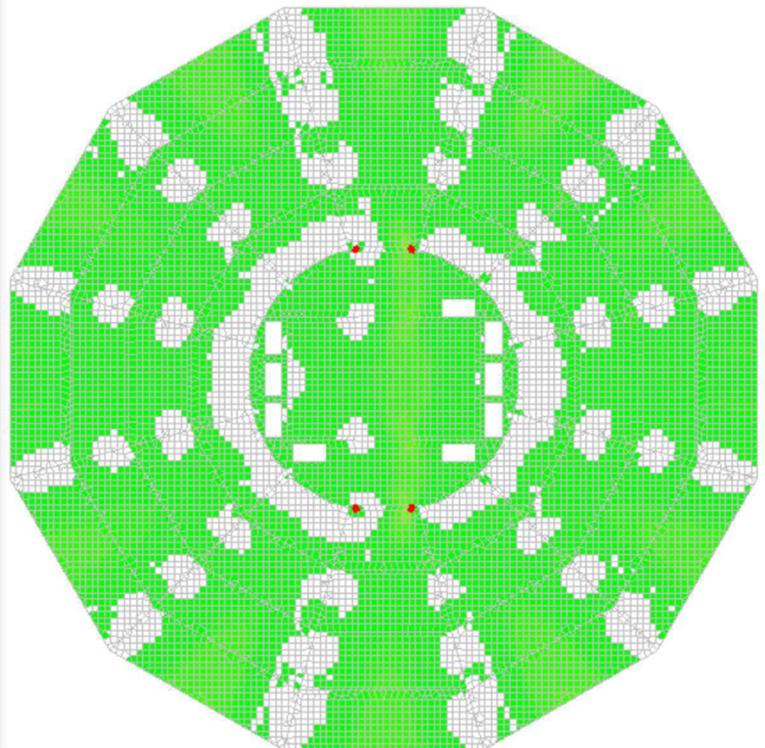
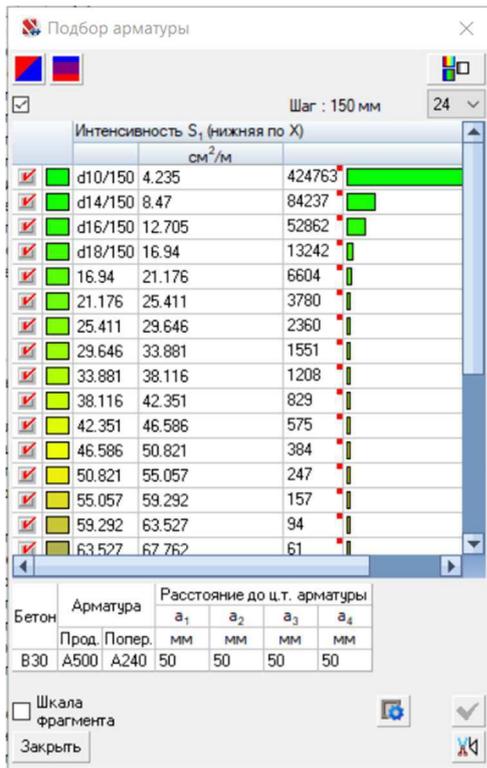


Рисунок 3.13 - Изополя армирования плиты перекрытия по X (нижня)

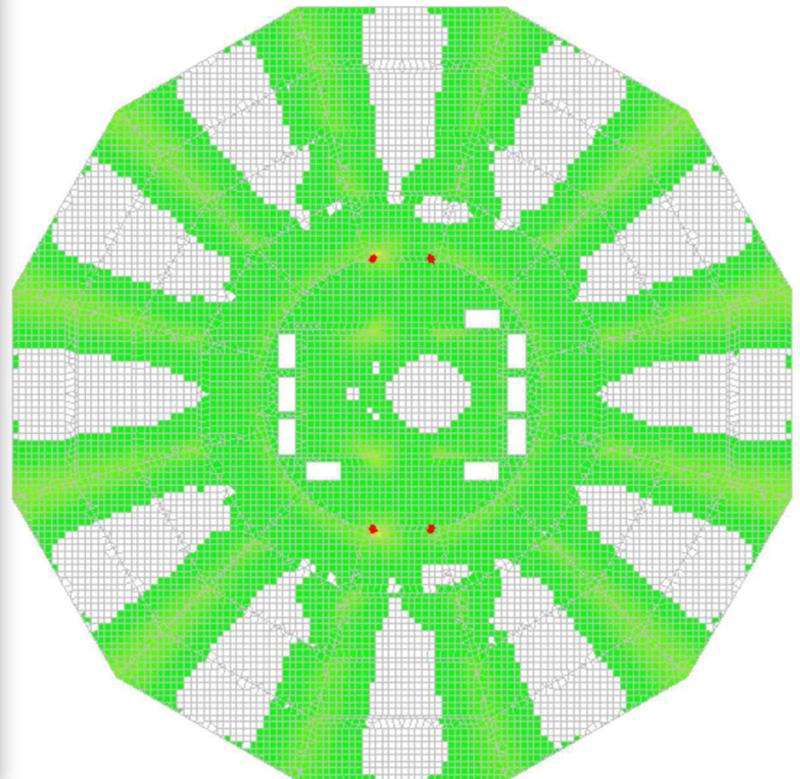


Рисунок 3.14 - Изополя армирования плиты перекрытия по Y(верхняя)

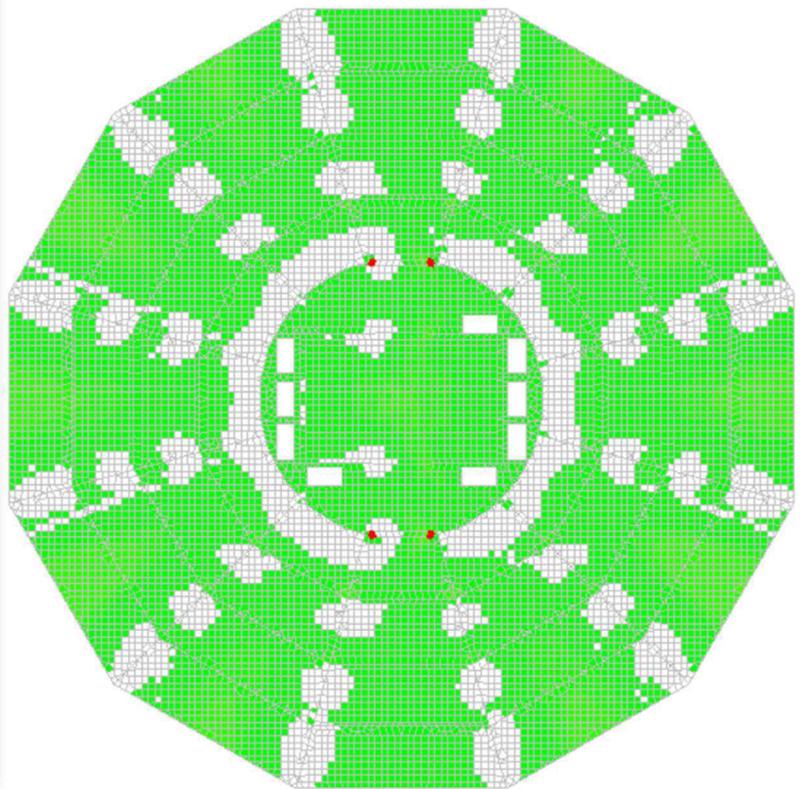
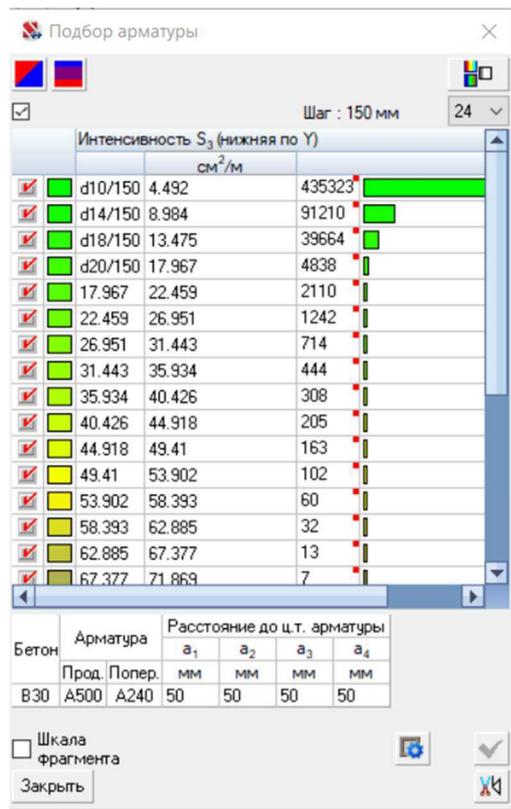


Рисунок 3.15 - Изополя армирования плиты перекрытия по Y (нижня)

При расчете армирования ствола жесткости учитывается вертикальное армирование элементов.

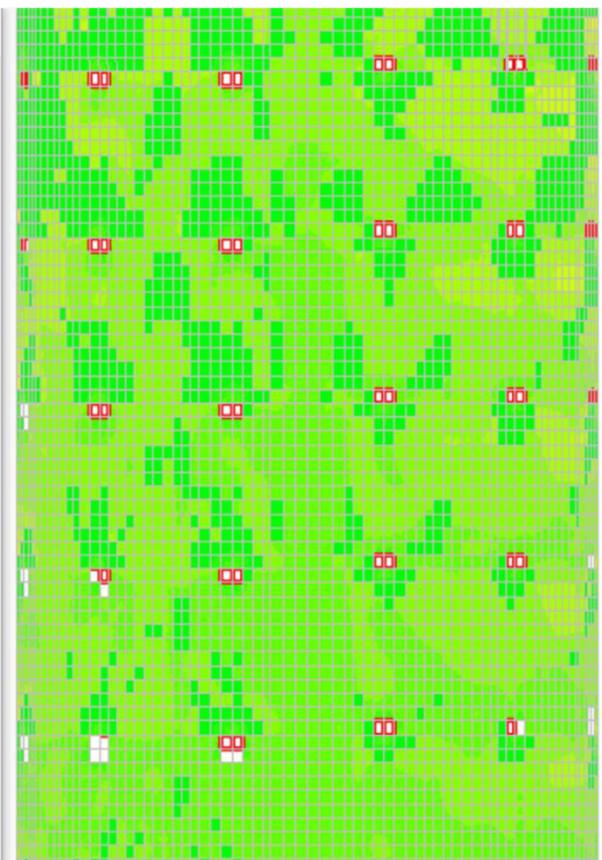
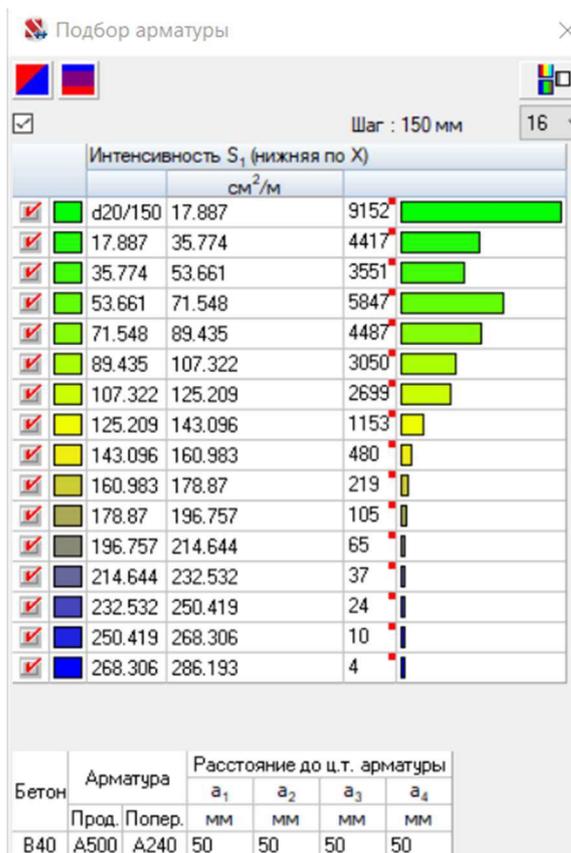


Рисунок 3.16 - Изополя армирования ствола жесткости по X (нижня)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

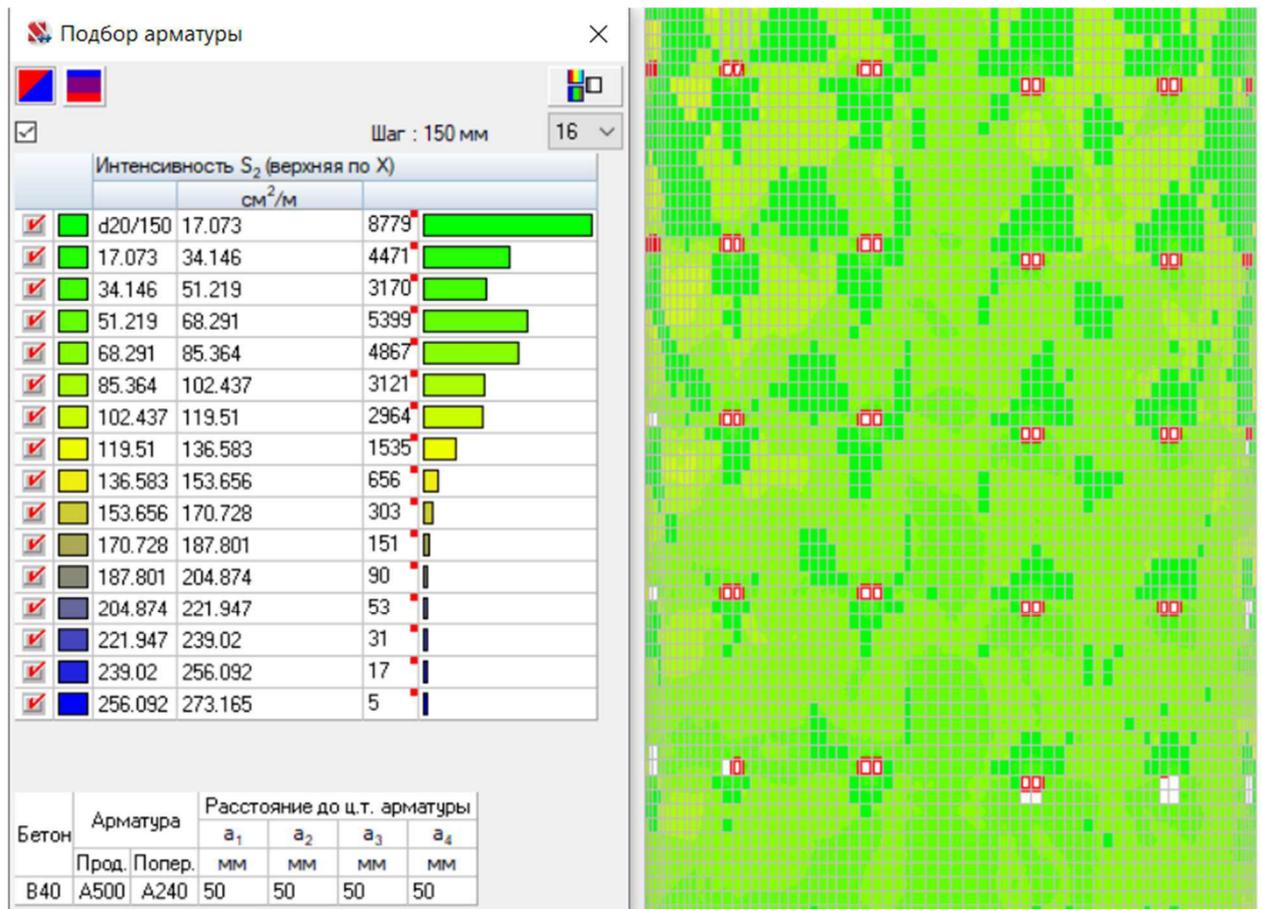


Рисунок 3.17 - Изополя армирования ствола жесткости по X (верхняя)

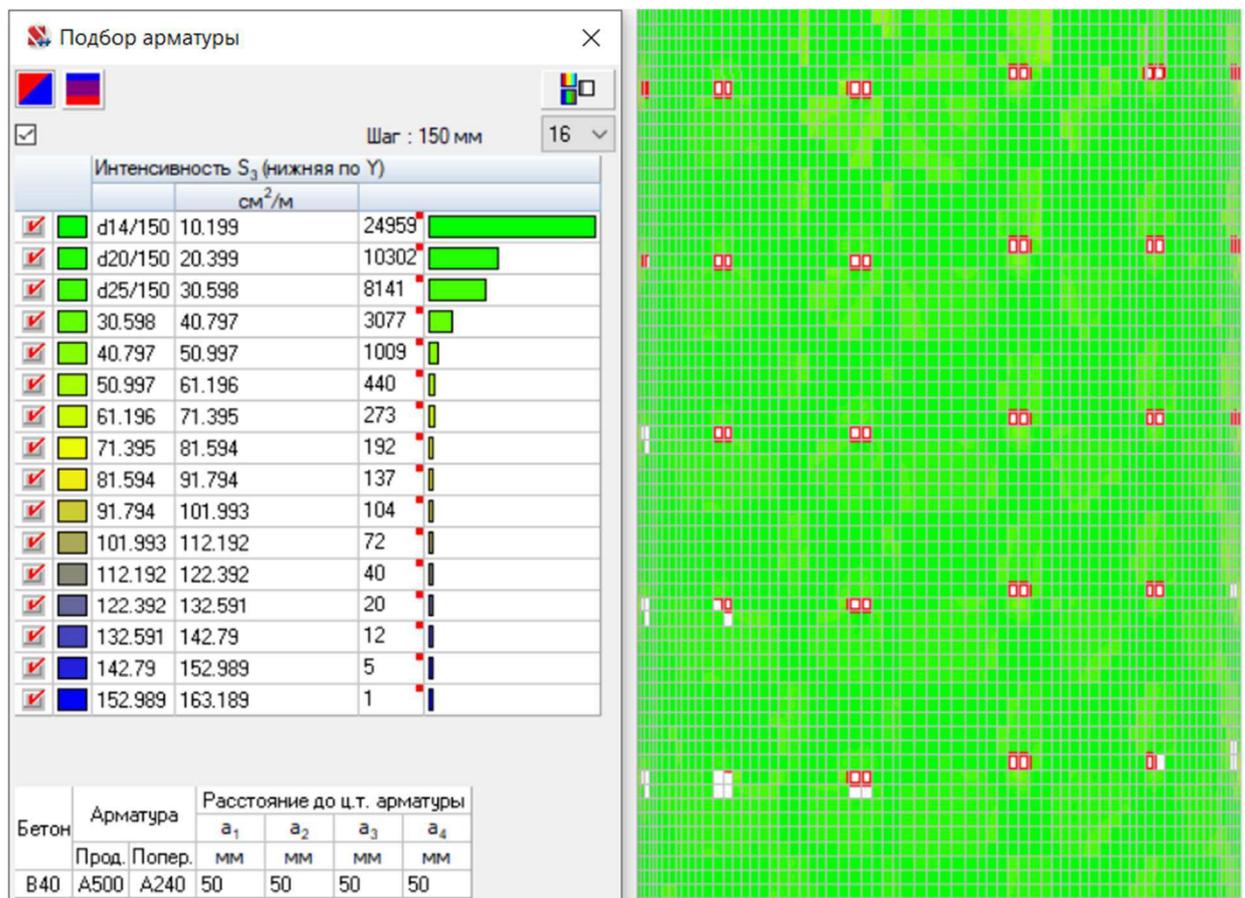


Рисунок 3.18 - Изополя армирования ствола жесткости по Y (нижняя)

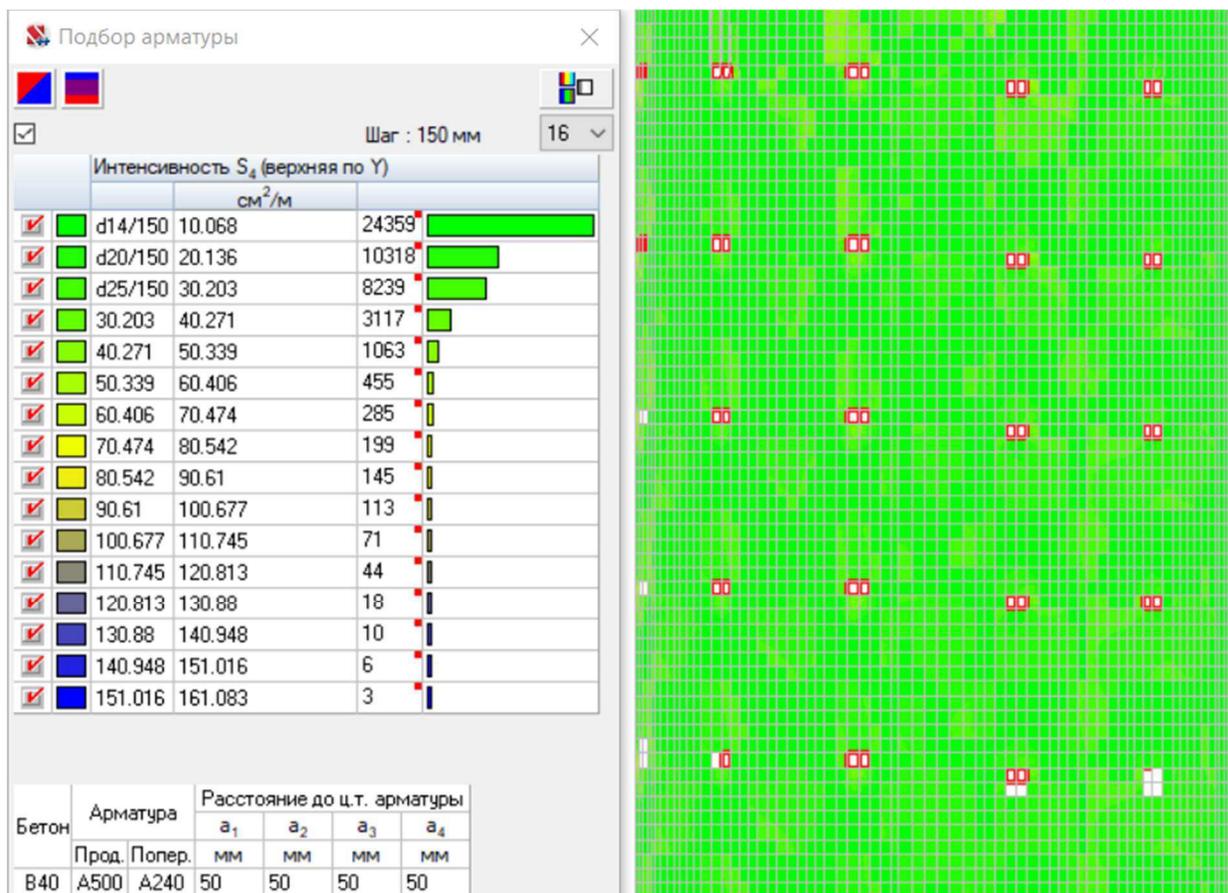


Рисунок 3.19 - Изополя армирования ствола жесткости по Y (верхняя)

Для армирования плиты перекрытия принимаются нижние сетки арматуры А500 диаметром 10 мм и верхние сетки арматуры А500 диаметром 10 мм с шагом 150 мм.

Для армирования ствола жесткости используются вертикальные стержни арматуры А500 диаметром 25 мм с шагом 150 мм, а также горизонтальные стержни арматуры А500 диаметром 10 мм с шагом 150 мм.

### 3.7 Расчет профилированного стального настила

#### 3.7.1 Расчет прочности сечений нормальных к продольной оси изгибаемого элемента

Расчет ведется по [19]. Монолитная железобетонная плита перекрытия по балкам с арматурой из СПН марки Н75-750-0,9 ( $A_n = 11,3 \text{ см}^2$ , расчетное сопротивление настила растяжению  $R_n = 220 \text{ МПа}$ ). Настил имеет ориентацию широкой полкой гофра вниз.

Бетон класса В30 (расчетное сопротивление бетона осевому сжатию  $R_b = 17 \cdot 0,9 = 15,3 \text{ МПа}$ ).

Расчет ведется с учетом коэффициента условий работы, учитывающего длительность действия нагрузки,  $\gamma_{b2} = 0,9$ .

Длина пролета 4 м.

1) Расчетный момент

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{11} = \frac{10,154 \cdot 4^2}{11} = 14,77 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2) Расчетная характеристика сжатой зоны бетона

$$w = \alpha - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,72.$$

3) Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона в сечении

$$\xi_R = w / \left[ 1 + R_n \cdot (1 - w / 1,1) / \sigma_{SR} \right] = 0,72 / \left[ 1 + 220(1 - 0,72 / 1,1) / 500 \right] = 0,63,$$

где  $\sigma_{SR}$  – напряжение в арматуре.

4) Граничное значение высоты сжатой зоны бетона

$$x_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,63 \cdot 18,12 = 11,42 \text{ см},$$

где  $h_0$  – рабочая высота сечения, равная сумме расстояния от узкой грани профилированного листа до его центра тяжести и высоты бетонной полки ( $h_0 = y_c + h_f = 3,62 + 14,5 = 18,12 \text{ см}$ ).

5) Высота сжатой зоны бетона

$$x = \frac{\gamma_n \cdot R_n \cdot A_n}{R_b \cdot b_f} = \frac{0,8 \cdot 220 \cdot 11,3 \cdot 10^{-1}}{15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8} = 6,91 \text{ см} < 11,42 \text{ см},$$

$x < x_R$ , следовательно нейтральная ось находится в пределах толщины полки плиты и не пересекает стенок профилированного настила.

б) Высота сжатой зоны бетона определяется из уравнения

$$R_b b_f x = \gamma_n R_n A_n + R_s A_s - R_{sc} A'_s, \quad (3.12)$$

где  $A'_s$  – площадь сечения армирования в сжатой зоне;

$R_{sc}$  – расчетное сопротивление армирования сжатию;

$A_s$  – площадь сечения армирования в растянутой зоне.

$$15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8 \cdot x = 0,8 \cdot 220 \cdot 10^{-1} \cdot 11,3 + \frac{500}{1,15} \cdot 10^{-1} \cdot 1,578 - 435 \cdot 10^{-1} \cdot 1,578;$$

$$x = 6,91 \text{ см}.$$

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$M \leq R_b \cdot b_f \cdot (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 15,3 \cdot 10^{-1} \cdot 18,8 \cdot (18,12 - 0,5 \cdot 6,91) + 435 \cdot 10^{-1} \cdot 1,578 \cdot (18,12 - 0,5 \cdot 2,5) = 1579,83 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

$$M_{\max} = 14,77 \text{ кН} \cdot \text{м} < M = 15,8 \text{ кН} \cdot \text{м}. \text{ Прочность обеспечена.}$$

Таким образом, принимается противоусадочная сетка с ячейкой 150x150 мм из арматурных стержней 10ØA500.

### 3.7.2 Расчет прочности сечений наклонных к продольной оси изгибаемого элемента

Расчетное сопротивление бетона класса В30 осевому растяжению  $R_{bt} = 1,12 \cdot 0,9 = 1 \text{ МПа}$ .

1) Расчетная поперечная сила на 1 гофр составляет

$$Q = 0,6ql = 0,6 \cdot 10,154 \cdot 4 = 24,37 \text{ кН}.$$

2) Для проверки условия прочности необходимо определить коэффициенты

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b, \quad (3.13)$$

где  $\beta = 0,01$  – значение коэффициента для тяжелого бетона.

$$\varphi_{b1} = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847.$$

3) Условие прочности на воздействие поперечных сил можно записать в следующем виде

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot (b + b' / 2) \cdot h_0, \quad (3.14)$$

где  $b, b'$  – ширина по низу и по верху таврового сечения плиты соответственно.

$$0,3 \cdot \varphi_{b1} \cdot R_b \cdot (b + b' / 2) \cdot h_0 = 0,3 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 10^{-1} \cdot (9 + 12,2 / 2) \cdot 18,12 = 106,4 \text{ кН} > 24,37 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется.

4) Поперечная сила, воспринимаемая бетоном

$$Q_b = \left\{ \left[ \varphi_{b4} \cdot (1 + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot (b + b') / 2 \right] h_0^2 \right\} / h, \quad (3.15)$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

где  $\varphi_{b4}$  – коэффициент, принимаемый для тяжелого бетона равным 1,5;  
 $\varphi_n$  – коэффициент, равный 0.

$$Q_b = \left\{ [1,5 \cdot 1 \cdot 10^{-1} \cdot (9 + 12,2) / 2] \cdot 18,12^2 \right\} / 22 = 23,73 \text{ кН};$$

$$Q \leq 0,17 R_n \cdot h_n \cdot 2t + Q_b = 0,17 \cdot 220 \cdot 10^{-1} \cdot 7,5 \cdot 2 \cdot 0,09 + 23,73 = 28,779 \text{ кН}.$$

$$28,779 \text{ кН} > 24,37 \text{ кН}.$$

$$Q \leq 0,17 R_n \cdot h_n \cdot 2t + Q_b = 0,17 \cdot 220 \cdot 7,5 \cdot 2 \cdot 0,009 + 23,73 = 28,78 \text{ кН} > 26,53 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется, следовательно прочность сечения по поперечной силе достаточна.

### 3.8 Расчет решетки колонн сквозного сечения

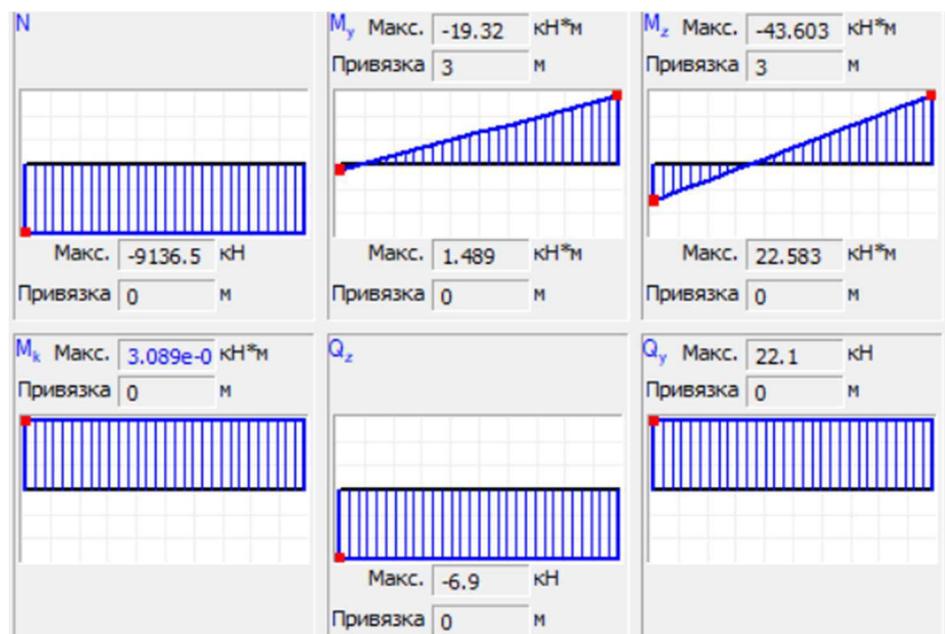


Рисунок 3.20 - Усилия в колонне в уровне парковки

1) Расчет решетки ведется по [20]. Его стоит производить на условную поперечную силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - E / R_y) N / \varphi, \quad (3.16)$$

где  $N$  – продольное усилие в колонне;

$\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии, принимаемый при расчёте сквозного стержня в плоскости решеток.

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 9136,5 / 1 = 107,352 \text{ кН}.$$

Т. к. фактическая поперечная сила меньше условной, то расчет ведется на нее.

Расчет элементов решеток стоит производить как расчет раскосов плоских ферм. Для данного вида расположения решетки необходимо рассчитать усилие в раскосе по формуле

$$N_d = \alpha_1 \cdot Q_s \cdot d / b, \quad (3.17)$$

где  $\alpha_1$  – коэффициент, принимаемый равным 0,5 для данного вида решетки;  
 $b = 0,8 \text{ м}$  – расстояние между осями;  
 $d = 1,131 \text{ м}$ ;  
 $Q_s$  – условная поперечная сила, приходящаяся на одну плоскость решетки.

$$N_d = 0,5 \cdot 107,352 \cdot 1,131 / 0,8 = 75,884 \text{ кН}.$$

2) Проверка прочности решетки осуществляется по формуле

$$\frac{N_d}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1. \quad (3.18)$$

где  $A_n$  – площадь сечения решеток (трубы прямоугольного сечения  $100 \times 60 \times 5$ ).

Для трубы прямоугольного сечения  $100 \times 60 \times 5$  получается

$$\frac{75,884 \cdot 10^3}{1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,237 < 1.$$

Прочность решетки обеспечена.

3) Проверка устойчивости решетки осуществляется по формуле

$$\frac{N_d}{\varphi \cdot A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.19)$$

где  $\varphi$  – коэффициент продольного изгиба при центральном сжатии.

Условная приведенная гибкость для сквозного сечения с решеткой определяется по формуле

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda_y^2 + \alpha \frac{A}{A_{d1}}}, \quad (3.20)$$

где  $A_{d1}$  – площадь сечения решеток (трубы прямоугольного сечения 100×60×5);

$\lambda_y$  – гибкость элемента.

Гибкость элемента находится по формуле

$$\lambda_y = l_{ef} / i_y, \quad (3.21)$$

где  $l_{ef}$  – расчетная длина;

$i_y$  – радиус инерции сечения.

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b}, \quad (3.22)$$

где  $l_b = 0,8 м.$

Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 3 = 1,5 м;$$

$$\lambda_y = 1500 / 159,441 = 9,408;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 24,984.$$

Условная приведенная гибкость

$$\lambda_{ef} = \sqrt{9,408^2 + 24,984 \cdot \frac{50060}{1436}} = 30,975;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 30,975 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,182.$$

Так как  $\bar{\lambda}_{ef} = 1,182 > 0,6$ , то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,182) + 1,182^2 = 11,671;$$

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (11,671 - \sqrt{11,671^2 - 39,48 \cdot 1,182^2}) / 1,182^2 = 0,955 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,182^2} = 5,44.$$

Для трубы прямоугольного сечения  $100 \times 60 \times 5$  получается

$$\frac{75,884 \cdot 10^3}{0,955 \cdot 1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,231 < 1.$$

Устойчивость решетки обеспечена.

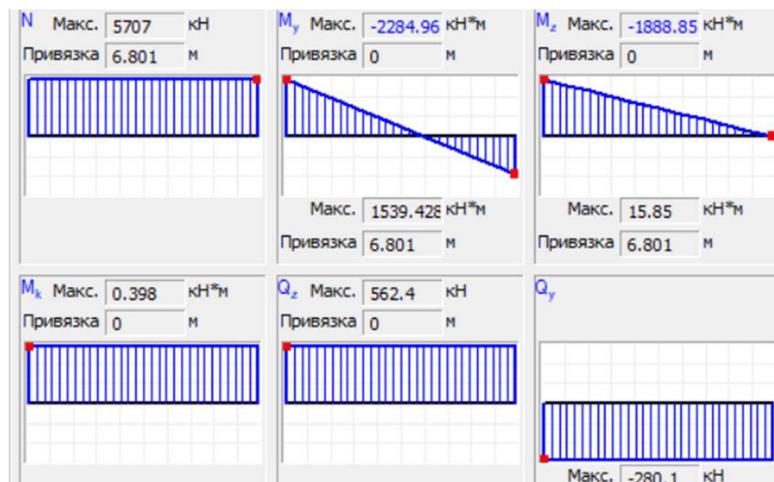


Рисунок 3.21 - Усилие в колонне в уровне купола

4) Расчет решетки стоит производить на условную поперечную силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 5707 / 1 = 67,056 \text{ кН}.$$

Т.к. фактическая поперечная сила больше условной, то решетки являются наиболее рациональным вариантом относительно планок. Расчет ведется по фактической поперечной силе.

Расчет элементов решеток стоит производить как расчет раскосов плоских ферм. Для данного вида расположения решетки необходимо рассчитать усилие в раскосе

$$N_d = 0,5 \cdot 562,4 \cdot 1,167 / 0,8 = 410,201 \text{ кН}.$$

5) Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 6,8 = 3,4 \text{ м}.$$

Принимаются трубы прямоугольного сечения  $150 \times 130 \times 5$

$$\lambda_y = 3400 / 356,965 = 9,525;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,167^3}{0,8^2 \cdot 0,85} = 29,216.$$

Условная приведенная гибкость (трубы прямоугольного сечения  $150 \times 130 \times 5$ )

$$\lambda_{ef} = \sqrt{9,525^2 + 29,216 \cdot \frac{83940}{2636}} = 31,954;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 31,954 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,219.$$

6) Проверка прочности решетки для трубы прямоугольного сечения  $150 \times 130 \times 5$

$$\frac{410,201 \cdot 10^3}{2636 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,648 < 1.$$

Прочность решетки обеспечена.

7) Проверка устойчивости решетки. Так как  $\bar{\lambda}_{ef} = 1,219 > 0,6$ , то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,219) + 1,219^2 = 11,782;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (11,782 - \sqrt{11,782^2 - 39,48 \cdot 1,219^2}) / 1,219^2 = 0,927 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,219^2} = 6,235.$$

Для трубы прямоугольного сечения  $150 \times 130 \times 5$  получается

$$\frac{410,201 \cdot 10^3}{0,927 \cdot 2636 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,699 < 1.$$

Устойчивость решетки обеспечена.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

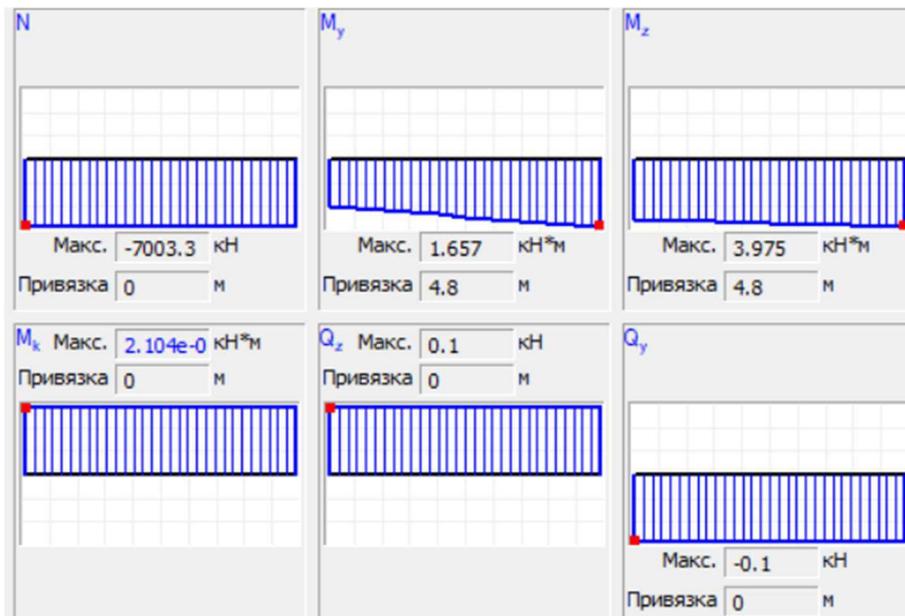


Рисунок 3.22 - Наибольшее усилие в колонне первого блока унификации надземной части здания

8) Расчет решетки стоит производить на условную поперечную силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 7003,3 / 1 = 82,288 \text{ кН}.$$

Расчет ведется по условной поперечной силе.

Расчет элементов решеток стоит производить как расчет раскосов плоских ферм. Для данного вида расположения решетки необходимо рассчитать усилие в раскосе

$$N_d = 0,5 \cdot 82,288 \cdot 1,131 / 0,8 = 58,167 \text{ кН}.$$

Осуществим подбор решетки.

Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4 \text{ м}.$$

Принимаются трубы прямоугольного сечения 100×60×5

$$\lambda_y = 2400 / 161,807 = 14,832;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 28,256.$$

Условная приведенная гибкость (трубы прямоугольного сечения 100×60×5

$$\lambda_{ef} = \sqrt{14,832^2 + 28,256 \cdot \frac{60179,997}{1436}} = 37,472;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 37,472 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,43.$$

9) Проверка прочности решетки для трубы прямоугольного сечения 100×60×5

$$\frac{58,167 \cdot 10^3}{1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,169 < 1.$$

Прочность решетки обеспечена.

10) Проверка устойчивости решетки. Так как  $\bar{\lambda}_{ef} = 1,43 > 0,6$ , то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,43) + 1,43^2 = 12,466;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (12,466 - \sqrt{12,466^2 - 39,48 \cdot 1,43^2}) / 1,43^2 = 0,935 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,43^2} = 3,717.$$

Для трубы прямоугольного сечения 100×60×5 получается

$$\frac{58,167 \cdot 10^3}{0,935 \cdot 1436 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,181 < 1.$$

Устойчивость решетки обеспечена.

										Лист
										51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					

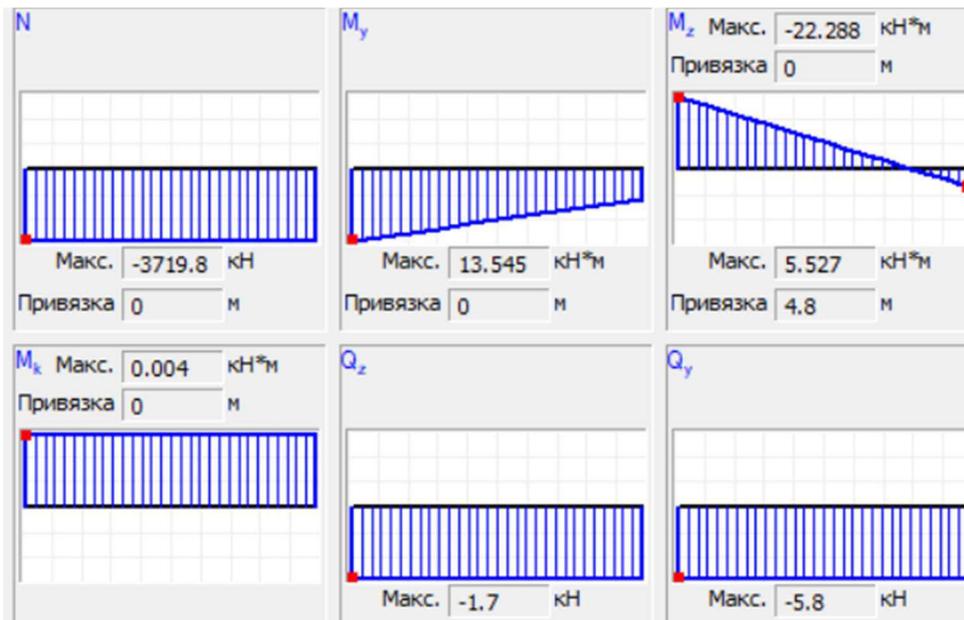


Рисунок 3.23 - Наибольшее усилие в колонне среднего блока унификации надземной части здания

11) Расчет решетки. Расчет решетки стоит производить на условную поперечную силу

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 3719,8 / 1 = 43,707 \text{ кН}.$$

Расчет ведется по условной поперечной силе.

Расчет элементов решеток стоит производить как расчет раскосов плоских ферм. Для данного вида расположения решетки необходимо рассчитать усилие в раскосе

$$N_d = 0,5 \cdot 43,707 \cdot 1,131 / 0,8 = 30,895 \text{ кН}.$$

Осуществим подбор решетки.

Расчетная длина колонны

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4,8 = 2,4 \text{ м}.$$

Принимаются трубы прямоугольного сечения 90×50×5

$$\lambda_y = 2400 / 164,987 = 14,547;$$

$$\alpha = 10 \frac{d^3}{b^2 l_b} = 10 \cdot \frac{1,131^3}{0,8^2 \cdot 0,8} = 28,256.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Условная приведенная гибкость (трубы прямоугольного сечения 90×50×5)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{14,547^2 + 28,256 \cdot \frac{73259,994}{1236}} = 43,433;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 43,433 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,657.$$

12) Проверка прочности решетки для трубы прямоугольного сечения 90×50×5

$$\frac{30,895 \cdot 10^3}{1236 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,104 < 1.$$

Прочность решетки обеспечена.

13) Проверка устойчивости решетки. Так как  $\bar{\lambda}_{ef} = 1,657 > 0,6$ , то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,657) + 1,657^2 = 13,301;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (13,301 - \sqrt{13,301^2 - 39,48 \cdot 1,657^2}) / 1,657^2 = 0,915 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,657^2} = 2,768.$$

Для трубы прямоугольного сечения 90×50×5 получается

$$\frac{30,895 \cdot 10^3}{0,915 \cdot 1236 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,114 < 1.$$

Устойчивость решетки обеспечена.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				53



Условная приведенная гибкость (трубы прямоугольного сечения 100×60×5)

$$\lambda_{ef} = \sqrt{13,727^2 + 28,256 \cdot \frac{117899,999}{1836}} = 44,754;$$

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 44,754 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,708.$$

15) Проверка прочности решетки для трубы прямоугольного сечения 120×80×5

$$\frac{356,548 \cdot 10^3}{1836 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,809 < 1.$$

Прочность решетки обеспечена.

16) Проверка устойчивости решетки. Так как  $\bar{\lambda}_{ef} = 1,708 > 0,6$ , то

$$\delta = 9,87 \cdot (1 - \alpha + \beta \bar{\lambda}_{ef}) + \bar{\lambda}_{ef}^2 = 9,87 \cdot (1 - 0,03 + 0,06 \cdot 1,708) + 1,708^2 = 14,219;$$

$$\varphi = 0,5 \cdot (\delta - \sqrt{\delta^2 - 39,48 \cdot \bar{\lambda}_{ef}^2}) / \bar{\lambda}_{ef}^2 = 0,5 \cdot (14,219 - \sqrt{14,219^2 - 39,48 \cdot 1,708^2}) / 1,708^2 = 0,838 < \frac{7,6}{\bar{\lambda}_{ef}^2} = \frac{7,6}{1,708^2} = 4,45.$$

Для трубы прямоугольного сечения 120×80×5 получается

$$\frac{356,548 \cdot 10^3}{0,838 \cdot 1836 \cdot 300 \cdot 0,8} = 0,966 < 1.$$

Устойчивость решетки обеспечена.

### 3.9 Конструктивный расчет базы колонны сквозного сечения в уровне парковки

Расчет ведется по [20], [21]. Принимается болт анкерный точности В, диаметром 36мм; материал фундамента – бетон класса прочности В35 с расчётным сопротивлением на осевое сжатие

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$R_b = \frac{R_{b,n}}{\gamma_b}, \quad (3.23)$$

где  $R_{b,n}$  – сопротивление бетона осевому сжатию;  
 $\gamma_b$  – коэффициент, принимаемый 1,3 для тяжелого бетона.

$$R_b = \frac{25,5}{1,3} = 19,615 \text{ МПа.}$$

1) Требуемая площадь опорной плиты из условия прочности бетона при местном смятии

$$A_{req} = N / R_{b,loc} = 9136,5 / (27,462 \cdot 10^{-3}) = 332696,089 \text{ мм}^2;$$

$$R_{b,loc} = \psi_{b,loc} \cdot R_b = 1,4 \cdot 19,615 = 27,462 \text{ МПа.}$$

2) Ширина опорной плиты

$$B_{pl} = b + 2 \cdot (t_{tr} + c) = 372 + 2 \cdot (12 + 75) = 546 \text{ мм,}$$

где  $b$  – ширина полки стержня колонны;  
 $t_r = 1,2$  см – толщина траверсы;  
 $c = 7,5$  см – вылет консольной части плиты.

3) Длина опорной плиты

$$L_{pl} = A_{req} / B_{pl} = 332696,089 / 550 = 604,902 \text{ мм.}$$

Принимается размер плиты 1330x550 мм.

4) Реактивный отпор фундамента

$$q = N / A_{pl} = 9136,5 / (1330 \cdot 550) = 0,012 \text{ кН / мм}^2.$$

5) Момент для консольного участка плиты

$$M_1 = 0,5 \cdot q \cdot c^2 = 0,5 \cdot 0,012 \cdot 77^2 = 35,574 \text{ кН} \cdot \text{мм.}$$

6) Момент для участка плиты, опертого на четыре стороны в направлении короткой и длинной сторон соответственно и момент для участка

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

плиты, опертого по трем сторонам

$$M_a = \alpha_1 \cdot q \cdot a^2 = 0,125 \cdot 0,012 \cdot 372^2 = 207,576 \text{кН} \cdot \text{мм};$$

$$b / a = 783,6 / 372 = 2,106;$$

$$M_b = \alpha_2 \cdot q \cdot a^2 = 0,037 \cdot 0,012 \cdot 372^2 = 61,44 \text{кН} \cdot \text{мм};$$

$$M_3 = \alpha_3 \cdot q \cdot (d_1)^2 \rightarrow \alpha_3 = a_1 / d_1 = 256,8 / 372 = 0,69 > 0,5;$$

$$M_3 = \alpha_3 \cdot q \cdot (d_1)^2 = 0,088 \cdot 0,012 \cdot 372^2 = 146,134 \text{кН} \cdot \text{мм},$$

где  $\alpha$  – коэффициенты, зависящие от условий опирания и соотношения сторон участков плиты;

$d_1$  – длина свободной стороны;

$a$  – длина короткой стороны.

7) Необходимая толщина опорной плиты

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 207,576}{300 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}} = 58,82 \text{мм} \approx 6 \text{см}.$$

Толщина опорной плиты 60мм.

8) Расчетной схемой траверсы является двухконсольная балка первого класса, шарнирноопертая на полки колонн. Нагрузка – реактивный отпор фундамента с половины ширины опорной плиты

$$q_{tr} = q \cdot B_{pl} / 2 = 0,012 \cdot 550 / 2 = 3,3 \text{кН} / \text{мм}.$$

9) Необходимо определить высоту траверсы из условия размещения сварных швов, необходимых для ее крепления к полкам колонны.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1,$$

где  $\beta_z, \beta_f$  – коэффициенты, принимаемые в зависимости от типа сварки;

$R_{wz}, R_{wf}$  – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления и по металлу шва соответственно.

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$R_{wf} = 215 \text{ МПа};$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot R_u \cdot \gamma_m = 0,45 \cdot 450 \cdot 1,05 = 212,625 \text{ МПа};$$

$$h_{tr} = \frac{q_{tr} \cdot L_{pl}}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{3,3 \cdot 1330}{2 \cdot 0,9 \cdot 215 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1} + 10 = 1134,109 \text{ мм},$$

где  $k_f = 10 \text{ мм}$  – катет шва.

Принимается высота траверсы  $h_{tr} = 1135 \text{ мм}$ . Необходимо произвести проверку траверсы из условия ее прочности при работе на изгиб.

10) Изгибающие моменты и поперечная сила

$$M_{tr,1} = 3,3 \cdot 800^2 / 8 - 3,3 \cdot 265^2 / 2 = 148128,75 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$M_{tr,2} = 3,3 \cdot 256,8^2 / 2 = 108811,296 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$Q_{tr,2} = 3,3 \cdot 256,8 = 847,44 \text{ кН}.$$

11) Геометрические характеристики сечения траверсы

$$A_{tr} = 113,5 \cdot 1,2 = 136,2 \text{ см}^2;$$

$$W_{tr} = 1,2 \cdot 113,5^2 / 6 = 2576,45 \text{ см}^3;$$

$$I_{tr} = 1,2 \cdot 113,5^3 / 12 = 146213,538 \text{ см}^4.$$

12) Проверка прочности траверсы

$$\frac{M_{tr,1}}{W_{tr} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{148128,75}{2576450 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0,192 < 1;$$

$$\sigma_x = \frac{M_{tr,2}}{W_{tr}} = \frac{108811,296}{2576450} = 0,0422 \text{ кН} / \text{мм}^2;$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{tr,2}}{A_{tr}} = \frac{847,44}{13620} = 0,0622 \text{ кН} / \text{мм}^2;$$

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$\frac{0,87}{R_y \cdot \gamma_c} \sqrt{(\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_{xy}^2)} = \frac{0,87}{300 \cdot 10^{-3} \cdot 1} \sqrt{(0,0422^2 + 3 \cdot 0,0622^2)} = 0,336 < 1.$$

13) При определении толщины швов, прикрепляющих листы траверсы к плите, расчет ведется по металлу шва

$$\sum l_w = (550 - 10) + 2 \cdot (256,8 - 10) = 1033,6 \text{ мм} - \text{расчетная длина шва};$$

$$k_f = \frac{q_{tr} \cdot L_{pl}}{\beta_f \cdot \sum l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{3,3 \cdot 1330}{0,9 \cdot 1033,6 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \cdot 1} = 15,73 \text{ мм}.$$

Принимается  $k_f = 16 \text{ мм}$ .

### 3.10 Конструктивный расчет базы колонны сплошного сечения в уровне парковки

Принимается болт анкерный точностью В, диаметром 30 мм; материал фундамента – бетон класса прочности В35 с расчетным сопротивлением на осевое сжатие  $R_b = 19,615 \text{ МПа}$ .

1) Требуемая площадь опорной плиты из условия прочности бетона при местном смятии

$$A_{req} = N / R_{b,loc} = 2801,2 / (27,462 \cdot 10^{-3}) = 102002,767 \text{ мм}^2;$$

$$R_{b,loc} = \psi_{b,loc} \cdot R_b = 1,4 \cdot 19,615 = 27,462 \text{ МПа}.$$

2) Ширина опорной плиты

$$B_{pl} = b + 2 \cdot (t_{tr} + c) = 369 + 2 \cdot (12 + 100) = 593 \text{ мм}.$$

3) Длина опорной плиты

$$L_{pl} = A_{req} / B_{pl} = 102002,767 / 593 = 172,011 \text{ мм}.$$

Принимается размер плиты 600x470 мм.

4) Реактивный отпор фундамента

$$q = N / A_{pl} = 2801,2 / (600 \cdot 470) = 0,01 \text{ кН} / \text{мм}^2.$$

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

5) Момент для консольного участка плиты

$$M_1 = 0,5 \cdot q \cdot c^2 = 0,5 \cdot 0,01 \cdot 103,5^2 = 53,561 \text{кН} \cdot \text{мм}.$$

6) Момент для участка плиты, опертого на четыре стороны в направлении короткой и длинной сторон соответственно и момент для участка плиты, опертого по трем сторонам

$$M_a = \alpha_1 \cdot q \cdot a^2 = 0,094 \cdot 0,01 \cdot 178,9^2 = 30,085 \text{кН} \cdot \text{мм};$$

$$b / a = 320 / 178,9 = 1,789;$$

$$M_b = \alpha_2 \cdot q \cdot a^2 = 0,048 \cdot 0,01 \cdot 178,9^2 = 15,363 \text{кН} \cdot \text{мм};$$

$$M_3 = \alpha_3 \cdot q \cdot (d_1)^2 \rightarrow \alpha_3 = a_1 / d_1 = 57 / 369 = 0,154 < 0,5;$$

$$M_3 = q \cdot (a_1)^2 / 2 = 0,01 \cdot 57^2 / 2 = 16,245 \text{кН} \cdot \text{мм}.$$

7) Необходимая толщина опорной плиты

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 53,561}{300 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}} = 29,878 \text{мм}.$$

Толщина опорной плиты 30мм.

8) Расчетной схемой траверсы является двухконсольная балка первого класса, шарнирноопертая на полки колонн. Нагрузка – реактивный отпор фундамента с половины ширины опорной плиты

$$q_{tr} = q \cdot B_{pl} / 2 = 0,01 \cdot 600 / 2 = 3 \text{кН} / \text{мм}.$$

9) Необходимо определить высоту траверсы из условия размещения сварных швов, необходимых для ее крепления к полкам колонны.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1;$$

$$R_{wf} = 215 \text{МПа};$$

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot R_u \cdot \gamma_m = 0,45 \cdot 450 \cdot 1,05 = 212,625 \text{ МПа};$$

$$h_{tr} = \frac{q_{tr} \cdot L_{pl}}{2 \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{3 \cdot 470}{2 \cdot 0,9 \cdot 215 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 1} + 10 = 374,341 \text{ мм.}$$

Принимается высота траверсы  $h_{tr}=380 \text{ мм}$ . Необходимо произвести проверку траверсы из условия ее прочности при работе на изгиб.

10) Изгибающие моменты и поперечная сила

$$M_{tr,1} = 3 \cdot 338^2 / 8 - 3 \cdot 66^2 / 2 = 36307,5 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$M_{tr,2} = 3 \cdot 57^2 / 2 = 4873,5 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$Q_{tr,2} = 3 \cdot 57 = 171 \text{ кН.}$$

11) Геометрические характеристики сечения траверсы

$$A_{tr} = 38 \cdot 1,2 = 45,6 \text{ см}^2;$$

$$W_{tr} = 1,2 \cdot 38^2 / 6 = 288,8 \text{ см}^3;$$

$$I_{tr} = 1,2 \cdot 38^3 / 12 = 5487,2 \text{ см}^4.$$

12) Проверка прочности траверсы

$$\frac{M_{tr,1}}{W_{tr} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{36307,5}{288800 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0,419 < 1;$$

$$\sigma_x = \frac{M_{tr,2}}{W_{tr}} = \frac{4873,5}{288800} = 0,0169 \text{ кН} / \text{мм}^2;$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{tr,2}}{A_{tr}} = \frac{171}{4560} = 0,0375 \text{ кН} / \text{мм}^2;$$

$$\frac{0,87}{R_y \cdot \gamma_c} \sqrt{(\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_{xy}^2)} = \frac{0,87}{300 \cdot 10^{-3} \cdot 1} \sqrt{(0,0169^2 + 3 \cdot 0,0375^2)} = 0,195 < 1.$$

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

13) При определении толщины швов, прикрепляющих листы траверсы к плите, расчет ведется по металлу шва

$$\sum l_w = (470 - 10) + 2 \cdot (57 - 10) = 554 \text{ мм} - \text{расчетная длина шва};$$

$$k_f = \frac{q_{tr} \cdot L_{pl}}{\beta_f \cdot \sum l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{3 \cdot 470}{0,9 \cdot 554 \cdot 300 \cdot 10^{-3} \cdot 1} = 9,426 \text{ мм}.$$

Принимается  $k_f = 10 \text{ мм}$ .

### 3.11 Конструирование узла сопряжения колонны, главной и второстепенной балки нижнего блока унификации

1) Необходимо определить усилия в отдельных ветвях колонны. Продольная сила определяется по формуле

$$N_i = \frac{N}{h_0} \pm \frac{M}{h_0}, \quad (3.24)$$

где  $h_0$  – расстояние между центрами тяжести колонн.

$$N_1 = \frac{7003,3}{0,8} + \frac{3,975}{0,8} = 8759,094 \text{ кН};$$

$$N_2 = \frac{7003,3}{0,8} - \frac{3,975}{0,8} = 8749,156 \text{ кН}.$$

Условная поперечная сила

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} \cdot (2330 - 2,06 \cdot 10^5 / 300) \cdot 8759,094 / 1 = 102,918 \text{ кН}.$$

Перерезывающая сила

$$F = Q_{fic} l / b_{ef} = 102,918 \cdot 0,697 / 0,8 = 89,667 \text{ кН};$$

$$M = Q_{fic} l / 2 = 102,918 \cdot 0,697 / 2 = 35,867 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

2) Для крепления главной балки к колонне сквозного сечения нужно законструировать балку, которая располагалась бы между ветвями. Необходимо подобрать сечение балки и проверить его прочность и устойчивость по касательным и нормальным напряжениям

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Принимается двутавр W360x370x196. Крепление вподрезку.

3) Проверка прочности по нормальным напряжениям

$$\sigma = \frac{M}{W_{\min}} \leq R_y \cdot \gamma_c; \quad (3.25)$$

$$\sigma = \frac{35,867 \cdot 10^6}{1222459,821} = 29,34 \text{ Н / мм}^2 < 300 \cdot 0,95 = 285 \text{ Н / мм}^2.$$

4) Проверка прочности по касательным напряжениям

$$\tau = \frac{Q \cdot S_y}{s \cdot I_y} \leq R_s \cdot \gamma_c, \quad (3.26)$$

где  $R_s$  – расчетное сопротивление стали сдвигу.

$$R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 300 = 174 \text{ МПа};$$

$$\tau = \frac{89,667 \cdot 10^3 \cdot 10012 \cdot 10^3}{16,4 \cdot 636300013,866} = 86,03 \text{ Н / мм}^2 < 174 \cdot 0,95 = 165,3 \text{ Н / мм}^2.$$

Условия выполняются.

5) Следует проверить прогибы. Для этого необходимо сравнить с предельными прогибами имеющиеся максимальные значения.

Максимальные прогибы можно вычислить по формуле

$$f_{\max} = \frac{5 \cdot M_{\max} \cdot l^2}{48 \cdot I_y \cdot E}; \quad (3.27)$$

$$f_{\max} = \frac{5 \cdot 35,867 \cdot 10^6 \cdot 800^2}{48 \cdot 636300013,866 \cdot 2,06 \cdot 10^5} = 0,0182 \text{ мм}.$$

Предельные значения прогибов

$$f_u = l / 120 = \frac{800}{120} = 6,67 \text{ мм};$$

$$f_u = 6,67 \text{ мм} > f_{\max} = 0,0182 \text{ мм}.$$

Все условия выполняются.

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

б) Для крепления главной балки к балке, располагающейся между ветвями колонны, используются болты. Для конструирования болтового соединения необходимо определить расчетные усилия

Расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом при работе его на срез

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c, \quad (3.28)$$

где  $R_{bs}$  – расчетное сопротивление срезу одноболтового соединения;

$A_b$  – площадь одного болта для М16;

$n_s$  – число расчетных срезов одного болта;

$\gamma_b$  – коэффициент условий работы болтового соединения, для многоболтового соединения с болтами точности В  $\gamma_b = 1 \cdot 0,9 = 0,9$ .

$$N_{bs} = 220 \cdot 10^{-1} \cdot 2,01 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 1 = 79,596 \text{ кН}.$$

Расчетное усилие в одноболтовом соединении при работе соединения на смятие

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c, \quad (3.29)$$

где  $R_{bp} = 2R_y = 2 \cdot 300 = 600 \text{ Н / мм}^2$  – расчетное сопротивление смятию одноболтового соединения;

$d_b$  – наружный диаметр стержня болта;

$\sum t$  – наименьшая суммарная толщина листов, сминаемых в одном направлении.

$$N_{bp} = 600 \cdot 16 \cdot 37,5 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 324 \text{ кН}.$$

Количество болтов в соединении

$$n = \frac{R}{N_{b,\min}} = \frac{102,918}{79,596} = 1,293.$$

Принимаются 2 болта М16 точности В.

Для крепления балки, на которую опирается главная балка, к колонне применяется сварное соединение. Нужно проверить местное напряжение в стенках балки. Проверка проводится по формуле

$$\frac{\sigma_{loc}}{R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.30)$$

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

где  $\sigma_{loc}$  – имеющиеся местные напряжения.

$$\sigma_{loc} = \frac{R_{\sigma}}{t_w \cdot l_{ef}} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (3.31)$$

где  $R_{\sigma}$  – опорная реакция балки;

$t_w$  – толщина стенки;

$l_{ef}$  – условная длина распределения нагрузки.

$$l_{ef} = b + 2h = 374 + 2 \cdot 26,2 = 426,4 \text{ мм};$$

$$\sigma_{loc} = \frac{102,918 \cdot 10^3}{16,4 \cdot 426,4} = 14,717 \leq 300 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{20,329}{300 \cdot 1} = 0,068 < 1.$$

Условие выполняется.

Для крепления второстепенной балки к колонне необходимо предусмотреть планку. Планка крепится к второстепенной балке с помощью болтов. Нужно рассчитать болтовое соединение.

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 220 \cdot 10^{-1} \cdot 2,01 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 39,798 \text{ кН};$$

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 600 \cdot 16 \cdot (7,5 \cdot 2 + 8) \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 198,72 \text{ кН};$$

$$n = \frac{R}{N_{b,\min}} = \frac{9,6}{39,798} = 0,241.$$

Принимаются 2 болта с точностью В М16.

Исходя из расположения болтов принимается планка толщиной 8 мм, длиной 100 мм, шириной 160 мм.

Прочность планки в ослабленном сечении проверяется по формуле

$$\frac{Q}{A_{n,pl} \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.32)$$

где  $A_{n,pl}$  – площадь планки нетто.

$$A_{n,pl} = (b_{pl} - 2d) \cdot t_{pl} = (160 - 2 \cdot 18) \cdot 8 = 992 \text{ мм}^2;$$

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$\frac{9,6 \cdot 10^3}{992 \cdot 174 \cdot 1} = 0,056 < 1.$$

Условие выполняется.

Проверка прочности планки в крайних волокнах планки

– по нормальным напряжениям

$$\frac{M_{pl}}{W_{pl} \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{9,6 \cdot 10^3 \cdot 60}{\frac{8 \cdot 160^2}{6} \cdot 300 \cdot 1} = 0,056 < 1.$$

– по касательным напряжениям

$$\frac{Q_{pl} \cdot S_{pl}}{I_{pl} \cdot t_{pl} \cdot R_s \cdot \gamma_c} = \frac{9,6 \cdot 10^3 \cdot \frac{160 \cdot 8}{2} \cdot \frac{160}{4}}{\frac{8 \cdot 160^3}{12} \cdot 8 \cdot 174 \cdot 1} = 0,065 < 1.$$

Все условия выполняются.

Проверка по приведенным напряжениям

$$\sigma_x = \frac{M_{pl}}{W_{pl}} = \frac{9,6 \cdot 10^3 \cdot 60}{\frac{8 \cdot 160^2}{6}} = 16,875 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{xy} = \frac{Q}{A_{pl}} = \frac{9,6 \cdot 10^3}{8 \cdot 160} = 7,5 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{0,87}{R_y \cdot \gamma_c} \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} = \frac{0,87}{300 \cdot 1} \cdot \sqrt{16,875^2 + 3 \cdot 7,5^2} = 0,062 < 1.$$

Условие выполняется.

Необходимо осуществить проверку швов крепления планки к второстепенной балке и к ветвям колонны.

Сварка выполняется покрытыми электродами типа Э50А. Катет шва бмм.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Расчетная длина шва

$$l_w = b_{pl} - 10 = 160 - 10 = 150 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 150 \cdot \beta_f \cdot k_f = 150 \cdot 0,9 \cdot 6 = 810 \text{ мм}^2.$$

Момент инерции сварного шва

$$I_{x_0} = \frac{(2 \cdot \beta_f \cdot k_f)^3 \cdot l_w}{12} = \frac{(2 \cdot 0,9 \cdot 6)^3 \cdot 150}{12} = 15746,4 \text{ мм}^4;$$

Касательные напряжения от момента

$$\tau_M = \frac{M}{W} = \frac{M \cdot y}{I_{x_0}} = \frac{0,576 \cdot 10^3 \cdot 80}{15756,4} = 2,925 \text{ Н / мм}^2 < R_{ws} \gamma_c = 174 \cdot 1 = 174 \text{ Н / мм}^2.$$

Условие выполняется.

Проверка по местным напряжениям

$$\sigma_{loc} = \frac{102,918 \cdot 10^3}{8 \cdot 150} = 85,765 \leq 300 \text{ Н / мм}^2.$$

Условие выполняется.

Помимо планки второстепенная балка крепится к колонне с помощью 2 равнополочных уголков 70x8мм сваркой.

Необходимо осуществить проверку швов крепления уголков к второстепенной балке и к ветвям колонны. Сварка выполняется покрытыми электродами типа Э50А. Катет шва 6мм.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

Расчетная длина шва

$$l_w = b - 10 = 70 - 10 = 60 \text{ мм.}$$

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Площадь сварного шва

$$A_w = 60 \cdot \beta_f \cdot k_f = 60 \cdot 0,9 \cdot 6 = 324 \text{ мм}^2.$$

Моменты инерции сварных швов относительно их центра тяжести

$$I_{zx} = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 6 \cdot 60^3}{12} = 194400 \text{ мм}^4;$$

$$I_{zy} = 2a^2 \cdot A_w \cdot \beta_f \cdot k_f = 2 \cdot 70^2 \cdot 60 \cdot 0,9 \cdot 6 = 3175200 \text{ мм}^4.$$

Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки пересечения второстепенной балки и планки

$$r = 70 \text{ мм}.$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{576 \cdot 70}{(194400 + 3175200) \cdot 0,9 \cdot 6} = 0,0022 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,0022 \cdot \cos 90 = 0 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,0022 \cdot \sin 90 = 0,0022 \text{ Н / мм}^2.$$

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{9,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 60 \cdot 0,9 \cdot 6} = 14,815 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 6} \sqrt{(14,815 + 0,0022)^2} = 2,744 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{2,744}{215 \cdot 1} = 0,013 < 1.$$

Условие выполняется.

По другому направлению шва. Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки пересечения второстепенной балки и планки

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$r = 35 \text{ мм.}$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{576 \cdot 35}{(194400 + 3175200) \cdot 0,9 \cdot 6} = 0,0011 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,0011 \cdot \cos 90 = 0 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,0011 \cdot \sin 90 = 0,0011 \text{ Н / мм}^2.$$

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{9,6 \cdot 10^3}{2 \cdot 60 \cdot 0,9 \cdot 6} = 14,815 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 6} \sqrt{(14,815 + 0,0011)^2} = 2,744 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{2,744}{215 \cdot 1} = 0,013 < 1.$$

Условие выполняется.  $k_f = 6 \text{ мм.}$

7) Размеры поперечного ребра жесткости в местах крепления нижнего пояса составляют  $188 \times 320 \text{ мм.}$

Необходимо определить толщину ребра жесткости. Она составит

$$t = 2b \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 188 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 14,35 \text{ мм.}$$

Принимается ребро жесткости толщиной  $16 \text{ мм.}$  Ребро приваривается с катетом шва  $k_f = 6 \text{ мм.}$

### 3.12 Конструирование узла стыка колонн первого блока унификации

Колонны стыкуются с помощью 2 стальных планок, соединенных болтами. Необходимо рассчитать количество болтов, а также рассчитать прочность сварного соединения планки и колонны.

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

1) Расчет болтового соединения на смятие и срез

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 220 \cdot 10^{-1} \cdot 2,01 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 39,798 \text{ кН};$$

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 600 \cdot 16 \cdot 40 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 345,6 \text{ кН};$$

$$n = \frac{R}{N_{b,\min}} = \frac{102,918}{39,798} = 2,586.$$

Принимаются 4 болта М16.

2) Расчет сварного соединения. Размер планок 540x555x20мм.

Расчет производится на условный срез от продольной силы в ветви колонны. Наибольшее продольное усилие в ветви колонны составного сечения (нижний блок унификации) составляет

$$N_1 = \frac{7003,3}{0,8} + \frac{3,975}{0,8} = 8759,094 \text{ кН};$$

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

Проверка сварного соединения производится исходя из условия

$$\frac{N_1}{\beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c \cdot k_f \cdot l_w} \leq 1; \quad (3.33)$$

$$l_w = 2 \cdot (319,6 - 10) + 2 \cdot (395 - 10) + 2 \cdot (376,1 - 10 \cdot 2) = 2101,4 \text{ мм};$$

$$\frac{8759,094 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 2101,4} = 2,154 > 1.$$

Условие не выполняется. Примем катет шва 22мм.

$$\frac{8759,094 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 22 \cdot 2101,4} = 0,979 < 1.$$

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

### 3.13 Конструирование узла сопряжения балок купола

Узел сопряжения балок купола формируется с использованием планок и узлового колпака. Балки двутаврового сечения урезаются по направлению к центру узла.

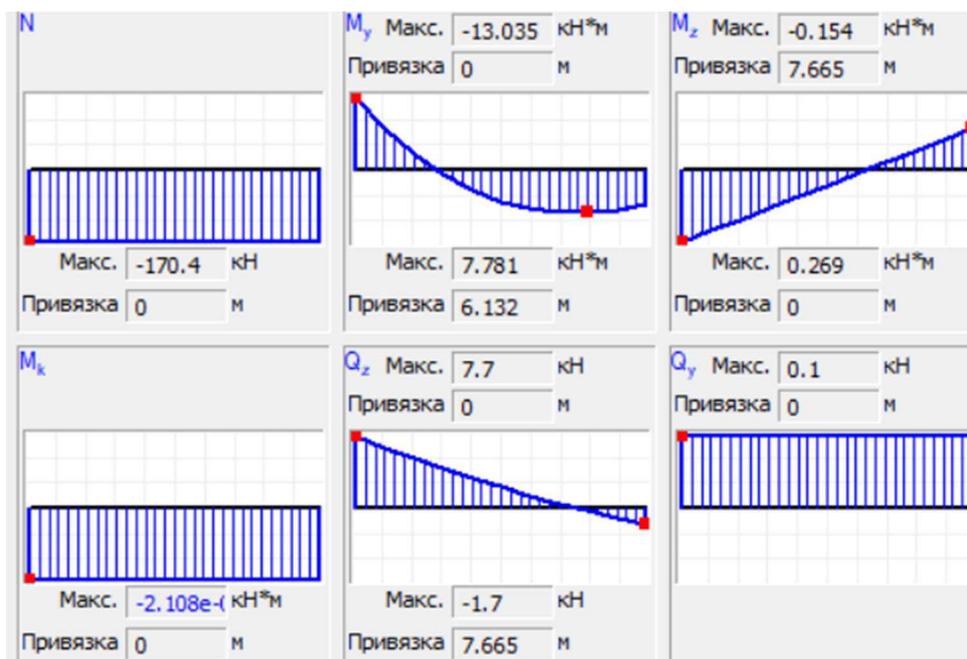


Рисунок 3.25 - Усилия в балке купола

1) Расчет болтового соединения на смятие и срез

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 220 \cdot 10^{-1} \cdot 2,54 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 50,292 \text{ кН};$$

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 600 \cdot 18 \cdot 22,7 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 220,644 \text{ кН};$$

$$n = \frac{R}{N_{b,\min}} = \frac{170,4}{50,292} = 3,388.$$

Принимаются 4 болта М18.

2) Расчет сварного соединения. Для соединения используется планка размерами 300x200x268x202мм, t=8мм.

Необходимо осуществить проверку швов крепления планки.

Сварка выполняется покрытыми электродами типа Э50А. Катет шва 5мм.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{1,1 \cdot 215}{1,15 \cdot 212,625} = 0,967 < 1.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Расчетная длина шва

$$l_w = 202 - 10 = 192 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 192 \cdot \beta_f \cdot k_f = 192 \cdot 1,1 \cdot 5 = 1056 \text{ мм}^2.$$

Момент инерции сварного шва

$$I_{x_0} = \frac{(2 \cdot \beta_f \cdot k_f)^3 \cdot l_w}{12} = \frac{(2 \cdot 1,1 \cdot 5)^3 \cdot 192}{12} = 21296 \text{ мм}^4;$$

Касательные напряжения от момента

$$\tau_M = \frac{M}{W} = \frac{M \cdot y}{I_{x_0}} = \frac{13,035 \cdot 10^3 \cdot 100}{21296} = 61,209 \text{ Н / мм}^2 < R_{ws} \gamma_c = 174 \cdot 1 = 174 \text{ Н / мм}^2.$$

Условие выполняется.

Проверка по местным напряжениям

$$\sigma_{loc} = \frac{170,4 \cdot 10^3}{8 \cdot 192} = 110,938 \leq 300 \text{ Н / мм}^2.$$

Условие выполняется.

3) Нижний пояс ферм присоединяется с помощью планки размерами 410x755мм,  $t=40$ мм. Катет шва принимается 14мм. Планка крепится к балкам купола с помощью 4 болтов точностью В М18.

Необходимо рассчитать сварное соединение нижнего пояса фермы и планки.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки осуществления сварки

$$r = \sqrt{297,5^2 + 125^2} = 322,694 \text{ мм.}$$

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Расчетная длина шва

$$l_w = 595 - 10 = 585 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 585 \cdot \beta_f \cdot k_f = 585 \cdot 0,9 \cdot 14 = 7371 \text{ мм}^2.$$

Моменты инерции сварных швов относительно их центра тяжести

$$I_{zx} = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 14 \cdot 585^3}{12} = 420423412,5 \text{ мм}^4;$$

$$I_{zy} = 2a^2 \cdot A_w \cdot \beta_f \cdot k_f = 2 \cdot 150^2 \cdot 7371 \cdot 0,9 \cdot 14 = 4179357000 \text{ мм}^4.$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{16,633 \cdot 10^3 \cdot 322,694}{(420423412,5 + 4179357000) \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,0000926 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,0000926 \cdot \cos 27 = 0,0000825 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,0000926 \cdot \sin 27 = 0,000042 \text{ Н / мм}^2.$$

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{8,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 585 \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,59 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 14} \sqrt{0,0000825^2 + (0,59 + 0,000042)^2} = 0,047 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,047}{215 \cdot 1} = 0,00022 < 1.$$

Условие выполняется.

По другому направлению шва. Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки осуществления сварки

									Лист
									73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$r = \sqrt{297,5^2 + 125^2} = 322,694 \text{ мм.}$$

Расчетная длина шва

$$l_w = 250 - 10 = 240 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 240 \cdot \beta_f \cdot k_f = 240 \cdot 0,9 \cdot 14 = 3024 \text{ мм}^2.$$

Моменты инерции сварных швов относительно их центра тяжести

$$I_{zx} = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 14 \cdot 240^3}{12} = 29030400 \text{ мм}^4;$$

$$I_{zy} = 2a^2 \cdot A_w \cdot \beta_f \cdot k_f = 2 \cdot 297,5^2 \cdot 3024 \cdot 0,9 \cdot 14 = 6744601080 \text{ мм}^4.$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{16,633 \cdot 10^3 \cdot 322,694}{(29030400 + 6744601080) \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,000063 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,000063 \cdot \cos 63 = 0,000029 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,000063 \cdot \sin 63 = 0,000056 \text{ Н / мм}^2.$$

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{8,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 240 \cdot 0,9 \cdot 14} = 1,44 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 14} \sqrt{0,000029^2 + (1,44 + 0,000056)^2} = 0,114 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,114}{215 \cdot 1} = 0,00053 < 1.$$

Условие выполняется.

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

4) Нижний пояс ферм присоединяется также с помощью планки размерами 410x1430мм,  $t=40$ мм. Катет шва принимается 14мм. Планка крепится к балкам купола с помощью 4 болтов точностью В М24.

Необходимо рассчитать сварное соединение нижнего пояса фермы и планки.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки осуществления сварки

$$r = \sqrt{635^2 + 125^2} = 647,186 \text{ мм.}$$

Расчетная длина шва

$$l_w = 1270 - 10 = 1260 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 1260 \cdot \beta_f \cdot k_f = 1260 \cdot 0,9 \cdot 14 = 15876 \text{ мм}^2.$$

Моменты инерции сварных швов относительно их центра тяжести

$$I_{zx} = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 14 \cdot 1260^3}{12} = 4200789600 \text{ мм}^4;$$

$$I_{zy} = 2a^2 \cdot A_w \cdot \beta_f \cdot k_f = 2 \cdot 125^2 \cdot 15876 \cdot 0,9 \cdot 14 = 6251175000 \text{ мм}^4.$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{16,633 \cdot 10^3 \cdot 647,186}{(4200789600 + 6251175000) \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,0000817 \text{ Н / мм}^2$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,0000817 \cdot \cos 31 = 0,00007 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,0000817 \cdot \sin 31 = 0,0000421 \text{ Н / мм}^2.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020	
						Лист 75

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{8,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 1260 \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,274 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 14} \sqrt{0,00007^2 + (0,274 + 0,0000421)^2} = 0,022 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,022}{215 \cdot 1} = 0,0001 < 1.$$

Условие выполняется.

По другому направлению шва. Расстояние от центра тяжести сварных швов до точки осуществления сварки

$$r = \sqrt{635^2 + 125^2} = 647,186 \text{ мм.}$$

Расчетная длина шва

$$l_w = 250 - 10 = 240 \text{ мм.}$$

Площадь сварного шва

$$A_w = 240 \cdot \beta_f \cdot k_f = 240 \cdot 0,9 \cdot 14 = 3024 \text{ мм}^2.$$

Моменты инерции сварных швов относительно их центра тяжести

$$I_{zx} = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 14 \cdot 240^3}{12} = 29030400 \text{ мм}^4;$$

$$I_{zy} = 2a^2 \cdot A_w \cdot \beta_f \cdot k_f = 2 \cdot 635^2 \cdot 3024 \cdot 0,9 \cdot 14 = 30727680480 \text{ мм}^4.$$

Касательные напряжения в точке от момента

$$\tau_M = \frac{M \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{(I_{zx} + I_{zy}) \cdot \beta_f \cdot k_f} = \frac{16,633 \cdot 10^3 \cdot 647,186}{(29030400 + 30727680480) \cdot 0,9 \cdot 14} = 0,000028 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_{M_x} = \tau_M \cos \alpha = 0,000028 \cdot \cos 59 = 0,000014 \text{ Н / мм}^2;$$

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$\tau_{M_y} = \tau_M \sin \alpha = 0,000028 \cdot \sin 59 = 0,000024 \text{ Н / мм}^2.$$

Касательные напряжения в точке от поперечной силы

$$\tau_Q = \frac{8,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 240 \cdot 0,9 \cdot 14} = 1,44 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\tau_z = \frac{1}{\beta_f k_f} \sqrt{\tau_{M_x}^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2} = \frac{1}{0,9 \cdot 14} \sqrt{0,000014^2 + (1,44 + 0,000024)^2} = 0,114 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{\tau_Q}{R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{0,114}{215 \cdot 1} = 0,00053 < 1.$$

Условие выполняется.

### 3.14 Конструирование опорного узла купола

8) Размеры поперечного ребра жесткости составляют 140x323мм. Необходимо определить толщину ребра жесткости. Она составит

$$t = 2b \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 140 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 10,685 \text{ мм.}$$

Принимается ребро жесткости толщиной 12мм. Ребро приваривается с катетом шва  $k_f = 6 \text{ мм}$ .

Второе ребро имеет размеры 376,5x242мм.

$$t = 2b \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 242 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 18,47 \text{ мм.}$$

Принимается ребро жесткости толщиной 20мм. Ребро приваривается с катетом шва  $k_f = 7 \text{ мм}$ .

Принимаются размеры опорной планки 755x1530мм.

1) Необходимая толщина опорной планки

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 110,655}{300 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}} = 42,94 \text{ мм.}$$

Толщина опорной планки 43 мм.

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

2) Необходимо определить высоту фасонки из условия размещения сварных швов, необходимых для их крепления к полкам колонны.

Расчет ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1;$$

$$R_{wf} = 215 \text{ МПа};$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot R_u \cdot \gamma_m = 0,45 \cdot 450 \cdot 1,05 = 212,625 \text{ МПа};$$

$$h = \frac{N \cdot B_{pl}}{2 \cdot L \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot k_f \cdot \gamma_c} + 1 = \frac{419,5 \cdot 10^3 \cdot 755}{2 \cdot 675 \cdot 0,9 \cdot 215 \cdot 9 \cdot 1} + 10 = 144,717 \text{ мм.}$$

Принимается высота фасонки  $h=145 \text{ мм}$ . Необходимо произвести проверку из условия ее прочности при работе на изгиб.

3) Изгибающие моменты и поперечная сила

$$M_1 = 419,5 \cdot 338^2 / 8 \cdot 675 - 419,5 \cdot 168,5^2 / 2 \cdot 675 = 23891,836 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$M_2 = 419,5 \cdot 199,5^2 / 2 \cdot 675 = 5634,969 \text{ кН} \cdot \text{мм};$$

$$Q_2 = 419,5 \cdot 199,5 / 675 = 123,986 \text{ кН.}$$

4) Геометрические характеристики сечения фасонки

$$A = 14,5 \cdot 1,2 = 17,4 \text{ см}^2;$$

$$W = 1,2 \cdot 14,5^2 / 6 = 42,05 \text{ см}^3;$$

$$I = 1,2 \cdot 14,5^3 / 12 = 304,863 \text{ см}^4.$$

5) Проверка прочности фасонки

$$\frac{M_1}{W \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{23891,836}{42050 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 1,894 > 1;$$

$$\sigma_x = \frac{M_2}{W} = \frac{5634,969}{42050} = 0,134 \text{ кН} / \text{мм}^2;$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020	
						Лист 78



### 3.15 Конструирование узла сопряжения раскосов и стоек фермы с нижним поясом

1) Расчет прочности сварного шва ведется по металлу шва, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 212,625} = 0,867 < 1.$$

2) Условие прочности сварного шва решетки и нижнего пояса

$$\frac{N \cdot m}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w} \leq R_{wf} \gamma_{wf} \frac{\gamma_c}{\gamma_n}, \quad (3.34)$$

где  $m = \frac{1}{1 + 0,013 b_n / t_n}$  – зависит от типа узла;

$l_w = 2d + b_p$  – расчетная длина сварного шва.

Тогда для мест сопряжения 2 раскосов и нижнего пояса для 5, 8 и 11 узлов соответственно

$$m = \frac{1}{1 + 0,013 \cdot 240 / 5} = 0,616;$$

$$l_w = 2 \cdot 226 + 160 = 612 \text{ мм};$$

$$\frac{111,5 \cdot 10^3 \cdot 0,616}{0,9 \cdot 5 \cdot 612} \leq 215 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,9}{1} \rightarrow 24,94 \text{ Н / мм}^2 \leq 241,875 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{79,6 \cdot 10^3 \cdot 0,616}{0,9 \cdot 5 \cdot 513} \leq 215 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,9}{1} \rightarrow 21,24 \text{ Н / мм}^2 \leq 241,875 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\frac{26,3 \cdot 10^3 \cdot 0,616}{0,9 \cdot 5 \cdot 718} \leq 215 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,9}{1} \rightarrow 5,014 \text{ Н / мм}^2 \leq 241,875 \text{ Н / мм}^2.$$

Для места сопряжения стойки и нижнего пояса

$$m = \frac{1}{1 + 0,013 \cdot 150 / 5} = 0,719;$$

$$l_w = 2 \cdot 130 + 130 = 390 \text{ мм};$$

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$\frac{15,1 \cdot 10^3 \cdot 0,719}{0,9 \cdot 5 \cdot 390} \leq 215 \cdot 1,25 \cdot \frac{0,9}{1} \rightarrow 6,186 \text{Н} / \text{мм}^2 \leq 241,875 \text{Н} / \text{мм}^2.$$

Все условия выполняются. Прочность сварных швов обеспечена.

### 3.16 Проектирование фундамента

#### 3.16.1 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства

Большая часть Москвы характеризуется неблагоприятными для строительства грунтовыми условиями: существует опасность подтопления территории, карстовых, карстово-суффозионных и суффозионных процессов, эрозии (речной и овражной), оползнеобразования. Кроме того, на сложные условия не лучшим образом влияют техногенные факторы: динамические воздействия от соседних предприятий и зданий, откачка подземных вод, утечки из водонесущих коммуникаций. Более подробно геологические условия города можно увидеть на геологическом разрезе на рисунке 3.26, а также из физико-механических свойств грунтов в таблице 3.9. Данные условия необходимо учитывать при выборе участка под строительство.

Согласно рекомендациям по оценке геологического риска в г. Москва, участок, выделенный под строительство многофункционального центра в Новомосковском административном округе, ул. Родниковой, относится к зоне малой категории карстовой (карстующиеся породы слаботрещиноваты и кавернозные) и оползневой (образование оползней возможно лишь при подрезке склонов) опасности, а также к малой категории опасности по подтоплению территории и располагается на Моренной равнине.

Грунты склонны к пучению (имеются супесь, суглинок).

Уровень грунтовых вод -10.200 м.

										Лист
										81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					

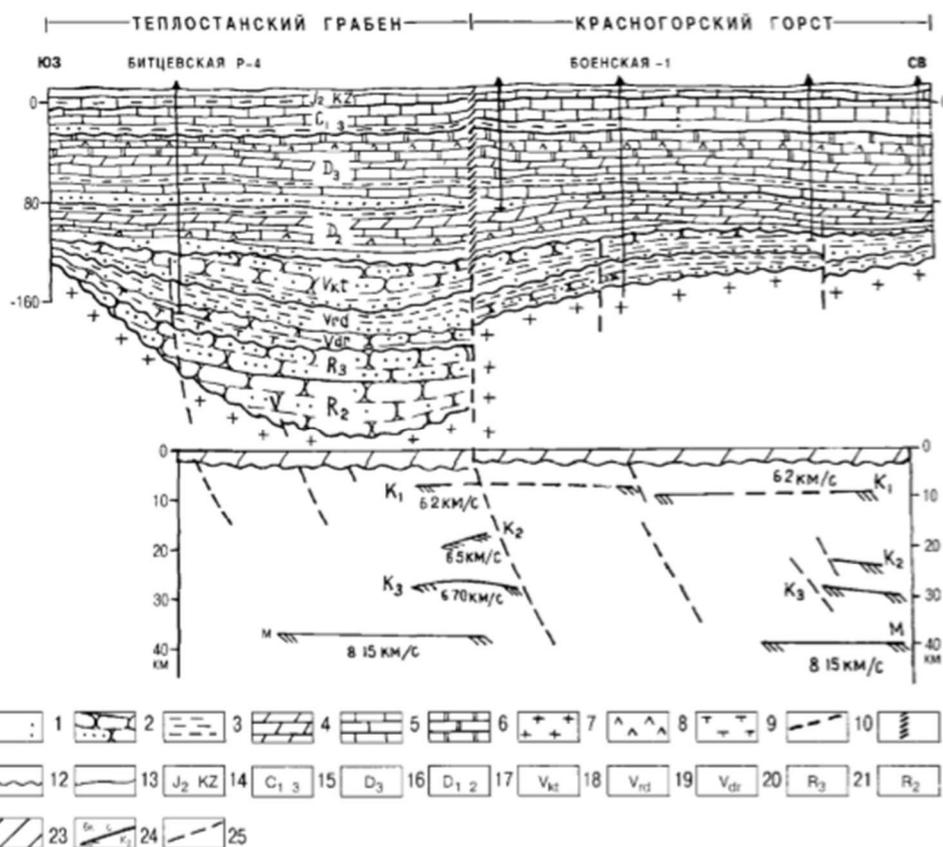


Рисунок 3.26 - Геологический разрез г. Москвы

Таблица 3.9 – Физико-механические свойства грунтов

Полное наименование грунта	$h, м$	$W, д.е$	$e, д.е$	Плотность, $т/м^3$			$\gamma(\gamma_{sb}), кН/м^3$	$J_L, д.е$	$S_r, д.е$	Расчетные характеристики			$R_0, кПа$
				$\rho$	$\rho_s$	$\rho_d$				$\varphi_{II}, град$	$c_{II}, кПа$	$E, МПа$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Суглинок полутвердый	5	0,22	0,72	1,9	2,6 8	1,5 6	19	0, 25	-	23,3	26,8	18, 5	232 ,5
Супесь пластичная	4,2	0,16	0,84	1,7	2,7 1	1,4 7	17	0, 7	-	22,5	12	13	155 ,5
Песок мелкий (средней плотности, водонасыщенный)	6,4	0,24	0,64	2	2,6 6	1,6 2	20	-	1	32,4	3,2	29	200
Суглинок полутвердый	15, 6	0,22	0,72	1,9	2,6 8	1,5 6	19	0, 25	-	23,3	26,8	18, 5	232 ,5
Аргиллит слаботрещиноватый	2,2	0,07	0,34	2,3	2,8 8	2,1 5	23	-	-	-	-	-	-
Гранит слаботрещиноватый	6	0,01	0,00 7	2,7	2,7 5	2,7 3	27	-	-	-	-	-	-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП - 08.05.01-2020

Лист

82

### 3.16.2 Исходные данные на проектирование фундаментов

Проектирование фундаментов производится исходя из результатов разработанного вариантного проектирования каркаса здания, а также разработок расчетно-конструктивного раздела. Результаты расчета несущих конструкций здания в виде нагрузок, действующих на обрез ростверка, приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Сбор нагрузок, действующих на обрез ростверка

Усилие		
<i>N, кН</i>	<i>Q, кН</i>	<i>M, кН·м</i>
Колонна сквозного сечения		
9136,5	-6,9	-19,32
Колонна сплошного сечения		
2801,2	-18,4	-37,9
Стена парковки (на 1 пог. метр длины фундамента)		
165,62	-7,14	-4,774
Ствол жесткости		
99312,27	-234,022	-110,35

### 3.16.3 Выбор вариантов для вариантного проектирования фундамента

С учетом неблагоприятных условий для строительства высотного здания с подземной парковкой к разработке в ходе дипломного проектирования принимается свайно-плитный фундамент в двух исполнениях

- с применением бурозабивных свай;
- с применением буронабивных свай.

### 3.16.4 Проектирование свайно-плитного фундамента с применением бурозабивных свай

#### Назначение вида свай и основных параметров

Учитывая бетонную подливку под базы стальных колонн (100 мм), отметка верха ростверка относительно нулевой отметки для колонн сквозного сечения составит -23.117 м, для колонн сплошного сечения -22.332 м. Относительно поверхности земли: -22.972 и -22.187 соответственно. Крепление колонны к фундаменту осуществляется с помощью анкерных болтов.

Для предотвращения воздействия усилий пучения на подошву ростверка предусматривается воздушный зазор 150 мм.

Принимаются сваи-стойки. Голова сваи на 0,05 м выше отметки низа подошвы ростверка.

### Конструирование фундамента под колонну сквозного сечения

Расчет производится по методике, описанной в [22], [23]. Предполагается, что свая-стойка С100.30-10 будет опираться на малосжимаемые грунты. Высота ростверка принимается 1500 мм.

1) Несущая способность сваи-стойки определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot \gamma_{cR} \cdot R \cdot A, \quad (3.35)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условия работы сваи в грунте, принимаемый 1;

$\gamma_{cR}$  – коэффициенты условия работы под нижним концом сваи;

$R$  – расчетное сопротивление под нижним концом сваи (принимается предел прочности на одноосное сжатие гранита равный 20 МПа по [24]);

$A$  – площадь поперечного сечения сваи.

$$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2;$$

$$F_d = 1 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кПа}.$$

2) Допускаемая нагрузка на одну сваю

$$F_d / \gamma_k, \quad (3.36)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности.

$$\frac{1800}{1,4} = 1285,71 \text{ кПа}.$$

Учитывая ограничения нагрузки при опирании бурозабивной сваи на малосжимаемые грунты, принимается допускаемая нагрузка 800 кН.

3) Условие максимального использования несущей способности сваи

$$n = \frac{N_{0I}}{F_d / \gamma_k - \bar{A} d_p \gamma_{mI}}, \quad (3.37)$$

где  $N_{0I}$  – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обрезах ростверка;

$\bar{A}$  – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю;

$d_p$  – глубина заложения ростверка;

$\gamma_{mI}$  – средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах.

									Лист
									84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$n = \frac{9136,5}{800 - 0,09 \cdot 24,472 \cdot 20} = 12,09.$$

Принимается 13 свай. Размещение свай в ростверке приведено на рисунке 3.27.

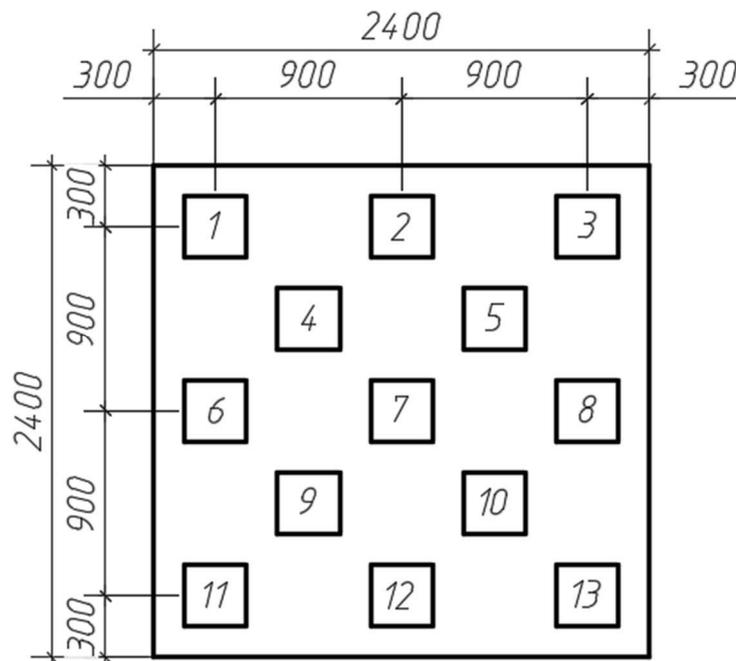


Рисунок 3.27 - Схема размещения свай в ростверке

#### Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

4) Расчетная нагрузка на сваю определяется по формуле

$$N_{ci} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot x}{\sum x_i^2}, \quad (3.38)$$

где  $N', M'$  – расчетные усилия неблагоприятных комбинаций;  
 $x$  – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до сваи, усилие в которой определяется;  
 $x_i$  – расстояние от главной оси до каждой из свай.

Ориентировочный вес ростверка

$$G = b_p l_p d_p \gamma_{mt} = 2,4 \cdot 2,4 \cdot 1,5 \cdot 24 = 207,36 \text{ кН},$$

где  $b_p, l_p$  – размеры ростверка в плане;  
 $d_p$  – высота ростверка;  
 $\gamma_{mt}$  – среднее значение удельного веса ростверка и грунта.

Расчетные усилия неблагоприятных комбинаций

$$N' = N_{0I} + G \cdot 1,1 = 9136,5 + 207,36 \cdot 1,1 = 9364,596 \text{ кН};$$

$$M' = M + Q \cdot h = -19,32 - 6,9 \cdot 1,5 = -29,67 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 3.11 – Определение усилий в сваях

№ сваи	Усилие в свае	
	$N_{c,\min}$	$N_{c,\max}$
1	719,84	720,87
2	720,35	720,35
3	719,84	720,87
4	720,1	720,61
5	720,1	720,61
6	719,84	720,87
7	720,35	720,35
8	719,84	720,87
9	720,1	720,61
10	720,1	720,61
11	719,84	720,87
12	720,35	720,35
13	719,84	720,87

Проверка выполнения условия прочности

$$N_{ci} \leq \frac{F_d}{\gamma_k}; \quad (3.39)$$

$$720,87 \text{ кН} < 800 \text{ кН}.$$

Условие прочности выполняется.

Высота ростверка принимается 1500 мм. Сопряжение сваи с ростверком принимается жестким.

Расчет на продавливание ростверка колонной

5) Расчет ведется по следующей формуле

$$F \leq \frac{2R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{C_1} (b_c + C_2) + \frac{h_{op}}{C_2} (l_c + C_1) \right], \quad (3.40)$$

где  $F$  – продавливающая сила, равная удвоенной сумме усилий в сваях, расположенных с одной наиболее нагруженной стороны от оси колонны и находящихся за пределами нижнего основания пирамиды продавливания;

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона растяжению (900 кПа при В20);

$h_{op}$  – рабочая высота плиты;

$b_c, l_c$  – размеры граней колонны;

$C_1, C_2$  – расстояния от соответствующей грани колонны до внутренней грани ближайшего ряда свай не менее  $0,4h_{op}$  ;

$\alpha$  – коэффициент, принимаемый не менее 0,85, определяющийся по формуле

$$\alpha = 1 - 0,4R_{bt}A_c / N_{max} = 1 - 0,4 \cdot 900 \cdot 0,05 / 9136,5 = 0,998;$$

$$\frac{2R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}(b_c + C_2)}{C_1} + \frac{h_{op}(l_c + C_1)}{C_2} \right] = \frac{2 \cdot 900 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,45}{0,998} \left[ \frac{1,45}{0,58}(0,372 + 0,58) + \frac{1,45}{0,58}(1,174 + 0,58) \right] = 16542,05 \text{ кН};$$

$$F = 2 \cdot (720,87 \cdot 3) = 4325,22 \text{ кН};$$

$$4325,22 \text{ кН} < 16542,05 \text{ кН}.$$

Условие выполняется. Высота ростверка и прочность бетона достаточны.

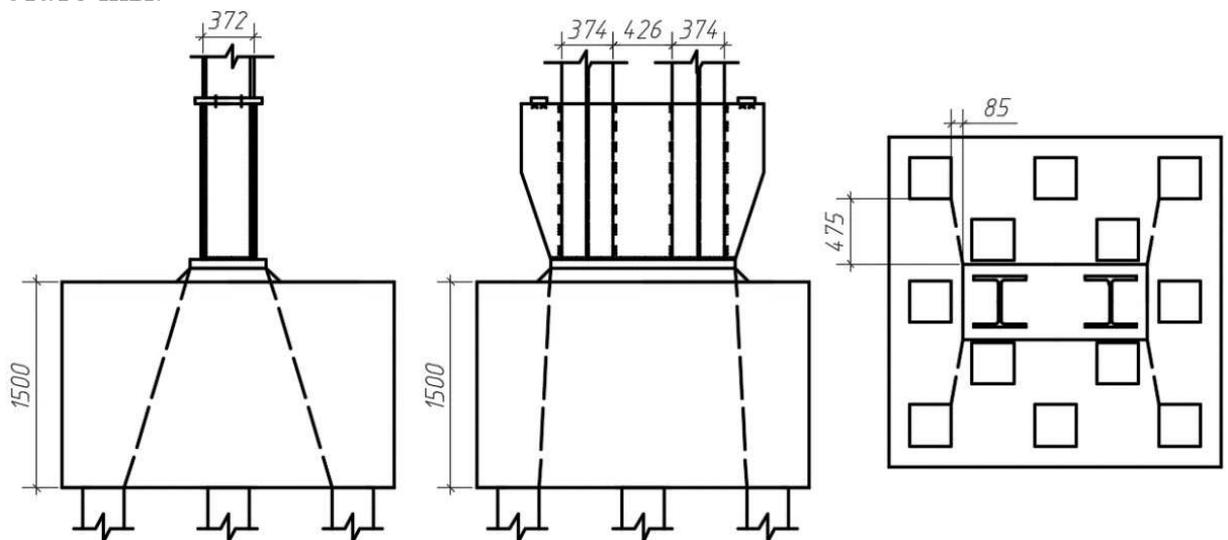


Рисунок 3. 28 - Схема пирамиды продавливания  
Расчет на изгиб и армирование ростверка

Для армирования ростверка принимается арматура класса А400.

б) Необходимо определить изгибающие моменты в сечениях, используя формулу

$$M_{xi(yi)} = N_{ci} \cdot x_i(y_i). \quad (3.41)$$

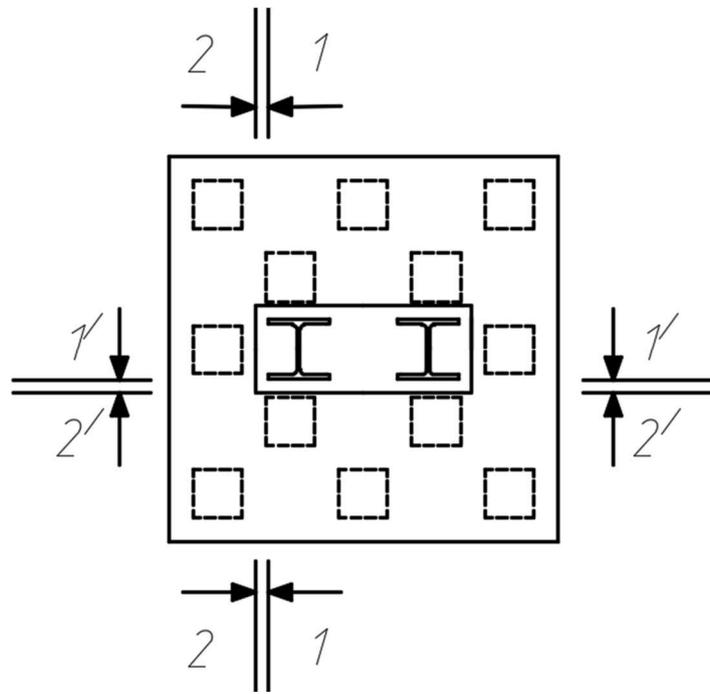


Рисунок 3.29 - Схема сечений ростверка

$$M_{2-2} = 720,87 \cdot 3 \cdot 0,085 = 183,82 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-1} = 720,87 \cdot 3 \cdot 0,163 = 352,51 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = (720,61 \cdot 2) \cdot 0,114 + (720,87 \cdot 2 + 720,35) \cdot 0,564 = 1383,72 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2'-2'} = (720,61 \cdot 2) \cdot 0,025 + (720,87 \cdot 2 + 720,35) \cdot 0,475 = 1063,02 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

7) Для расчета армирования необходимо определить коэффициент по следующей формуле

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h_0^2}, \quad (3.42)$$

где  $M$  – значение расчетного момента;

$R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию ( 11500кПа при В20);

$h_0$  – рабочая высота плиты;

$b$  – размеры сечения плиты.

Требуемая площадь арматуры для растянутой зоны ростверка

$$A_s = \frac{M}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.43)$$

где  $R_s$  – расчетное сопротивление арматуры растяжению (350 МПа).

Требуемая площадь арматуры в сечениях приведен в таблице 3.12.

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 3.12 – Расчет требуемой площади арматуры

Сечение	$M, кН \cdot м$	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}, м$	$A_s, см^2$
1-1	352,51	0,006	0,997	1,45	6,97
2-2	183,82	0,0032	0,998	1,45	3,63
1'-1'	1383,72	0,024	0,988	1,45	27,6
2'-2'	1063,02	0,018	0,991	1,45	21,14

Принимается арматура нижней сетки в одном направлении  $12 \varnothing 18A400$  площадью  $30,48 см^2 > 27,6 см^2$ . В другом направлении принимается  $8 \varnothing 12A400$  площадью  $9,048 см^2 > 6,97 см^2$ .

#### Расчет анкерных болтов

8) Предварительно принимаются 4 анкерных болта 36 мм. Тогда на одну стойку приходится следующее усилие

$$N = 9136,5 / 4 = 2284,125 кН.$$

Вырывающая нагрузка, приходящаяся на один анкерный болт

$$N_e = \frac{M}{y \cdot n} = \frac{19,32}{0,95 \cdot 4} = 5,08 кН,$$

где  $y$  – расстояние до опоры.

9) Условие прочности выражается следующей формулой

$$A_{sa} = \frac{k_0 \cdot P}{R_{sa}}, \quad (3.44)$$

где  $R_{sa} = 180 МПа$ ;

$k_0$  – коэффициент по нагрузке;

$P$  – расчетная нагрузка, действующая на болт.

$$A_{sa} = \frac{1,05 \cdot 5,08}{180000} = 0,0000296 м^2.$$

Площадь принятого болта  $0,000816 м^2$ , что больше требуемой площади.

10) Минимальная глубина заделки анкерного болта определяется по следующей формуле

$$H_0 \geq H \cdot m_1 \cdot m_2, \quad (3.45)$$

где  $H = 20d = 20 \cdot 36 = 720 мм$ ;

									Лист
									89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$m_1$  – отношение расчетного сопротивления растяжению бетона класса В12,5 к расчетному сопротивлению бетона В20;

$m_2$  – отношение расчетного сопротивления растяжению металла болтов марки стали 09Г2С-2 к расчетному сопротивлению растяжению стали марки ВСтЗкп2.

$$H \cdot m_1 \cdot m_2 = 720 \cdot \frac{0,66}{0,9} \cdot \frac{145}{180} = 425,33 \text{ мм.}$$

Принимаются болты анкерные 1.1.М36х2000.

### Конструирование фундамента под колонну сплошного сечения

Высота ростверка принимается 900 мм.

Предполагается, что свая-стойка С90.30-10 будет опираться на малосжимаемые грунты.

11) Площадь поперечного сечения и несущая способность сваи-стойки

$$A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ м}^2;$$

$$F_d = \gamma_c \cdot \gamma_{cR} \cdot R \cdot A = 1 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 0,09 = 1800 \text{ кПа.}$$

12) Допускаемая нагрузка на одну сваю

$$\frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{1800}{1,4} = 1285,71 \text{ кПа.}$$

Учитывая ограничения, принимается допускаемая нагрузка 800 кН.

13) Условие максимального использования несущей способности сваи

$$n = \frac{N_{0I}}{F_d / \gamma_k - A d_p \gamma_{mt}} = \frac{2801,2}{800 - 0,09 \cdot 23,087 \cdot 20} = 3,69.$$

Принимаются 4 сваи. Размещение свай в ростверке приведено на рисунке 3.30.

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

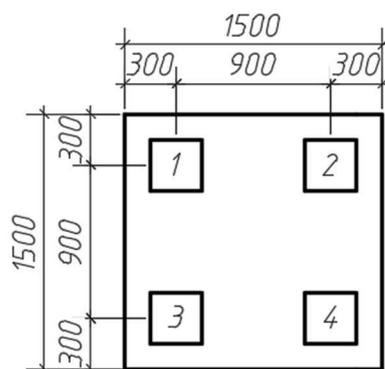


Рисунок 3.30 - Схема размещения свай в ростверке

Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

14) Ориентировочный вес ростверка

$$G = b_p l_p d_p \gamma_{\text{мт}} = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 0,9 \cdot 24 = 48,6 \text{ кН}.$$

15) Расчетные усилия неблагоприятных комбинаций

$$N' = N_{0I} + G \cdot 1,1 = 2801,2 + 48,6 \cdot 1,1 = 2854,66 \text{ кН};$$

$$M' = M + Q \cdot h = -37,9 - 18,4 \cdot 0,9 = -54,46 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 3.13 – Определение усилий в сваях

№ сваи	Усилие в свае	
	$N_{c,\text{min}}$	$N_{c,\text{max}}$
1	706,1	721,23
2	706,1	721,23
3	706,1	721,23
4	706,1	721,23

16) Проверка выполнения условия прочности

$$721,23 \text{ кН} < 800 \text{ кН}.$$

Условие прочности выполняется.

Расчет на продавливание ростверка колонной

17) Расчет на выполнение условия

$$\alpha = 1 - 0,4 R_{bt} A_c / N_{\text{max}} = 1 - 0,4 \cdot 900 \cdot 0,017 / 2801,2 = 0,998;$$

$$\frac{2R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{C_1} (b_c + C_2) + \frac{h_{op}}{C_2} (l_c + C_1) \right] = \frac{2 \cdot 900 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 0,85}{0,998} \left[ \frac{0,85}{0,34} (0,356 + 0,34) + \frac{0,85}{0,34} (0,369 + 0,34) \right] = 5034,88 \text{ кН};$$

$$F = 2 \cdot 721,23 = 1442,46 \text{ кН};$$

$$1442,46 \text{ кН} < 5034,88 \text{ кН}.$$

Условие выполняется. Высота ростверка и класс бетона достаточны.

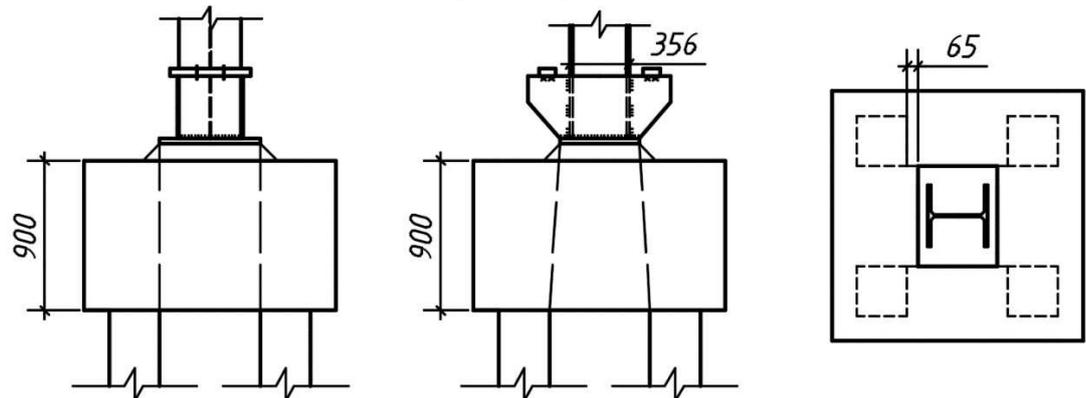


Рисунок 3.31 - Схема пирамиды продавливания

#### Расчет на изгиб и армирование ростверка

Для армирования ростверка принимается арматура класса А400.

18) Определение изгибающих моментов в сечениях

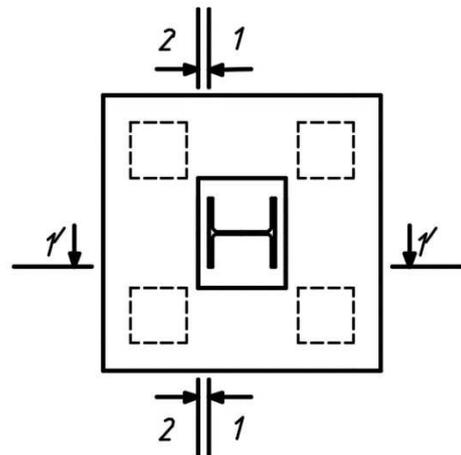


Рисунок 3.32 - Схема сечений ростверка

$$M_{2-2} = 721,23 \cdot 2 \cdot 0,065 = 93,76 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-1} = 721,23 \cdot 2 \cdot 0,122 = 175,98 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{\gamma-\gamma} = 721,23 \cdot 2 \cdot 0,116 = 167,33 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 3.14 – Расчет требуемой площади арматуры

Сечение	$M, кН \cdot м$	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}, м$	$A_s, см^2$
1-1	175,98	0,014	0,993	0,85	5,96
2-2	93,76	0,0075	0,996	0,85	3,16
1'-1'	167,33	0,013	0,994	0,85	5,66

Принимается арматура нижней сетки в одном направлении  $8 \varnothing 10A400$  площадью  $6,28 см^2 > 5,96 см^2$ . В другом направлении принимается  $8 \varnothing 10A400$  площадью  $6,28 см^2 > 5,66 см^2$ .

#### Расчет анкерных болтов

19) Предварительно принимаются 4 анкерных болта 30 мм. Тогда на одну стойку приходится следующее усилие

$$N = 2801,2 / 4 = 700,3 кН.$$

Вырывающая нагрузка, приходящаяся на один анкерный болт

$$N_6 = \frac{M}{y \cdot n} = \frac{37,9}{0,31 \cdot 4} = 30,56 кН.$$

20) Проверка условия прочности

$$A_{SA} = \frac{1,05 \cdot 30,56}{180000} = 0,000178 м^2.$$

Площадь принятого болта  $0,00056 м^2$ , что больше требуемой площади.

21) Минимальная глубина заделки анкерного болта

$$H = 20d = 20 \cdot 30 = 600 мм;$$

$$H \cdot m_1 \cdot m_2 = 600 \cdot \frac{0,66}{0,9} \cdot \frac{145}{180} = 354,44 мм.$$

Принимаются болты анкерные 1.1.М30x1000.

#### Расчет фундамента под стены

22) Число свай на один погонный метр длины фундамента определяется по следующей формуле

$$n = \frac{N}{(F_d / \gamma_k) - 0,6 \cdot d_p \cdot \gamma_{mi}}, \quad (3.46)$$

									Лист
									93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

где 0,6 – средняя ширина ростверка.

$$n = \frac{165,62}{800 - 0,6 \cdot 23,087 \cdot 20} = 0,317.$$

Принимается одна свая. С90.30-10.

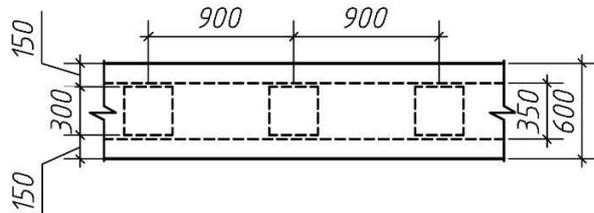


Рисунок 3.33 - Схема размещения свай в ленте

Высота ростверка определяется из условия на продавливание свай, однако, учитывая расположение свай, данный расчет не производится, а высота принимается конструктивно 900 мм.

Расчет фундамента под ствол жесткости

23) Число свай, исходя из условия максимального использования несущей способности

$$n = \frac{99312,27}{800 - 0,16 \cdot 23,087 \cdot 20} = 136,77.$$

Принимается 137 свай. С90.40-10.

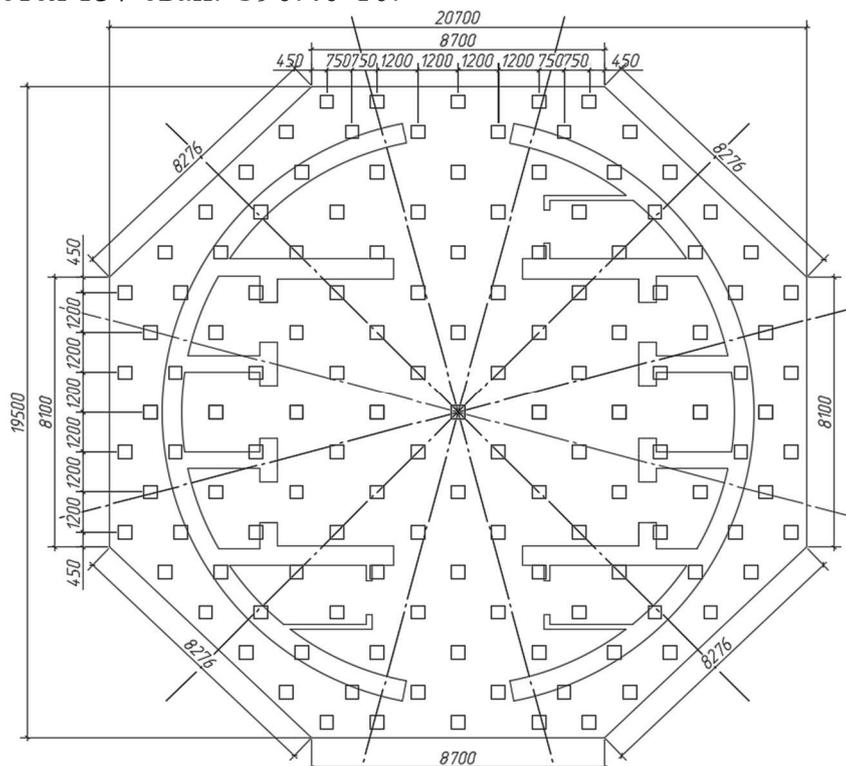


Рисунок 3.34 - Схема размещения свай

									Лист
									94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Высота ростверка принимается конструктивно 900 мм.  
Проверка несущей способности сваи

$$N_{ci} \leq \frac{F_d}{\gamma_k};$$

$$\frac{99312,27}{137} = 724,91 \text{ кН} < 800 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

### Выбор сваебойного оборудования и назначение расчетного отказа

Сваебойное оборудование подбирается, исходя из его характеристик для наиболее нагруженной сваи (С100.40-10) под колонну сквозного сечения. Подбирается трубчатый дизель-молот.

Предварительный выбор молота осуществляется по следующему отношению, которое должно находиться в пределах 0,8-1,5

$$m_4 / m_2, \quad (3.47)$$

где  $m_4$  – масса ударной части;

$m_2$  – масса сваи.

$$m_2 = 2500 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 10 = 4000 \text{ кг}.$$

Принимается трубчатый дизель-молот С-954А с массой ударной части 3,5 т.

$$m_4 / m_2 = 3500 / 4000 = 0,875.$$

Расчетный отказ определяется по формуле и должен удовлетворять интервалу 0,005-0,01м.

$$S_a = \frac{E_d \eta A}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2(m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (3.48)$$

где  $E_d$  – расчетная энергия удара молота;

$\eta$  – коэффициент для сваи;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи;

$m_1$  – полная масса молота;

$m_3$  – масса наголовника.

									Лист
									95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$S_a = \frac{59,8 \cdot 1500 \cdot 0,16}{800 \cdot (800 + 1500 \cdot 0,16)} \cdot \frac{7,3 + 0,2 \cdot (4 + 0,2)}{7,3 + 4 + 0,2} = 0,01 \text{ м.}$$

Значение отказа находится в рекомендуемых пределах.

### 3.16.5 Проектирование свайно-плитного фундамента с применением буронабивных свай

#### Конструирование фундамента под колонну сквозного сечения

Высота ростверка принимается 1500 мм.

Предполагается, что буронабивная свая длиной 10 м и диаметром 400 мм будет опираться на малосжимаемые грунты.

1) Несущая способность сваи определяется по формуле 3.35. При этом расчетное сопротивление массива скального грунта под нижним концом сваи-стойки исходя из [25]

$$R_m = R_{c,m,n} / \gamma_g, \quad (3.49)$$

где  $R_{c,m,n}$  – нормативное значение предела прочности на одноосное сжатие массива скального грунта в водонасыщенном состоянии принимается 120 МПа для гранита;

$\gamma_g$  – коэффициенты надежности по грунту.

$$R_m = 120 / 1,4 = 85,71 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление скального грунта составит, но не более 20 МПа

$$R = R_m \cdot \left( 1 + 0,4 \cdot \frac{l_d}{d_f} \right), \quad (3.50)$$

где  $l_d$  – расчетная глубина заделки набивной сваи;

$d_f$  – диаметр сваи.

$$R = 85,71 \cdot \left( 1 + 0,4 \cdot \frac{1,022}{0,4} \right) = 173,31 \text{ МПа;}$$

$$A = \pi \cdot 0,20^2 = 0,126 \text{ м}^2;$$

$$F_d = 1 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 0,126 = 2520 \text{ кПа.}$$

									Лист
									96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

2) Допускаемая нагрузка на одну сваю

$$\frac{2520}{1,4} = 1800 \text{ кПа.}$$

3) Условие максимального использования несущей способности сваи по формуле 3.52

$$n = \frac{9136,5}{1800 - 0,126 \cdot 24 \cdot 472 \cdot 20} = 5,26.$$

Принимается 6 свай. Размещение свай в ростверке приведено на рисунке 3.35. и обусловлено тем, что расстояние в свету между стволами набивных свай должно быть не менее 1 м.

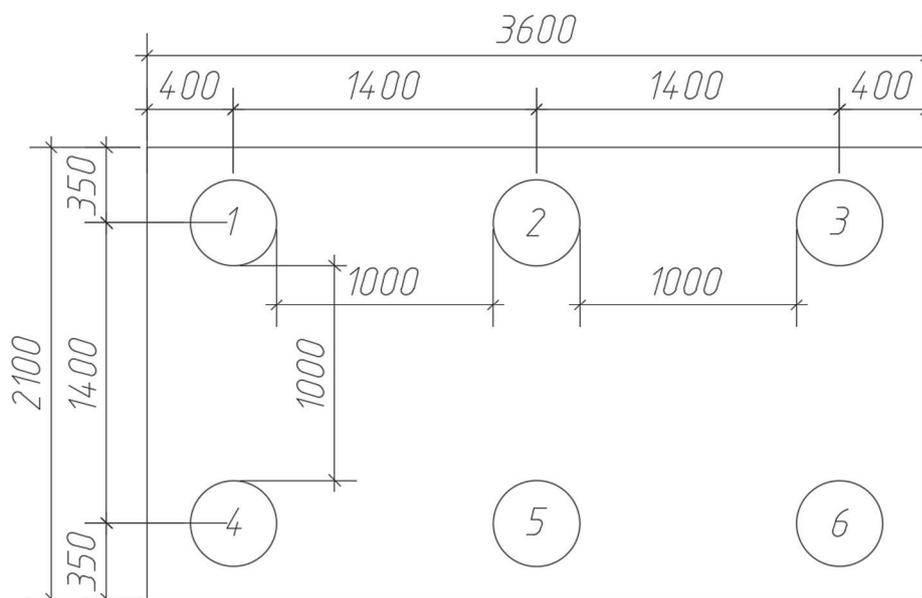


Рисунок 3.35 - Схема размещения свай в ростверке

#### Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

4) Ориентировочный вес ростверка

$$G = b_p l_p d_p \gamma_{\text{мт}} = 3,6 \cdot 2,1 \cdot 1,5 \cdot 24 = 272,16 \text{ кН.}$$

Расчетные усилия неблагоприятных комбинаций

$$N' = N_{0I} + G \cdot 1,1 = 9136,5 + 272,16 \cdot 1,1 = 9435,88 \text{ кН;}$$

$$M' = M + Q \cdot h = -19,32 - 6,9 \cdot 1,5 = -29,67 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

									Лист
									97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Таблица 3.15 – Определение усилий в сваях

№ сваи	Усилие в свае	
	$N_{c,min}$	$N_{c,max}$
1	1571,32	1573,97
2	1572,65	1572,65
3	1571,32	1573,97
4	1571,32	1573,97
5	1572,65	1572,65
6	1571,32	1573,97

Проверка выполнения условия прочности

$$1573,97 \text{ кН} < 1800 \text{ кН}.$$

Условие прочности выполняется.

Расчет на продавливание ростверка колонной

5) Расчет ведется по формуле 3.53.

$$\alpha = 1 - 0,4 R_{bt} A_c / N_{max} = 1 - 0,4 \cdot 900 \cdot 0,05 / 9136,5 = 0,998;$$

$$\frac{2R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{C_1} (b_c + C_2) + \frac{h_{op}}{C_2} (l_c + C_1) \right] = \frac{2 \cdot 900 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1,45}{0,998} \left[ \frac{1,45}{0,58} (0,372 + 0,58) + \frac{1,45}{0,58} (1,174 + 0,58) \right] = 16542,05 \text{ кН};$$

$$F = 2 \cdot (1573,97 \cdot 2 + 1572,65) = 9441,18 \text{ кН};$$

$$9441,18 \text{ кН} < 16542,05 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

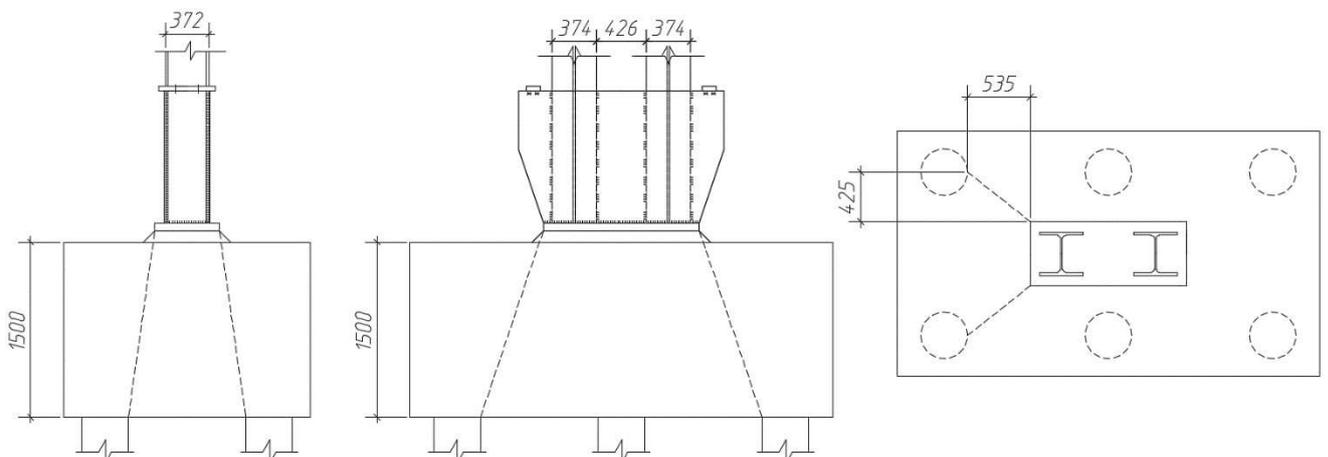


Рисунок 3.37 - Схема пирамиды продавливания

## Расчет на изгиб и армирование ростверка

Для армирования ростверка принимается арматура класса А400.

б) Необходимо определить изгибающие моменты в сечениях, используя формулу 3.54.

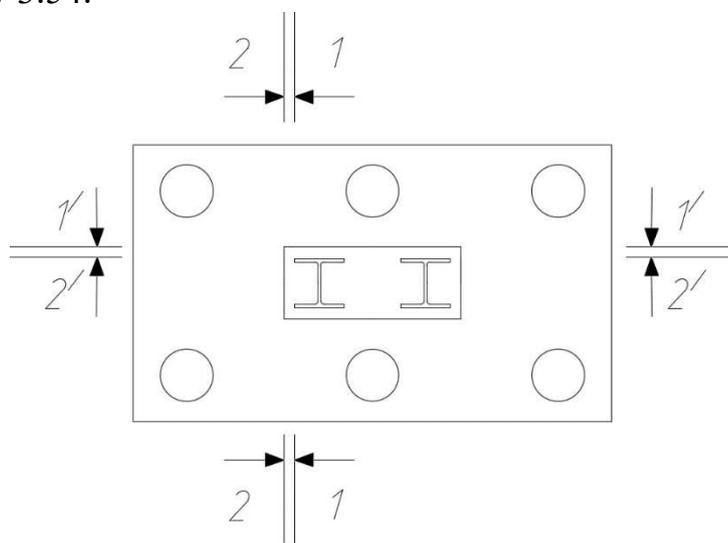


Рисунок 3.38 - Схема сечений ростверка

$$M_{2-2} = 1573,97 \cdot 2 \cdot 0,535 = 1684,15 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-1} = 1573,97 \cdot 2 \cdot 0,629 = 1980,05 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = (1573,97 \cdot 2 + 1572,65) \cdot 0,225 = 1062,13 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2'-2'} = (1573,97 \cdot 2 + 1572,65) \cdot 0,314 = 1482,27 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 3.17 – Расчет требуемой площади арматуры

Сечение	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}, \text{м}$	$A_s, \text{см}^2$
1-1	1980,05	0,039	0,98	1,45	39,81
2-2	1684,15	0,033	0,983	1,45	33,76
1'-1'	1062,13	0,012	0,994	1,45	21,06
2'-2'	1482,27	0,017	0,991	1,45	29,47

Принимается арматура нижней сетки в одном направлении  $18 \varnothing 18 \text{ A400}$  площадью  $45,72 \text{ см}^2 > 39,81 \text{ см}^2$ . В другом направлении принимается  $10 \varnothing 20 \text{ A400}$  площадью  $31,4 \text{ см}^2 > 29,47 \text{ см}^2$ .

Расчет анкерных болтов аналогичен первому варианту фундамента.

### Конструирование фундамента под колонну сплошного сечения

Высота ростверка принимается 900 мм.

Предполагается, что буронабивная свая длиной 9 м и диаметром 400 мм будет опираться на малосжимаемые грунты.

									Лист
									99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

7) Несущая способность сваи определяется по формуле 3.35.

Нормативное значение предела прочности на одноосное сжатие массива

$$R_m = R_{c,m,n} / \gamma_g = 20 / 1,4 = 14,285 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление скального грунта составит, но не более 20 МПа

$$R = R_m \cdot \left( 1 + 0,4 \cdot \frac{l_d}{d_f} \right) = 14,285 \cdot \left( 1 + 0,4 \cdot \frac{0,837}{0,4} \right) = 26,24 \text{ МПа.}$$

Площадь поперечного сечения

$$A = \pi \cdot 0,20^2 = 0,126 \text{ м}^2;$$

$$F_d = 1 \cdot 1 \cdot 20000 \cdot 0,126 = 2520 \text{ кПа.}$$

8) Допускаемая нагрузка на одну сваю

$$\frac{2520}{1,4} = 1800 \text{ кПа.}$$

9) Условие максимального использования несущей способности сваи

$$n = \frac{N_{0I}}{F_d / \gamma_k - Ad_p \gamma_{mt}} = \frac{2801,2}{1800 - 0,126 \cdot 23,087 \cdot 20} = 1,61.$$

Принимается 3 сваи. Размещение свай в ростверке приведено на рисунке 3.30.

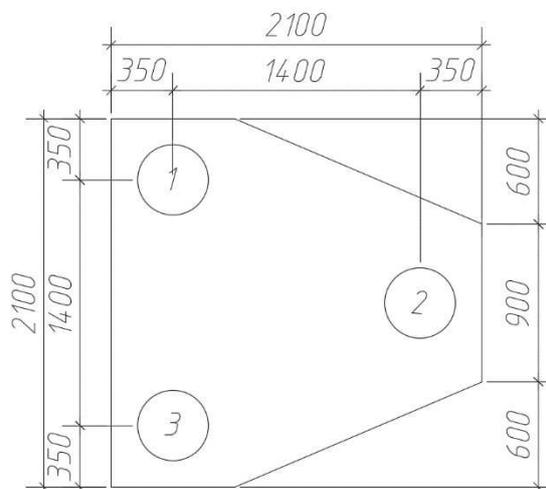


Рисунок 3.38 - Схема размещения свай в ростверке

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

## Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

10) Ориентировочный вес ростверка

$$G = b_p l_p d_p \gamma_{mt} = 3,57 \cdot 0,9 \cdot 24 = 77,112 \text{ кН}.$$

11) Расчетные усилия неблагоприятных комбинаций

$$N' = N_{0I} + G \cdot 1,1 = 2801,2 + 77,112 \cdot 1,1 = 2886,02 \text{ кН};$$

$$M' = M + Q \cdot h = -37,9 - 18,4 \cdot 0,9 = -54,46 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 3.18 – Определение усилий в сваях

№ сваи	Усилие в свае	
	$N_{c,\min}$	$N_{c,\max}$
1	953,36	970,65
2	953,36	970,65
3	953,36	970,65

12) Проверка выполнения условия прочности

$$970,65 \text{ кН} < 1800 \text{ кН}.$$

Условие прочности выполняется.

### Расчет на продавливание ростверка колонной

13) Расчет ведется по формуле 3.53.

$$\alpha = 1 - 0,4 R_{bt} A_c / N_{\max} = 1 - 0,4 \cdot 900 \cdot 0,017 / 2801,2 = 0,998;$$

$$\frac{2R_{bt} \cdot h_{op}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{C_1} (b_c + C_2) + \frac{h_{op}}{C_2} (l_c + C_1) \right] = \frac{2 \cdot 900 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 0,85}{0,998} \left[ \frac{0,85}{0,34} (0,356 + 0,4) + \frac{0,85}{0,4} (0,369 + 0,34) \right] = 4868,78 \text{ кН};$$

$$F = 2 \cdot (970,65 \cdot 2) = 3882,6 \text{ кН};$$

$$3882,6 \text{ кН} < 4868,78 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

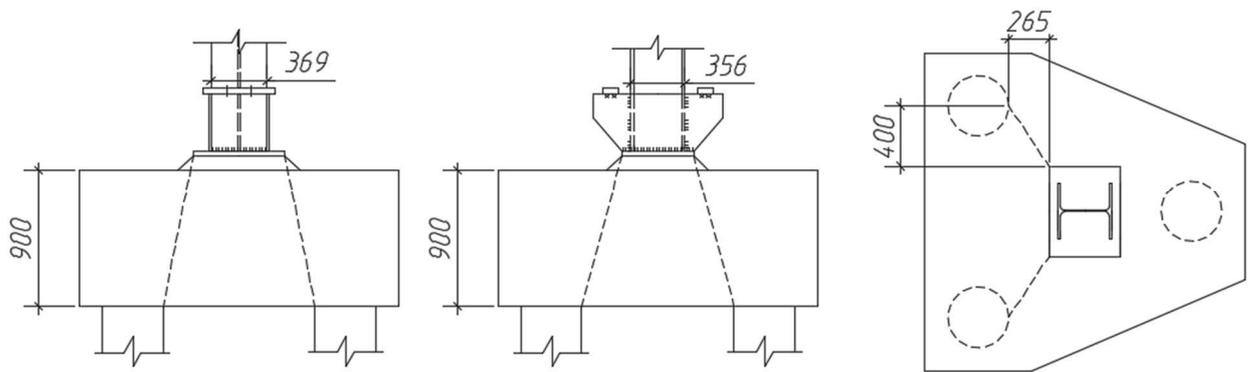


Рисунок 3.39 - Схема пирамиды продавливания

### Расчет на изгиб и армирование ростверка

Для армирования ростверка принимается арматура класса А400.

#### 14) Определение изгибающих моментов в сечениях

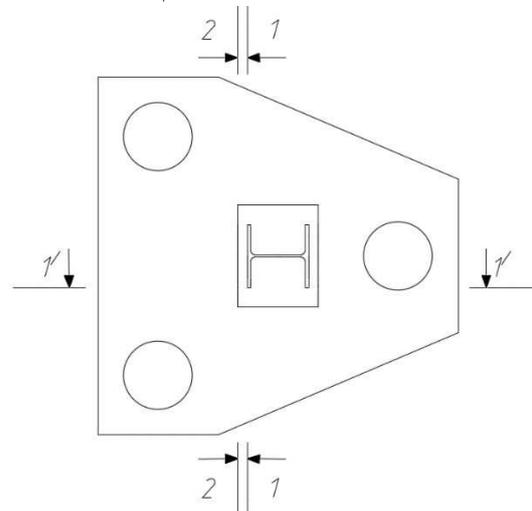


Рисунок 3.40 - Схема сечений ростверка

$$M_{2-2} = 970,65 \cdot 2 \cdot 0,265 = 514,44 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1-1} = 970,65 \cdot 2 \cdot 0,322 = 625,1 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = 970,65 \cdot 0,315 = 305,75 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 3.19 – Расчет требуемой площади арматуры

Сечение	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}, \text{м}$	$A_s, \text{см}^2$
1-1	625,1	0,036	0,984	0,85	21,4
2-2	514,44	0,029	0,982	0,85	17,6
1'-1'	305,75	0,018	0,991	0,85	10,37

Принимается арматура нижней сетки в одном направлении  $10 \varnothing 18 \text{A}400$  площадью  $25,4 \text{ см}^2 > 21,4 \text{ см}^2$ . В другом направлении принимается  $10 \varnothing 12 \text{A}400$  площадью  $11,31 \text{ см}^2 > 10,37 \text{ см}^2$ .

Расчет анкерных болтов аналогичен первому варианту фундамента.

									Лист
									102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

### Расчет фундамента под стены

15) Число свай на один погонный метр длины фундамента определяется по формуле 3.59

$$n = \frac{N}{(F_d / \gamma_k) - 0,6 \cdot d_p \cdot \gamma_{mt}} = \frac{165,62}{1800 - 0,6 \cdot 23,087 \cdot 20} = 0,109.$$

Принимается одна буронабивная свая диаметром 400 мм и длиной 9 м.

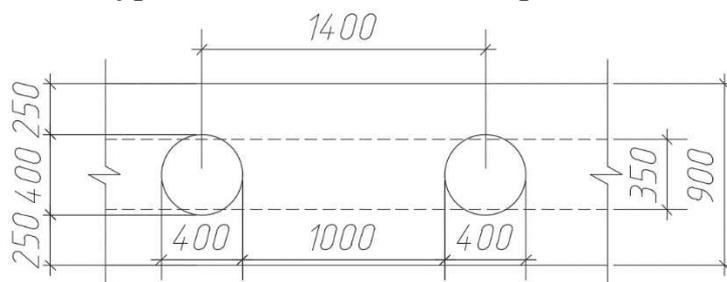


Рисунок 3.41 - Схема размещения свай в ленте

Высота ростверка определяется из условия на продавливание свай, однако, учитывая расположение свай, данный расчет не производится, а высота принимается конструктивно 900 мм.

### Расчет фундамента под ствол жесткости

16) Число свай, исходя из условия максимального использования несущей способности

$$n = \frac{99312,27}{1800 - 0,126 \cdot 23,087 \cdot 20} = 57,02.$$

С учетом наибольшего расстояния между сваями, а также минимального количества свай для размещения принимается 69 буронабивных свай диаметром 400 мм длиной 9 м.

Высота ростверка принимается конструктивно 900 мм.

Проверка несущей способности свай

$$N_{ci} \leq \frac{F_d}{\gamma_k};$$

$$\frac{99312,27}{69} = 1439,31 \text{ кН} < 1800 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

									Лист
									103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

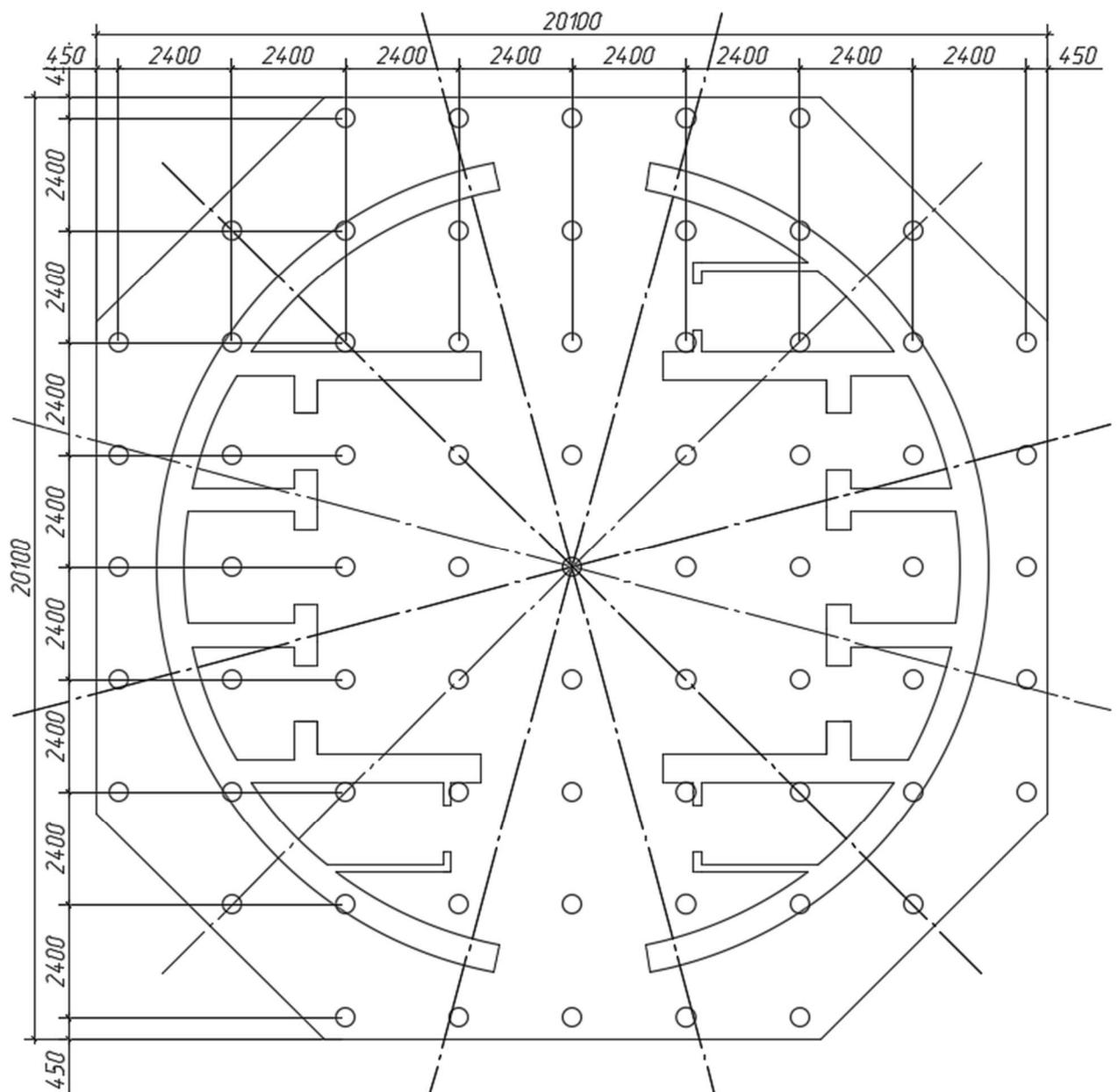


Рисунок 3.42 - Схема размещения свай

### 3.16.6 Техничко-экономическое сравнение и окончательный выбор фундамента

Выбор окончательного варианта фундамента производится исходя из трудоемкости и стоимости работ, необходимых для его устройства.

Объемы и стоимость работ для двух вариантов приведены в таблице 3.20 и таблице 3.21.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 08.05.01-2020

Лист

104



## Окончание таблицы 3.21

1	2	3	4	5	6	7	8
1-368	Транспортировка грунта в отвал на расстояние до 3 км	<i>m</i>	8768	51,93	455322,24	-	-
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 <i>m</i> <sup>3</sup>	2,95	1983,94	5852,62	-	-
1-368	Транспортировка грунта для обратной засыпки	<i>m</i>	4720	51,93	245109,6	-	-
Свайные работы							
05-01-029-03	Устройство железобетонных буронабивных свай с бурением скважин вращательным способом в грунтах: 2 группы диаметром до 600 мм, длина свай до 12 м	<i>m</i> <sup>3</sup>	613,36	6743,72	4136328,1	3,23	1981,15
5-31	Срубка свай	<i>шт</i>	777	122,39	95097,03	0,96	745,92
Бетонные работы							
6-6	Устройство ростверка	<i>m</i> <sup>3</sup>	1446,74	40,94	59229,54	5,17	7479,65
6-72	Устройство дополнительной опалубки при воздушной прослойке	<i>m</i> <sup>2</sup>	363,6	240,66	87503,98	0,93	338,15
6-2	Арматура стержневая А400	<i>m</i>	22,16	24682,94	546973,95	-	-
Итого:					5713139,59		10600,77

Как видно из технико-экономических показателей, трудоемкость устройства фундамента с буронабивными сваями на 18% выше, а его стоимость значительно больше (на 64%), чем при устройстве фундамента с буронабивными сваями. Из этого можно сделать вывод, что при данных грунтовых условиях и нагрузке, свайно-плитный фундамент с буронабивными сваями экономически более целесообразен.

## 4 Технология строительного производства

### 4.1 Область применения

Данная технологическая карта разработана на возведение монолитного перекрытия по металлическим балкам типового надземного этажа многофункционального центра каркасно-ствольной конструктивной системы с исполнением ствола жесткости из монолитного железобетона. Каркас состоит из главных и второстепенных металлических балок и двухветвевых металлических колонн.

Диаметр здания составляет 49 м.

### 4.2 Общие положения

Основой для разработки технологической карты служили [26]; [27]; [28]; [29]; [19].

### 4.3 Организация и технология строительного процесса

Для перекрытий толщиной 220 мм круглого очертания в плане наиболее целесообразно применить опалубку перекрытий на телескопических стойках, которая состоит из телескопических стоек, треног, деревянных балок и унивилков.

Исходя из анализа расчетно-конструктивного раздела, к применению принят профилированный оцинкованный настил Н75-750-0,9 с нанесенной огнезащитной водоэмульсионной пасты ВПМ-2, который будет являться несъемной опалубкой и внешней арматурой. Сцепление с бетоном обеспечивается выштампованными рифами.

Для обеспечения совместной работы второстепенных балок и профилированного настила используются вертикальные стержневые анкеры.

При устройстве перекрытий выполняются следующие работы

- подготовительные работы;
- основные работы;
- заключительные работы.

#### 4.3.1 Подготовительные работы

До основных работ по устройству перекрытий надземной части необходимо осуществить возведение подземной части здания: фундаментов с выполнением предварительной геодезической разбивки и планировки территории; земляные работы; должны быть выполнены строительно-монтажные работы по возведению подземного паркинга. Кроме того, перед устройством перекрытий необходимо осуществить монтаж колонн, главных и второстепенных балок соответствующего надземного этажа, должна быть осуществлена раскладка пакетов профилированного настила и арматурных

									Лист
									107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

сеток с разметкой мест установки настила и телескопических стоек для крепления торцевой опалубки.

Перед непосредственным осуществлением работ необходимо осуществить подготовку в зоне производства работ инвентаря, приспособлений и средств для безопасного производства работ, а также должна быть оформлена соответствующая техническая документация.

#### 4.3.2 Основные работы

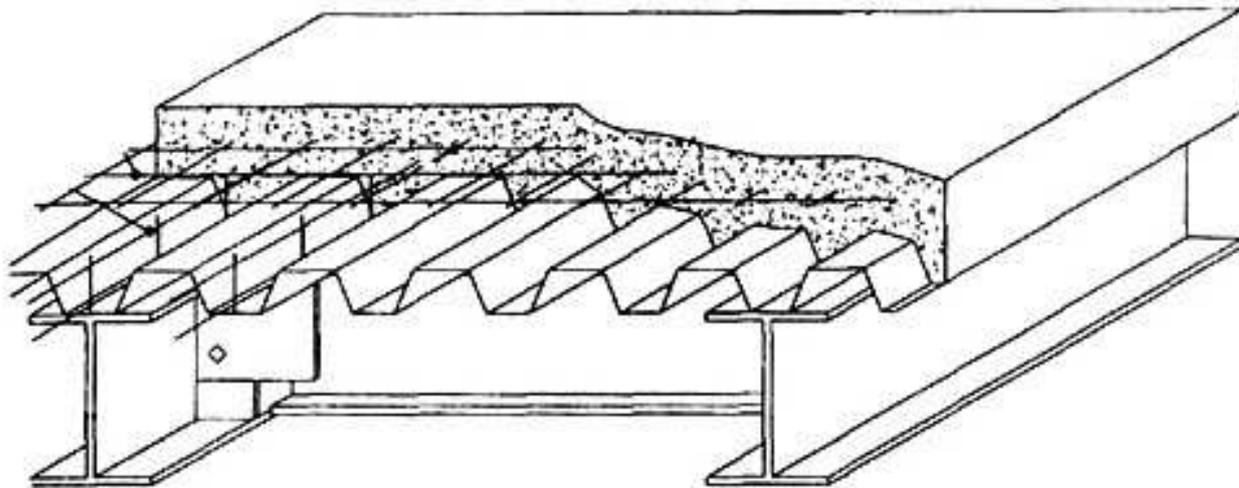


Рисунок 4.1 - Схема устройства монолитного перекрытия по металлическим балкам с использованием профилированного настила

Перед раскладкой профилированного настила поверхность верхней части балок нужно очистить от ржавчины, краски, мусора, грязи и окалины с помощью стальных щеток и скребков, а также необходимо удостовериться, что полка сухая. Раскладка должна обеспечивать отсутствие искажения формы в местах нахлеста при усаживании.

Листы настила также очищаются от грязи и крепятся к балкам точечной сваркой с использованием электрода Э50А.

Подача арматуры осуществляется с помощью крана, осуществляющего монтаж основных несущих конструкций. Армирование перекрытия производится по захваткам в соответствии с расчетно-конструктивным разделом проекта в соответствии с 5 листом чертежей в последовательности, обеспечивающей ее правильное положение и закрепление, исключая любое смещение при укладке и уплотнении бетонной смеси. Необходимый защитный слой бетона обеспечивается наличием инвентарных пластмассовых фиксаторов.

Для соблюдения верхней отметки перекрытия используются съемные маячные рейки.

Для подачи бетонной смеси используется бетононасос стационарный Schwing SP 8800 D с использованием бетоновода, представляющего собой

									Лист
									108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

укладываемые на прокладки и стойки и монтируемые металлические трубы, оканчивающиеся гибким участком, крепящимся к манипулятору с распределительной стрелой.

Бетонная смесь укладывается горизонтально слоями шириной 1,5 м без разрывов. Укладка следующего слоя бетонной смеси допускается до начала схватывания предыдущего слоя.

Для уплотнения бетонной смеси используется глубинный пневматический вибратор ИВ-16.

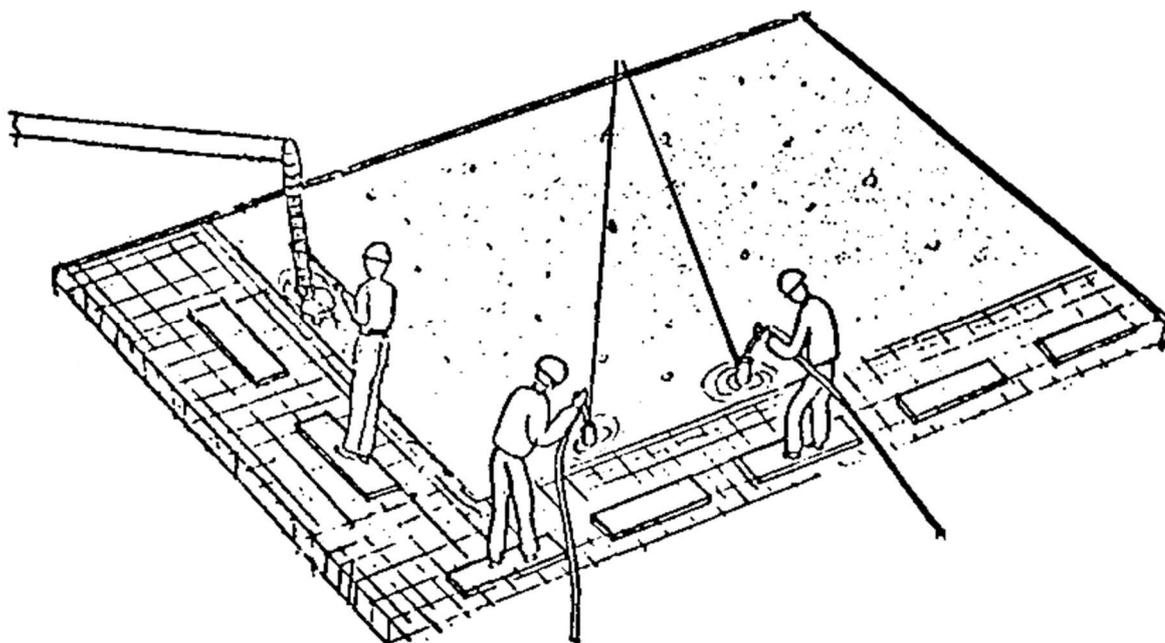


Рисунок 4.2 - Схема организации рабочего места при устройстве монолитного перекрытия

Для сохранения прочностных качеств бетона необходимо обеспечить соответствующий уход за ним: обеспечить требуемую температуру твердения; предотвратить слишком быстрое высыхание наружного слоя бетона. Для этого предусматривается ряд мероприятий

- укрытие брезентом для защиты бетона от воздействия солнечных лучей и дождя;
- систематический полив водой в сухую погоду (при твердении при температуре ниже 5 С° полив не производится);
- загрузка полной расчетной нагрузкой (помимо нагрузки от собственного веса бетона) только после набора проектной прочности.

### 4.3.3 Заключительные работы

Заключительный этап устройства перекрытий заключается в очистке рабочего места от мусора и загрязнений, демонтаже или переносе оборудования, уборке инвентаря, снятии ограждений и ненужных трапов с

									Лист
									109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

соблюдений всех правил безопасности.

Мусор, образовавшийся после выполнения работ, вывозится за пределы строительной площадки на специально отведенное место с соблюдением экологических норм.

#### 4.4 Требования к качеству работ

Для обеспечения должного качества выполняется входной контроль рабочей документации в виде проверки полноты ее состава и достаточности содержащейся технической информации для осуществления работ; входной контроль материалов и изделий – проверка их соответствия всем сопроводительным документам, стандартом, гигиеническим и пожарным требованиям.

Кроме того, производится операционный контроль производства работ и приемочный контроль качества выполненных работ.

При армировании контроль осуществляется при приемке стали (проверяется соответствие марки, указанной в проектной документации, наличие заводских марок), при ее хранении (правильность условий складирования, а также сортировка по размерам, сортам, маркам, виду и др.), при изготовлении арматурных элементов (проверка качества сварки, соблюдение размеров, технологии, положения). После непосредственного устройства армирования проводят окончательную проверку по соответствию проектного положения арматуры и необходимых размеров на соблюдение допускаемых отклонений.

После устройства арматурных сеток и их окончательного монтажа составляется акт скрытых работ.

При оценке внешнего армирования проверяется соответствие качества оцинкованного настила требованиям нормативной документации, а также визуально проверяется качество поверхности профилированного листа: поверхность не должна иметь ризок, потертостей и других нарушений целостности и сплошности поверхности.

В процессе установки торцевой опалубки контролируют правильность ее установки и осуществление креплений, обеспечение должной плотности стыков. Правильность положения телескопических стоек в пространстве проверяют привязкой к разбивочным осям, нивелировкой, и соблюдением линейных размеров.

При транспортировке бетонной смеси с завода-изготовителя необходимо обеспечить условия, чтобы она не начала схватываться, расслаиваться, не потеряла требуемую подвижность (не должна отклоняться от необходимой более чем на 1 см). При транспортировке бетонной смеси в зимнее время нужно использовать противоморозные добавки и подогрев бетонной смеси до необходимой температуры, выполнить мероприятия по укрытию, утеплению и обогреву транспортной тары. При укладке смеси контролируют ее температуру во время выгрузки из транспортных средств и температуру уложенной бетонной смеси, а также проверяют отсутствие снега

									Лист
									110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

и наледи на бетонируемых поверхностях. Поскольку используется электропрогрев бетона, то напряжение и силу тока питающего трансформатора замеряют не реже двух раз в смену и значения фиксируют в специальном журнале.

При поставках на строительную площадку осуществляется входной контроль соответствия качества бетонной смеси заявленным требованиям: тяжелая бетонная смесь должна соответствовать классу по прочности на сжатие В30. Оценка качества бетона производится на основании испытания прочности на сжатие до разрушения образцов-кубов с длиной ребра 160 мм, изготавливаемых из бетона одновременно с его укладкой и выдерживаемых в тех же условиях, в которых твердеет бетон на строительной площадке. Для оценки качества используются стандартные лабораторные методы оценки прочности.

При подаче бетона должны быть обеспечены следующие мероприятия

- бетононасос, как и бетоновод, должен быть испытан гидравлическим давлением перед подачей бетона;
- проектный состав и подвижность бетонной смеси должны быть проверены и уточнены на основании пробных перекачек смеси;
- внутренняя поверхность бетоновода перед бетонированием должна быть увлажнена и смазана цементным молоком;
- при перерывах в перекачке смеси от 20 до 60 мин. необходимо каждые 10 мин. перекачивать бетонную смесь по системе в течение 10-15 с на малых режимах работы бетононасоса. При перерывах, превышающих указанное время, бетоновод должен быть опорожнен, очищен и промыт;
- распределение бетонной смеси следует осуществлять с помощью распределительной стрелы и бетоноводов, установленных в зоне бетонирования.

Процесс уплотнения бетонной смеси глубинным пневматическим вибратором ИВ-16 контролируется визуально: оценивается степень осадки смеси, прекращение выхода пузырьков воздуха, появление цементного молока, контролируется расслаиваемость бетонной смеси.

При бетонировании в зимних условиях осуществляется дополнительный контроль неразрушающим методом с помощью ультразвука.

Приемочный контроль завершеного устройства монолитного перекрытия оформляется в виде акта и содержит следующие мероприятия

- освидетельствование конструкций: результаты испытаний образцов-кубов, замеров и т.д.;
- соответствие проекту закладных деталей и отверстий;
- результаты проверки соответствия документации по приемке материалов, изделий, актов скрытых работ;
- проверка соответствия правильности расположения конструкции в пространстве и относительно рабочей документации.

									Лист
									111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

#### 4.5 Потребность в материально-технических ресурсах

При подсчетах использовались [30], [31]. Ведомость потребности в материалах и изделиях представлена в таблице 4.1.

Ведомость потребности в технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях представлена в таблице 4.2.

Ведомость потребности в машинах и технологическом оборудовании представлена в таблице 4.3.

Таблица 4.1 – Ведомость потребности в материалах и изделиях

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
1	2	3	4	5
Установка профилированного настила	Н75-750-0,9, ГОСТ 24045-2016	м <sup>2</sup>	12,5 кг	23571,76 кг
Установка профилированного настила	Заклепки комбинированные	кг	0,05	94,29 кг
Установка арматурных каркасов и сеток	Арматурные стержни, каркасы, сетки	кг	8,638	16289,03 кг
Бетонирование монолитного перекрытия	Бетонная смесь, Б30	м <sup>3</sup>	0,224	414,86 м <sup>3</sup>

Таблица 4.2 – Ведомость потребности в технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная технологическая характеристика, параметр	Количество
1	2	3	4
Разгрузка и подача пакета стального профнастила к месту укладки	Строп 2СТ10-4	Грузоподъемность 4 т	1
Подача арматурных стержней и каркасов	Строп 4СК1-4,0/2000	Грузоподъемность 4 т	1
	Строп СКК1-1,0/2000	Грузоподъемность 1 т	4
Опалубочные работы	Стойка телескопическая 4,5	Несущая способность 1 т	568

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
Резка профлистов	Машина ручная шлифовальная электрическая, угловая WSA-2300	Мощность 2,3 кВт Напряжение 220 В	3
Ручная дуговая сварка	Трансформатор сварочный ТД-300	Мощность 19,4 кВт Напряжение 220 В	1
Для резки арматуры	Пресс-ножницы приводные комбинированные, ПК-40	-	3
Для крепления арматурных стержней	Приспособление для вязки арматуры, 5Н-21Н	-	3
Сверление отверстий	Машина ручная сверлильная электрическая, ИЭ-1301	Мощность 1,05 кВт Напряжение 220 В	3
Клепка профлистов в местах нахлеста	Пистолет для ручной клепки, СТД -96, ТУ 36-1416-83	Масса 2,2 кг Напряжение 220 В	3
Ручная сварка	Электродержатель, ЭД-40, ГОСТ 14651-78*	Наибольший ток 500 А Масса 0,65 кг	3
Ручная сварка	Зубило слесарное, ГОСТ 7211-86*	-	6
Зачистка сварных швов	Молоток слесарный с круглым бойком, ГОСТ 2310-77*	-	3
Ручная сварка	Набор инструмента для ручной дуговой сварки, ЭНИ -300, ТУ 36-1160-81	-	3
Зачистка металлических балок	Скребок металлический	Длина 1200 мм	3
Зачистка арматуры	Щетка стальная, ОСТ 17-830-80	-	3
Резка стали	Резак инжекторный средней мощности, Р2А-01, ТУ 26-05-523-81Е	Масса 1,38 кг Напряжение 220 В	1
Измерительные работы	Линейка металлическая, ГОСТ 427-75*	-	3
Измерительные работы	Штангенрейсмас, ГОСТ 164-90	-	3
Измерительные работы	Набор щупов, ТУ 2.034-225-87	-	3
Бетонирование	Кельма	-	6

#### Окончание таблицы 4.2

1	2	3	4
Бетонирование	Рейка-правило	-	6
Бетонирование	Лопата	-	3
Измерительные работы	Рулетка металлическая, РЗ-10, ГОСТ 7502-98*	-	1

Таблица 4.3 – Ведомость потребности в машинах и технологическом оборудовании

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологической оснастки, инструмента, тип, марка	Основная технологическая характеристика, параметр	Кол-во
1	2	3	4
Разгрузка и подача арматуры, профилированного настила и других материалов и изделий	Самоподъемный башенный кран QTZ 250	Грузоподъемность при максимальном вылете 70 м – 6 т	1
Подача арматурных стержней и каркасов	Строп 4СК1-4,0/2000	Грузоподъемность 4 т	1
	Строп СКК1-1,0/2000	Грузоподъемность 1 т	4
Подача бетонной смеси	Бетононасос стационарный Schwing SP 8800 D	Производительность 77 м <sup>3</sup> /ч	1
Подача бетонной смеси	Мобильная бетонораспределительная стрела SANY HGY33	Масса 4,5 т	1
Транспортировка бетонной смеси	Автобетоносмеситель СБ-92В-2	Полезный объем смесительного барабана 5 м <sup>3</sup>	1
Уплотнение бетонной смеси	Глубинный пневматический вибратор ИВ-16	Масса 20 кг	3

#### 4.6 Техника безопасности и охрана труда

Работа должна быть организована с учетом требований [27], [28] и с учетом требований по пожарной безопасности [32].

Рабочий обязан пройти инструктаж по технике безопасности. Он должен работать в выданной ему спецодежде, иметь для работы предохранительные приспособления и постоянно пользоваться ими, а также иметь удостоверение на право производить конкретный вид работ.

До начала работы должны быть очищены от мусора и посторонних предметов, снега и льда рабочие места и проходы к ним, должны быть обеспечены ограждения и выставлены световые сигналы в опасных местах в

									Лист
									114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

темное время суток.

Рабочему перед пуском оборудования следует проверить надежность ограждений и исправность оборудования, а также для того, чтобы избежать поражения током необходимо проверить изоляцию (при электрифицированном инструменте). При наличие оголенных проводов, неогражденных частей кабелей и т.д. прикасаться к ним запрещено: необходимо прекратить работу и сообщить о неисправностях мастеру. После окончания работы электрофицированным инструментом он сдается в кладовую.

При получении ручного инструмента также стоит проверить его надлежащее состояние: проверить исправность рукояток, рабочую поверхность инструмента.

Работники, осуществляющие работы по обслуживанию машин, должны отвечать за содержание их в рабочем состоянии и обеспечивать своевременное техническое обслуживание для поддержания эксплуатационных характеристик строительных машин. Кроме того, к машинистам предъявляются дополнительные требования по безопасности согласно [27], [28].

Перед началом работ по уплотнению бетонной смеси необходимо проверить исправность вибратора, а именно

- проверка исправности подводящего кабеля;
- проверка заземляющего кабеля на наличие повреждений;
- проверить герметичность соединения частей оборудования и обмотку электродвигателя;
- проверка исправности выключателя;
- проверка амортизатора вибратора;
- проверка общей исправности вибратора пробной работой в течение 1 мин без упора оборудования.

При продолжительной работе вибратора необходимо периодически выключать его во избежание перегрева.

При дожде или снеге вибраторы укрываются брезентом или убираются в помещение, также необходимо избегать попадание влаги на оборудование при уходе за бетоном (полив). Также при сварных работах, которые осуществляются при монтаже арматуры, необходимо обеспечить навес во избежание попадания влаги. В случае отсутствия навеса и наличия осадков работы прекращаются.

Очистка вибратора осуществляется после отключения его от сети, она не производится водой.

Работы по электропрогреву бетона в зимнее время проводятся под наблюдением электромонтеров и осуществляются при напряжении не выше 110 В. При этом проведение работ на данных участках, помимо измерения температуры квалифицированным персоналом с применением защитных средств, запрещается. Квалифицированный персонал, осуществляющий работы по электропрогреву, должен иметь соответствующую спецодежду.

									Лист
									115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

#### 4.7 Техничко-экономические показатели

Калькуляция затрат и машинного времени на устройство монолитного перекрытия по металлическим балкам приведена в таблице 4.4, технико-экономические показатели приведены в таблице 4.5. С учетом требований [34], [35].

Таблица 4.4 – Калькуляция затрат и машинного времени

Наименование технологического процесса и его операций	Единица измерения	Объем работ	Норма времени рабочих, чел.-ч	Норма времени машин, маш.-ч	Затраты труда рабочих, чел.-ч	Затраты времени машин, маш.-ч
1	2	3	4	5	6	7
Е1-7,1; Разгрузка и подача материалов и изделий	100 <i>т</i>	0,208	18,52	9,26	3,84	1,92
Е5-1-20, таб. 5, 9, а, б; Подъем профилированного настила краном	100 <i>м<sup>2</sup></i>	18,86	0,1	0,03	1,89	0,57
Е5-1-20, таб. 5, 12, а, б; Раскладка и укладка листов настила	100 <i>м<sup>2</sup></i>	18,86	2,6	-	49,03	-
Е5-1-20, таб. 5, 1, а; Комплектовка комбинированных заклепок	100 <i>заклепок</i>	19,51	0,36	-	7,02	-
Е5-1-20, таб. 5, 2, а; Сверление отверстий под заклепки ручной электрической сверлильной машинкой	100 <i>отверстий</i>	19,51	0,14	-	2,73	-
Е5-1-20, таб. 5, 4, а; Установка заклепок	100 <i>заклепок</i>	19,51	0,72	-	14,05	-
Е22-1-2, 1, а; Точечная дуговая сварка профнастила к стальным балкам	10 <i>м шва</i>	9,76	3,12	-	30,44	-
Е22-1-1, 1, б; Приварка стоек для торцевой опалубки и направляющих из уголка 40х40	10 <i>м шва</i>	15,39	3	-	46,18	-

## Окончание таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6	7
Е4-1-34 Б Табл. 7, а; Установка опалубки	$m^2$	1885,7 4	0,45	-	848,58	-
Е1-7, 30 а, 30 б; Подача армокаркасов и сеток башенным краном	100 $m$	0,16	5,6	2,8	0,896	0,448
Е4-1-44 Б, Табл. 2, б; Установка каркасов вручную	$шт$	1158	0,24	-	277,92	-
Е4-1-44 Б, Табл. 2, б; Установка сеток вручную	$шт$	326	0,24	-	78,24	-
Е4-1-48 Табл. 5, 2; Подача бетонной смеси к месту укладки бетононасосом	100 $m^3$	4,15	6,1	6,1	25,315	25,315
Е4-1-49 Б Табл. 2, 12; Укладка бетонной смеси в конструкции плит	$m^3$	414,86	0,93	-	385,82	-
Е4-1-54, 9; Уход за бетонной поверхностью	100 $m^2$	18,86	0,14	-	2,64	-
Е4-1-34 Б Табл. 7, б; Разборка опалубки	$m^2$	1885,7 4	0,26	-	490,29	-

Таблица 4.5 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателя	Единица измерения	Количество
1	2	3
Объем работ	$m^3$	414,86
Трудоемкость	<i>чел.-см.</i>	279,56
Продолжительность работ	<i>дн</i>	13,2
Выработка 1 рабочего в смену	$m^3$	1,5
Максимальное количество работающих в смену	<i>чел</i>	41

## **5 Организация строительного производства**

### **5.1 Продолжительность строительства**

#### **5.1.1 Обоснование принятой нормативной продолжительности строительства объекта капитального строительства**

Общая площадь надземной части многофункционального здания составляет 69772,42 м<sup>2</sup>; строительный объем – 325,9 тыс. м<sup>3</sup>; общее число сотрудников – 3770 чел.

Согласно [36] для административных зданий объемом 15,9 тыс. м<sup>3</sup> и числом сотрудников 400 чел продолжительность составляет 7 мес.

С учетом экстраполяции нормативная продолжительность строительства составит 51,06 мес ≈ 51,5 мес. Выполнение всех работ в 2 смены позволяет снизить продолжительность до 46 мес.

#### **5.1.2 Обоснование принятой плановой продолжительности строительства объекта капитального строительства**

Плановая продолжительность определяется при составлении сетевого графика согласно [37]. Сетевой график – это модель с расчетными временными параметрами, которая наиболее полно отражает технологическую и организационную взаимосвязь производства строительномонтажных работ в процессе строительства объекта. Удобство динамической модели заключается в том, что она отражает технологическую зависимость и последовательность выполнения комплекса работ и связывает их свершение во времени с учетом затрат трудовых ресурсов, объемов работ и принятой организационно-технологической схемой с выделением узких мест (критический путь), что важно для оптимизации процесса возведения здания.

Сетевой график представлен на чертежах, лист 13. Карточка-определитель представлена в приложении Г. Плановая продолжительность составила 37,1 мес.

### **5.2 Организация строительной площадки**

#### **5.2.1 Исходные данные**

Исходными данными для разработки решений по организации строительства многофункционального центра являются решения, принятые в рамках дипломного проекта в предыдущих разделах для надземной части здания.

Объемно-планировочные и конструктивные характеристики объектов строительства, характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства, информация о транспортной инфраструктуре, а также характеристика земельного участка.

									Лист
									118
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

предоставленного для строительства, представлены в архитектурно-строительном и расчетно-конструктивном разделах.

Для строительства привлекаются местные специалисты. Их необходимое количество обеспечивается генподрядной и субподрядными организациями.

До начала производства работ существует необходимость в отключении инженерных сетей, находящихся в непосредственной близости от объекта строительства.

По периметру строительной площадки устанавливаются ограждения.

Организация строительной площадки осуществляется согласно [38], [39], [40].

### 5.2.2 Определение потребности в основных строительных машинах и механизмах

С учетом значительной высоты здания подбирается самоподъемный башенный кран. Элементом, имеющим наибольшую массу, является двухветвевая колонна двутаврового сечения 840x400x329.

1) Определим монтажную массу

$$M_m = M_1 + M_2 = 4,75 + 0,195 = 4,945m,$$

где  $M_1$  – масса элемента,  $m$ ;

$M_2$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств (захват универсальный для металлических колонн) [30],  $m$ .

2) Требуемый монтажный вылет крюка

$$L = B + f + f^* + d + R_{нов} = 49 + 1,5 + 0 + 4,5 = 55m,$$

где  $B$  – ширина здания в осях,  $m$ ;

$f$  – расстояние от оси здания до центра тяжести самого удаленного от крана монтируемого элемента,  $m$ ;

$f^*$  – расстояние от выступающей части до оси здания,  $m$ ;

$R_{нов}$  – задний габарит крана грузоподъемностью до 10  $m$ ,  $m$ .

2) Высота подъема стрелы находится по формуле

$$H_k = h_0 + h_1 + h_2 + h_3 = 197,48 + 1,5 + 0,3 + 6,66 = 205,94m,$$

где  $h_0$  – монтажная отметка элемента,  $m$ ;

$h_1$  – высота подъема элемента над опорой;

$h_2$  – высота монтируемого элемента;

$h_3$  – высота грузозахватных механизмов.

Подбирается по данным характеристикам самоподъемный башенный кран QTZ 250 грузоподъемность при максимальном вылете с двойной

									Лист
									119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

запасовкой составляет 6 м; максимальный вылет стрелы 70 м; высота подъема при стационарном исполнении – 225 м [41].

#### Определение величины опасных зон

1) Расчет ведется по [42]. Радиус действия монтажной зоны

$$R_{м.з.} = l_2 + x, \quad (5.1)$$

где  $l_2$  – наибольший габарит перемещаемого груза (балка металлическая), м;  
 $x$  – минимальное расстояние отлета груза, м.

$$R_{м.з.} = 12,554 + 14 = 26,554 \approx 26,6 м.$$

2) Зона обслуживания крана

$$R_{р.з.} = L_k = 70 м.$$

3) Опасная зона работы крана

$$R_{оп.} = R_{max} + 0,5 \cdot b_{эл} + l_{эл. max} + x, \quad (5.2)$$

где  $R_{max}$  – максимальный вылет крюка крана;  
 $b_{эл}$  – высота элемента;  
 $l_{эл. max}$  – ширина наибольшего монтируемого элемента;  
 $x$  – минимальное расстояние отлета груза.

$$R_{оп.} = 70 + 0,5 \cdot 1,28 + 12,554 + 20 = 103,194 м \approx 103,5 м.$$

4) Зона перемещения грузов

$$R_{пер.з.} = R_{оп.} - L_k = 103,5 - 70 = 33,5 м.$$

### **5.2.3 Определение потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях**

Карта-определитель на сетевой график приведена в приложении Г.  
Объем работ представлен в таблице 5.1.

									Лист
									120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

Таблица 5.1 – Объем работ

Наименование работ	Объем работ	
	ед. изм	кол-во
1	2	3
<b>Земляные работы</b>		
Срезка растительного слоя	$m^2$	5480
Разработка котлована экскаваторов	$m^3$	138544
Разработка грунта вручную	$m^3$	635,83
Уплотнение грунта	$m^2$	1152
Обратная засыпка	$m^3$	20235
<b>Устройство фундамента</b>		
Бурение скважин	$m$	8961
Бетонирование скважины	$m^3$	1126,07
Устройство монолитных ростверков	$m^3$	1498,26
<b>Устройство подземной части</b>		
Устройство стен подземной части	$m^3$	2138,98
Устройство железобетонных стен ствола	$m^3$	4168,46
Устройство монолитных перекрытий	$m^3$	8708,98
Монтаж стальных колонн	$эл$	1092
<b>Устройство надземной части</b>		
Монтаж стальных колонн	$эл$	1736
Монтаж главных балок	$эл$	492
Монтаж второстепенных балок	$эл$	1728
Монтаж балок купола	$эл$	120
Монтаж элементов ферм	$эл$	96
Устройство крестовых связей	$эл$	46
Устройство железобетонных стен	$m^3$	35388,4
Устройство монолитных перекрытий	$m^3$	15406,5
Монтаж витражных систем зданий	$m^2$	30400
Устройство крыльца	$m^2$	69,12
Устройство козырьков	$m^2$	20
<b>Устройство полов</b>		
Устройство полов из паркетных досок	$m^2$	554,53
Устройство полов с керамическими плитками	$m^2$	4454,45
<b>Отделка</b>		
Устройство подвесных потолков	$m^2$	4316
Устройство декоративной штукатурки	$m^2$	8757
Окрашивание стен водоэмульсионными составами	$m^2$	13754
Окрашивание потолков водоэмульсионными составами	$m^2$	693
Укладка керамической плитки	$m^2$	1532

## 5.2.4 Организация складского хозяйства

1) Необходимые запасы материалов и элементов рассчитываются по [42] по формуле

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.3)$$

где  $P_{общ}$  – количество материалов и элементов, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период;

$T$  – продолжительность расчетного периода по календарному плану, в *дн.*;

$T_n$  – норма запаса материала, в *дн.*;

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад ( $K_1=1,1-1,5$ );

$K_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода ( $K_2=1,3$ ).

1) Полезную площадь склада (без проходов), занимаемую материалом, определяют по формуле

$$F = \frac{P_{скл}}{V}, \quad (5.4)$$

где  $P_{скл}$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на  $1 \text{ м}^2$  площади склада.

2) Общую площадь склада (включая проходы) определяют по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.5)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей (для закрытых складов 0,6-0,7; для навесов 0,5-0,6; для открытых складов 0,4-0,6).

Таблица 5.2 – Подсчет площади складов

Наименование материалов	Ед. изм	Кол-во на 1 м <sup>2</sup> полезной площади складов	Продолжительность, дн	Нормы запасов при перевозке, дн.	Общее кол-во материала	Необходимый запас материала	Полезная площадь склада, м <sup>2</sup>	Общая площадь склада, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Опалубка	м <sup>2</sup>	20	500	12	69773,12	2394,61	119,73	199,55
Металлоконструкции	т	3,3	182	12	4713,15	444,38	134,66	224,43
Арматура	т	1,3	500	12	663,5	22,77	17,52	29,194
Профнастил	т	1,5	481	12	872,16	31,11	20,74	34,57
Витражи	м <sup>2</sup>	20	265	12	30399,68	1968,52	98,43	164,04
Итого:								651,78

Площадь открытых складов  $S_o = 259 \text{ м}^2$ ;  
 Площадь закрытых складов  $S_z = 164,04 \text{ м}^2$ ;  
 Площадь навесов  $S_n = 228,74 \text{ м}^2$ .

### 5.2.5 Обоснование потребности строительства в кадрах, временных зданиях и сооружениях

Подсчет производится с учетом требований [42], [38]. Наибольшее число рабочих в наиболее загруженную смену составляет 99 человек, тогда всего работающих разной категории

- а) рабочие – 99 человек;
- б) сотрудники ИТР – 12 человек;
- в) сотрудники ПСО – 3 человека.

Итого численность сотрудников в самую многочисленную смену – 114 человек.

1) Площадь санитарно-бытового помещения определяется по формуле

$$S_{тр} = N \cdot S_n, \quad (5.6)$$

где  $N$  – общая численность рабочих, чел;

$S_n$  – нормативный показатель площади, м<sup>2</sup>/чел.

Расчет площадей временных помещений приведен в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Подсчет работающих

Категории работающих	Всего		В первую смену	
	уд.вес, %	кол-во, чел	уд.вес, %	кол-во, чел
Рабочие	85	99	70	70
ИТР	12	12	80	10
ИСО	3	3	80	2
$\Sigma$	100	114		82

Таблица 5.4 – Требуемые площади временных помещений

Временные здания	Кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>		Тип помещения	Полезная площадь, м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		На 1 чел	расчетная		Одного здания	Всех зданий	
1	2	3	4	5	6	7	8
Санитарно-бытовые помещения							
Гардеробная	99	0,9	89,1	ГОСС-Г-14	27	108	4
Душевая	56	0,43	24,08	ВД-4	25	25	1
Пункт обогрева, отдыха и приема пищи	82	0,6	49,2	ИЭКТС-20	26(20 мест)	52	2
Умывальная и сушилка	82	0,05	4,1	ЛВ-157	9	9	1
Медпункт	82	20 на 300 чел	20	ЦУБ	23	23	1
Служебные помещения							
Прорабская	12	24 на 5 чел	72	ГОСС-11-3	24	72	3
Общественные помещения							
КПП	2	7 на 1 чел	21	5055-4	7	14	2
Всего:						303	
Проходы 30%:						90,9	
Итого:						393,9	14

### 5.2.6 Электроснабжение строительной площадки

1) Потребность в электроэнергии, кВт, определяется на период выполнения максимального объема строительно-монтажных работ по формуле

$$P = L_x \left( \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + K_3 P_{o.v.} + K_4 P_{o.n.} + K_5 P_{cb} \right), \quad (5.7)$$

где  $L_x = 1,05$  – коэффициент потери мощности в сети;

$P_M$  – сумма номинальных мощностей работающих электромоторов;

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

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

$P_{св}$  – то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$  – коэффициент потери мощности для силовых потребителей электромоторов;

$K_1 = 0,5$  – коэффициент одновременности работы электромоторов;

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

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

$K_5 = 0,6$  – то же, для сварочных трансформаторов.

Таблица 5.5 – Определение мощностей

Вид потребителя	Наименование потребителя	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	$K_c$	Требуемая мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7
Силовые потребители	Башенный кран QTZ250	шт	1	50	0,5	35,71
	Растворобетоно-смесители	шт	2	2	0,5	2,86
	Бетононасос	шт	1	30	0,5	21,43
	Вибратор	шт	3	1	0,5	2,13
Итого:						62,13
Внутренне освещение	Отделочные работы	м <sup>2</sup>	69772,38	0,015	0,8	837,27
	Канторские и быт. помещения	м <sup>2</sup>	269	0,015	0,8	3,23
	Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	34	0,003	0,8	0,08
	Закрытые склады	м <sup>2</sup>	164,04	0,015	0,8	1,97
	Открытые склады, навесы	м <sup>2</sup>	487,74	0,003	0,8	1,17
Итого:						843,72
Наружное освещение	Территория строительства	м <sup>2</sup>	28860,25	0,0002	0,9	5,19
	Основные проходы и проезды	км	0,416	5	0,9	1,87
	Охранное освещение	км	0,68	1,5	0,9	0,92
	Аварийное освещение	км	0,68	3,5	0,9	2,14
Итого:						10,12

$$P = 1,05 \cdot (62,13 + 843,72 + 10,12) = 961,77 \text{ кВт}.$$

Выбирается трансформаторная подстанция. СКТП-1000 с размерами в плане 3,5x4,5м.

Требуемое количество прожекторов для строительной площадки определяется по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_l}, \quad (5.8)$$

где  $P$  – удельная мощность,  $Вт/м^2$  (для освещения используется ПЗС-45 мощностью  $P = 0,4 \text{ Вт/м}^2$ );

$E$  – освещенность,  $лк$  (принимаем  $E = 1,5 \text{ лк}$ );

$S$  – площадь, подлежащая освещению,  $м^2$ ;

$P_l$  – мощность лампы прожектора,  $Вт$  ( $P_l = 1000 \text{ Вт}$ ).

$$n = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 28860,25}{1000} = 18.$$

Принимается для освещения строительной площадки 18 прожекторов.

Наиболее экономичным источником электроснабжения являются районные сети высокого напряжения. В подготовительный период строительства сооружают ответвление от существующей высоковольтной сети на площадку и трансформаторную подстанцию, мощностью 1000 кВт. Разводящую сеть на строительной площадке устраиваем по смешанной схеме. Электроснабжение от внешних источников производится по воздушным линиям электропередач.

### 5.2.7 Временное водоснабжение

1) Потребность  $Q_{тр}$  в воде определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{пр}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{хоз}$  нужды

$$Q_{тр} = Q_{пр} + Q_{хоз} + Q_{пож}. \quad (5.9)$$

Расход воды на производственные потребности,  $л/с$

$$Q_{пр} = K_n \frac{q_n \Pi_n K_{ч}}{3600t}, \quad (5.10)$$

где  $q_n = 500 \text{ л}$  – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

									Лист
									126
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$P_{п}$  – число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{ч} = 1,5$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t = 8$  ч – число часов в смене;

$K_{н} = 1,2$  – коэффициент на неучтенный расход воды.

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 7 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,219 \text{ л/с.}$$

Расходы воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с

$$Q_{хоз} = \frac{q_x P_p K_{ч}}{3600 t} + \frac{q_d P_d}{60 t_1}, \quad (5.11)$$

где  $q_x = 15$  л – удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

$P_p$  – численность работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{ч} = 2$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_d = 30$  л – расход воды на прием душа одним работающим;

$P_d$  – численность пользующихся душем (до 80 %  $P_p$ );

$t_1 = 45$  мин – продолжительность использования душевой установки;

$t = 8$  ч – число часов в смене.

$$Q_{хоз} = \frac{15 \cdot 114 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 92}{60 \cdot 45} = 1,14 \text{ л/с.}$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{пож} = 10$  л/с.

$$Q_{тр} = 0,219 + 1,14 + 10 = 11,36 \text{ л/с.}$$

Источниками временного водоснабжения являются существующие водопроводы. Так как потребность в воде меньше потребности на пожаротушение (10 л/с), то расчет ведется по потребности в воде на пожаротушение, т.е. принимается  $\theta = 10$  л/с. Диаметр  $D$ , мм, труб напорной сети определяется по формуле

$$D = \frac{\sqrt{4000\theta}}{\sqrt{\pi v}} = \frac{\sqrt{4000 \cdot 10}}{\sqrt{\pi \cdot 1,2}} = 103,01 \text{ мм}, \quad (5.12)$$

где  $\theta$  – суммарный расход воды, л/с;

$v$  – скорость ее движения, м/с (для трубопроводов малого диаметра принимается равной 0,7 – 1,2 м/с).

Принимается диаметр труб  $D = 108$  мм, согласно [43].

									Лист
									127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 5.2.8 Внутривозрастные дороги

Для перевозок внутри строительной площадки используется автомобильный транспорт.

При устройстве временных дорог была учтена существующая транспортная инфраструктура. Схема движения транспорта обеспечивает подачу материалов и изделий в сторону работы крана и к складу, временным помещениям.

На территории имеется 2 въезда с воротами шириной 7 м, ширина дорожного полотна составляет 6 м; радиус уширения на повороте составляет 12 м. На въезде расположен знак ограничения скорости (как и на поворотах) не более 5 км/ч, а также там расположена схема движения на строительной площадке.

На выезде со строительной площадки устроены мойки колес транспорта, а также контейнеры для отходов.

Между дорогой и складом соблюдено допустимое расстояние 1 м. Между дорогой и пожарными гидрантами расстояние составляет 2 м.

## 5.2.9 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

Все работы осуществляются с учетом требований [44], [38].

Для обеспечения безопасности необходимо обеспечить следующие мероприятия

- предусмотреть безопасные пути для рабочих и транспорта, при этом опасные зоны огорожены и обозначены и пребывание там людей, не связанных с работой, запрещено;
- временные здания размещены вне опасной зоны работы крана с соблюдением расстояния (не более 50 м);
- питьевые установки и туалеты расположены на доступном расстоянии (не превышает 200 м для туалетов и 75 м для питьевых установок соответственно).

На строительной площадке должны создаваться безопасные условия труда в соответствии с нормами [27].

На строительной площадке обеспечивается достаточное освещение рабочих мест, проездов и проходов.

Для обеспечения пожарной безопасности размещены пожарные посты, оборудованные инвентарем для пожаротушения согласно [32].

## 5.2.10 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов в период строительства

Все мероприятия должны соответствовать [45]. На площадке отсутствуют крупные временные хранилища горюче-смазочных материалов, кислот и других материалов, оказывающих крайне негативное воздействие на окружающую среду.

									Лист
									128
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				



## 6 Экономика строительства

### 6.1 Социально-экономическое обоснование

Данным проектом предусмотрено строительство многофункционального центра в г. Москва. Основную часть здания занимают офисы, кроме того имеется ресторан, двухуровневая зона отдыха и подземный паркинг.

Москва является крупнейшим мегаполисом, который обеспечивает 20% внутреннего валового продукта страны, 21% товарооборота розничной торговли, 30% оборота оптовой торговли, 25% общего объема платных услуг страны. Существует тенденция большого миграционного прироста трудоспособного населения. Структура занятости характеризуется стабильным снижением числа работающих, занятых в промышленности, и параллельным увеличением числа работающих, занятых в торговле и общественном питании, отраслях по обеспечению деятельности рынка. Устойчивое развитие отраслей экономики города касательно общественно-деловых объектов предполагает, согласно [47]

- развитие социально значимых объектов административно-деловой сферы, включающих объекты районного и городского уровня, содействующих занятости населения;

- развитие административных, общественных и деловых объектов, осуществляющих свои функции на территории г. Москва: на первую очередь – приоритетное развитие сети административно-деловых объектов за счет строительства офисов в высотных зданиях, в том числе для малого бизнеса, строительство офисных зданий класса «А» и «В»; на перспективу – приоритетное развитие сети административно-деловых объектов, в том числе для малого бизнеса, международных бизнес-центров, качественное улучшение фонда объектов данного функционала.

С учетом увеличения площади города появляются новые возможности для строительства. Участок, выделенный под строительство располагается на ул. Родниковой недалеко от Киевского шоссе.

									Лист
									130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

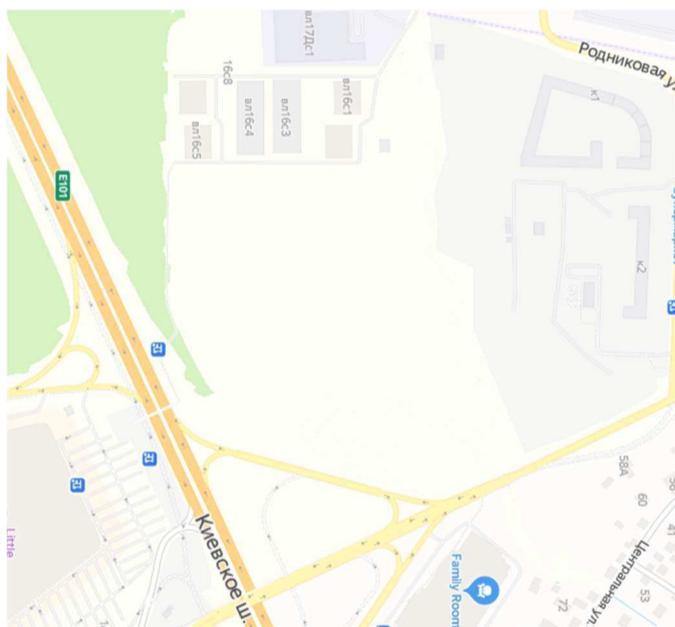


Рисунок 6.1 - Ситуационный план

Согласно [48] данный участок для строительства располагается вне санитарно-защитных и водоохраных зон, зон опасных геологических процессов, зон особо охраняемых природных территорий и вне зон охраны объектов культурного наследия.

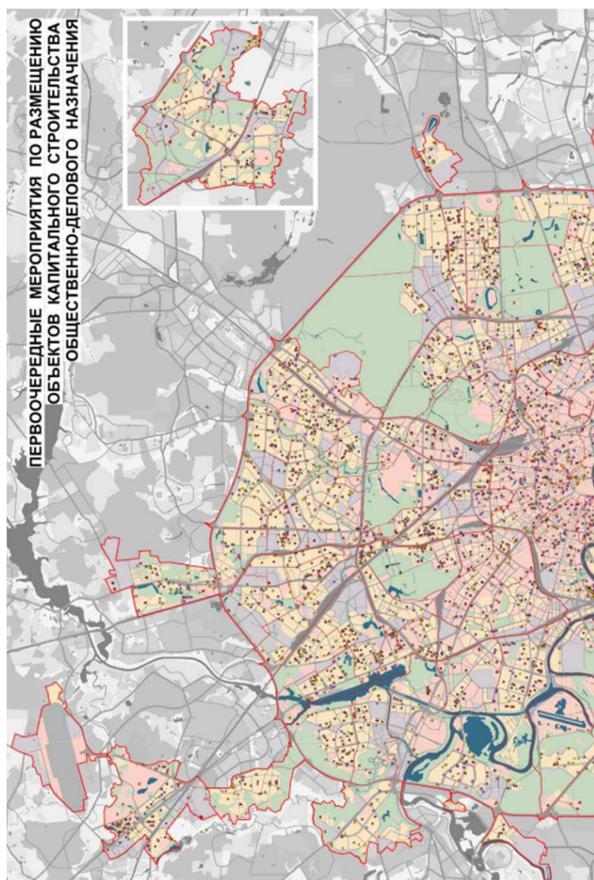


Рисунок 6.2 - Первоочередные мероприятия по размещению объектов капитального строительства общественно-делового назначения

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				131

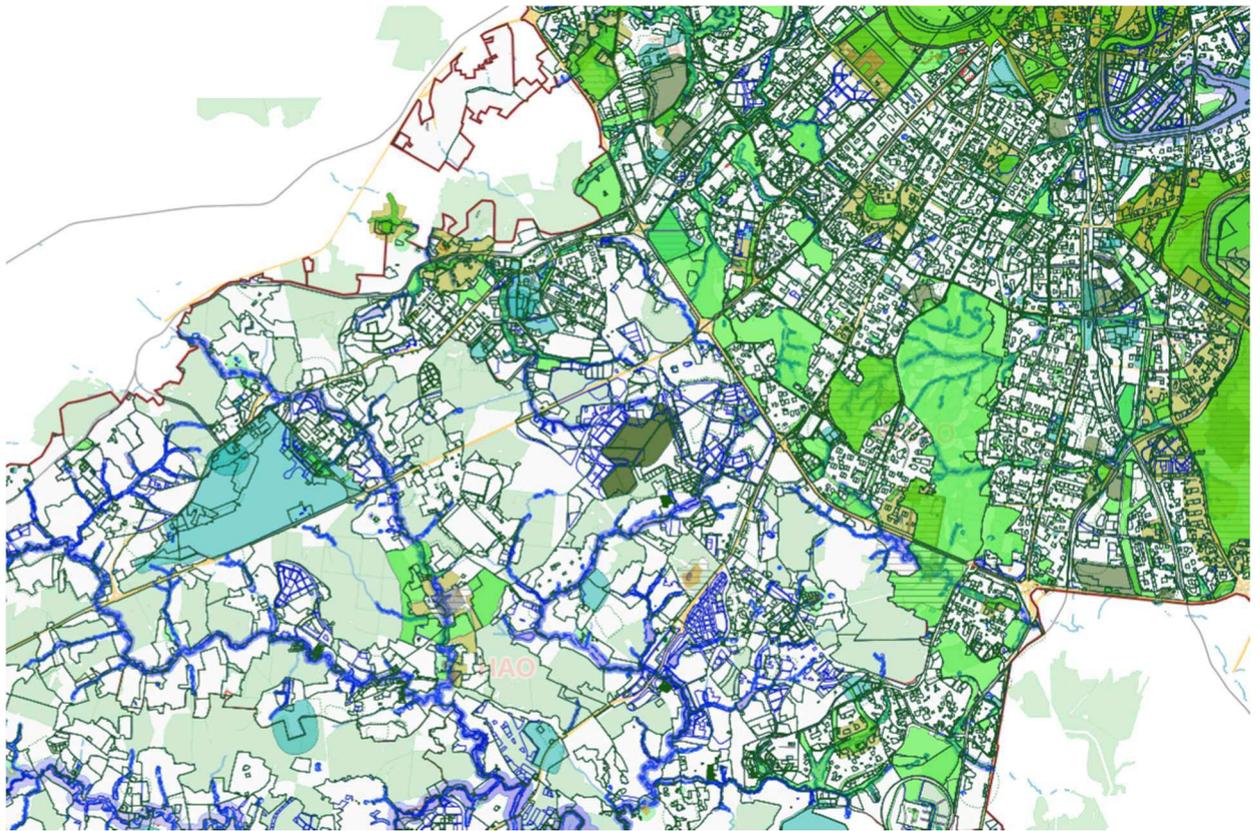
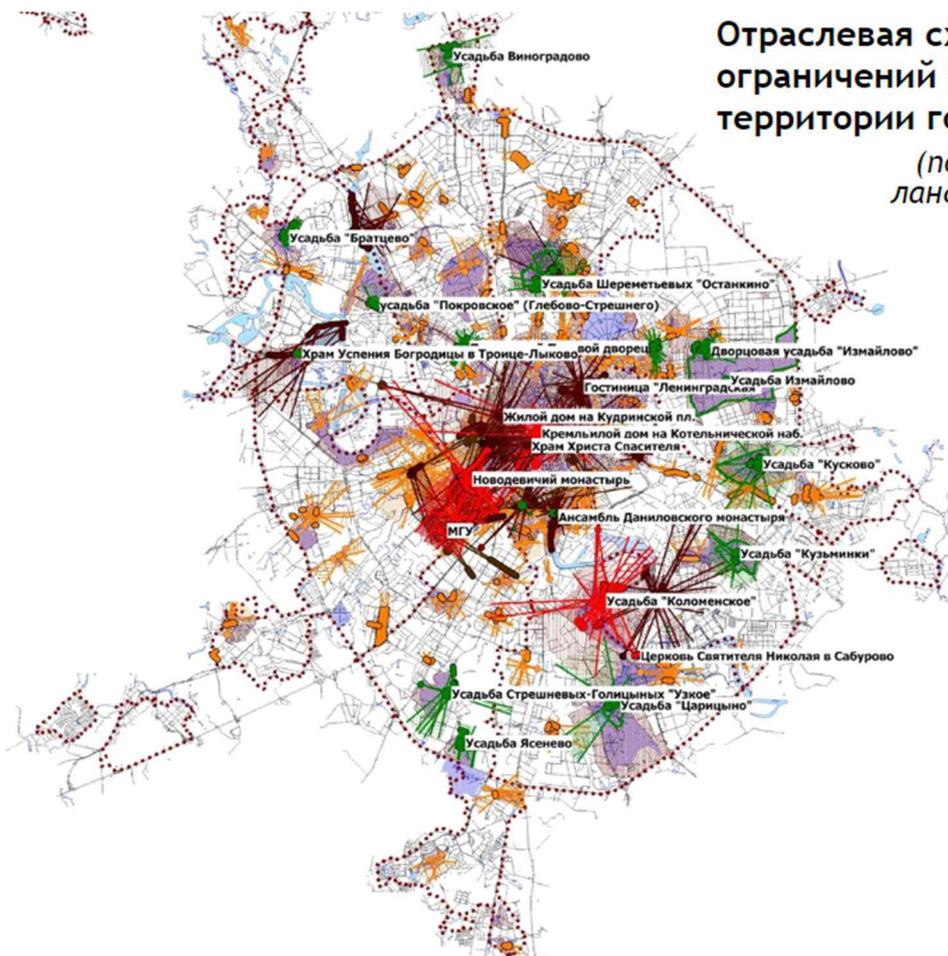


Рисунок 6.3 - Фрагмент карты функционального зонирования г. Москва



**Отраслевая схема высотных ограничений застройки на территории города Москвы**

*(по данным визуально ландшафтного анализа)*

Рисунок 6.4 - Фрагмент схемы высотных ограничений г. Москва

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					132

Для оценки целесообразности строительства центра данного функционального назначения необходимо проанализировать рынок офисной недвижимости.

По итогам 2019 г. общий объем рынка офисных помещений в мегаполисе превысил 21 млн. м<sup>2</sup>. Из этого объема офисной недвижимости 22% относятся к офисам класса А (это 4,6 млн. м<sup>2</sup>), 38% соответствует объектам класса В+ (это 7,9 млн. м<sup>2</sup>) и 40% (8,4 млн. м<sup>2</sup>) – классу В-. Относительно 2018 г. предложение имеет прирост 1,6%, в то время как в 2018 г. объем предложения на рынке вырос на 1,1%, что говорит о тенденции роста. По итогам года можно увидеть растущую активность на рынке офисной недвижимости и восстановлении стабильных темпов роста нового строительства относительно 2018 г. При этом по итогам четырех кварталов 2019 г. в сумме объем нового предложения равен 339 тыс. м<sup>2</sup> офисной недвижимости, а это практически в 2,5 раза превышает общий объем 2018 г.

Динамика общего объема  
офисных площадей, тыс. м<sup>2</sup>

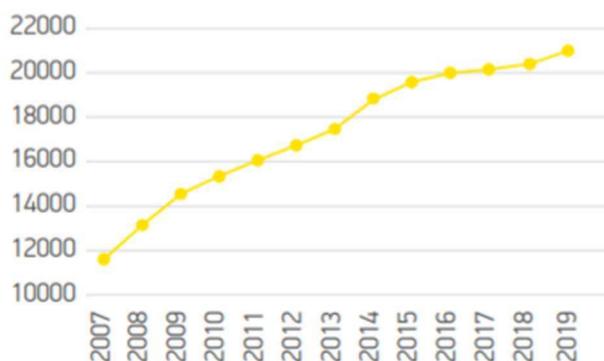


Рисунок 6.5 - График общего объема офисных площадей

В 2019 г. образовался довольно большой спрос со стороны потребителей, при этом сохранилось чистое поглощение. С начала 2019 г. сумма объемов чистого поглощения, показывающая изменение занимаемых офисных площадей арендаторами, увеличился на 493 тыс. м<sup>2</sup>. Эти объемы немного меньше 2018 г., а по результатам года чистое поглощение значительно снизилось. Однако, это снижение можно объяснить тем, что были увеличены темы нового строительства в 2019 г., при этом в 2018 г. подобная тенденция не наблюдалась, и активность нового строительства была совсем не большой.

Также на рынке остается все меньше площадей больших объемов и высокого качества. Это приводит к увеличению числа заключенных договоров об аренде при еще не введенных в эксплуатацию объектах.

По результатам 4 квартала 2019 г. можно сказать о положительных объемах чистого поглощения во всех классах офисной недвижимости.

Чистое поглощение офисных площадей за 1-4 кв. 2019 г., тыс. м<sup>2</sup>\*

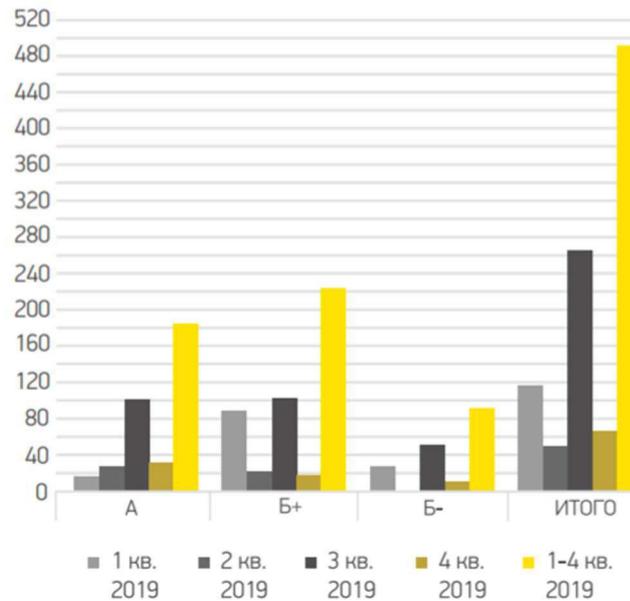


Рисунок 6.6 - График спроса на офисные площади

Нужно отметить, что увеличение числа нового строительства в 2019 г. не привело вопреки ожиданиям к увеличению доли вакантной недвижимости на рынке офисных помещений.

Многие объекты, которые были сданы в эксплуатацию, были хоть и частично, но реализованы непосредственно до ввода здания. При этом чистое поглощение по итогам 4 кварталов 2019 г. превысило объемы нового строительства в 1,5 раза. Все это привело к нехватке свободных площадей при хорошем спросе на такую недвижимость. В результате этого свободные офисные площади в целом по рынку планомерно сокращались почти каждый квартал, за исключением 4.



\* Технологии/Медиа/Телекоммуникации

\*\* Товары повседневного спроса

Источник: Knight Frank Research, 2018

Рисунок 6.7 - График спроса с учетом профиля компаний

Кроме того, стоит оценить ценовую ситуацию на рынке офисной недвижимости.

В условиях ограниченного предложения и сохраняющегося спроса средняя ставка аренды офисного помещения продолжает расти. Средняя стоимость аренды составляет 26300 руб. за м<sup>2</sup>.



Рисунок 6.8 - Динамика уровня средних запрашиваемых базовых ставок аренды в рублях

Если анализировать продажу офисных помещений, то динамика увеличения цен есть, хоть она и небольшая.

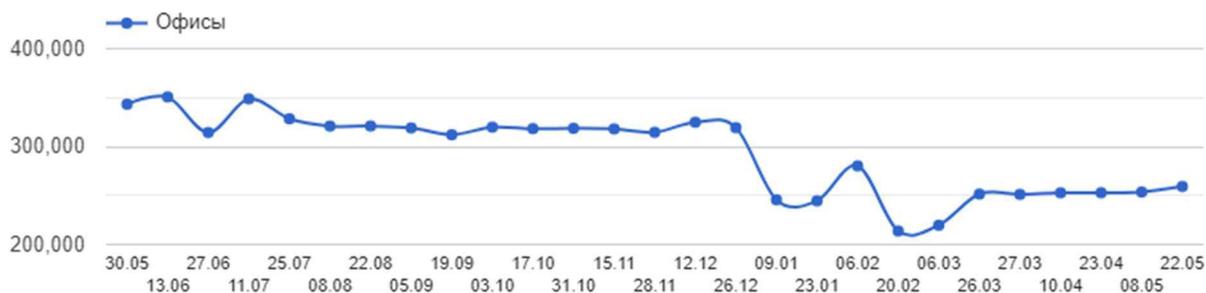


Рисунок 6.9 - Динамика уровня средней стоимости 1 м<sup>2</sup> офисных помещений в рублях

Средняя стоимость продажи офисной недвижимости составляет 259292 руб. за м<sup>2</sup>.

Проанализировав рынок офисной недвижимости, зонирование города, его план развития, аналоги здания можно сделать вывод о целесообразности строительства объекта подобного функционального назначения и данной этажности. С учетом большой стоимости земли под строительство предпочтение отдается высотной точечной застройке, как наиболее

эффективному способу использования площади. Если рассматривать используемые материалы, то они соответствуют современным требованиям и обеспечивают максимальную эффективность конструкций при минимальных затратах. Металлический каркас позволяет снизить общую продолжительность строительства и увеличить степень заводской готовности конструктивных элементов здания; монолитный ствол жесткости обеспечивает необходимую архитектурную выразительность своей формой и обеспечивает прочность и устойчивость здания.

## **6.2 Локальный сметный расчет на возведение монолитного перекрытия типового надземного этажа**

Для уточнения объемов работ и непосредственных затрат на них в процессе строительства необходимо составить локальный сметный расчет, который будет осуществлен на возведение монолитного перекрытия надземного типового этажа.

Технология производства данного вида работ описана в разделе технологии строительного производства, организационно-технологическая схема работ приведена на чертежах, лист 11.

Определение стоимости строительной продукции осуществляется с учетом рекомендаций [49], [50], [51] базисно-индексным методом, который основан на единичных расценках с последующим переводом базисных цен в текущий уровень с помощью индексов.

При составлении локального сметного расчета использовались федеральные единичные расценки на строительные и монтажные работы строительства объектов промышленно-гражданского назначения, составленные в базисном уровне цен по состоянию на 1 января 2000 года [52], [53] и переведены в цены 2 квартала 2020 года. Согласно [54] индекс изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ для г. Москвы для административных зданий составляет 7,54.

Прочие лимитированные затраты принимаются согласно нормативным документам

- затраты на временные здания и сооружения 1,8% [55];
- затраты на зимнее удорожание 1,5% [56];
- затраты на непредвиденные расходы 2% [49];
- НДС 20%.

Локальный сметный расчет представлен в приложении Д.

Величина накладных расходов принимается с учетом нормативов накладных расходов по видам строительных и монтажных работ для железобетонных монолитных конструкций в гражданско-жилищном строительстве (120% от ФОТ) по [51].

Сметная прибыль принимается по рекомендуемым нормативам сметной прибыли по видам строительных и монтажных работ для железобетонных монолитных конструкций в гражданско-жилищном строительстве и составляет 77% от ФОТ по [51]

									Лист
									136
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

По данному расчету сметная стоимость составит 7914939,42 руб.

Анализ структуры сметной стоимости по элементам можно увидеть в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Анализ структуры сметной стоимости по элементам

Элемент	Сумма, руб	%
1	2	3
Прямые затраты	5901115,88	74,56
в том числе:		
Материалы	5007855,57	63,27
Эксплуатация машин	783598,14	9,9
ОЗП	109662,17	1,39
Накладные расходы	217538,79	2,75
Сметная прибыль	139587,39	1,76
Лимитированные затраты	337540,79	4,26
НДС	1319156,57	16,67
Итого	7914939,42	100



Рисунок 6.10 – Диаграмма структуры сметной стоимости по элементам

### 6.3 Техничко-экономические показатели

Для оценки целесообразности возведения объекта капитального строительства данных параметров следует рассчитать технико-экономические показатели. Данные показатели сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Значение
1	2	3
<b>Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	<i>м<sup>2</sup></i>	5184
Этажность	<i>шт</i>	36
Материал каркаса		Металл
Материал ствола жесткости		Монолитный железобетон
Материал стен		Монолитный железобетон
Высота этажа	<i>м</i>	4,8
Строительный объем, всего,	<i>м<sup>3</sup></i>	434963,36
в том числе надземной части	<i>м<sup>3</sup></i>	325899,36
Общая площадь здания	<i>м<sup>2</sup></i>	106060,42
Полезная площадь здания	<i>м<sup>2</sup></i>	98725,26
Расчетная площадь здания, в том числе	<i>м<sup>2</sup></i>	92022,09
площадь офисов	<i>м<sup>2</sup></i>	50408,53
площадь ресторана	<i>м<sup>2</sup></i>	1103,93
площадь зоны отдыха	<i>м<sup>2</sup></i>	4216,67
площадь административных помещений	<i>м<sup>2</sup></i>	1171,92
площадь подземного паркинга	<i>м<sup>2</sup></i>	35121,04
Планировочный коэффициент		0,87
Объемный коэффициент		4,1
<b>Стоимостные показатели</b>		
Сметная стоимость работ по устройству перекрытия	<i>тыс. руб.</i>	7914,94
Сметная себестоимость работ по устройству перекрытия на 1 <i>м<sup>2</sup></i> площади	<i>руб.</i>	3423,69
Сметная рентабельность производства (затрат) работ по устройству перекрытия	<i>%</i>	2,16
<b>Показатели трудовых затрат</b>		
Трудоемкость производства работ по устройству перекрытия	<i>чел.-ч.</i>	1956,18
Трудоемкость производства работ по устройству перекрытия на 1 <i>м<sup>2</sup></i>	<i>чел.-ч.</i>	1,04
Нормативная выработка на 1 <i>чел.-ч.</i>	<i>руб./ чел.-ч.</i>	4046,12
<b>Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства	<i>мес</i>	37,1

1) Планировочный коэффициент показывает долю основных помещений в общей площади здания и зависит от внутренней планировки помещений. Он определяется по формуле

$$K_{пл} = \frac{S_{расч}}{S_{общ}}, \quad (6.1)$$

где  $S_{расч}$  – расчетная площадь;  
 $S_{общ}$  – общая площадь.

$$K_{пл} = \frac{92022,09}{106060,42} = 0,87.$$

2) Объемный коэффициент характеризует отношение строительного объема здания к его общей площади и определяется по формуле

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{общ}}, \quad (6.2)$$

где  $S_{расч}$  – расчетная площадь;  
 $S_{общ}$  – общая площадь.

$$K_{об} = \frac{434963,36}{106060,42} = 4,1.$$

3) Сметная себестоимость работ по устройству перекрытия на 1 м<sup>2</sup> площади определяется по формуле

$$C = \frac{ПЗ + НР + ЛЗ}{S}, \quad (6.3)$$

где  $ПЗ$  – прямые затраты;  
 $НР$  – накладные расходы;  
 $ЛЗ$  – лимитированные затраты;  
 $S$  – площадь перекрытия.

$$C = \frac{5901115,88 + 217538,79 + 337540,79}{1885,74} = 3423,69 \text{ руб.}$$

4) Сметная рентабельность производства (затрат) работ по устройству перекрытия определяется по формуле

									Лист
									139
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

$$R_3 = \frac{СП}{ПЗ + НР + ЛЗ} \cdot 100\%, \quad (6.4)$$

где  $СП$  – сметная прибыль.

$$R_3 = \frac{139587,39}{5901115,88 + 217538,79 + 337540,79} \cdot 100\% = 2,16\%.$$

5) Нормативная выработка на 1 чел.-ч. определяется по формуле

$$B = \frac{C_{смр}}{ТЗО_{см}}, \quad (6.5)$$

где  $C_{смр}$  – стоимость СМР;

$ТЗО_{см}$  – затраты труда основных рабочих.

$$B = \frac{7914939,42}{1956,18} = 4046,12 \text{ руб./чел. - ч.}$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проектирования был разработан проект многофункционального центра с купольным покрытием в г. Москва.

Для выбора конструктивной схемы были проанализированы аналоги подобных зданий и выполнено сравнение основных технико-экономических вариантов исполнения конструкций.

Были разработаны объемно-планировочные решения в соответствии с нормативной документацией, а также проработан архитектурный облик, вписывающийся в общий облик места строительства.

При выполнении ВКР здание было рассчитано на заявленные нагрузки, а также были подобраны все конструкции в соответствии с требованиями по прочности и устойчивости, проработаны узловые соединения и подобран наиболее эффективный вариант фундамента.

Технология строительного производства обеспечивает наибольшую эффективность работ, а плотная взаимоувязка процессов позволила значительно снизить нормативную продолжительность строительства, что важно при таких значительных объемах.

Организация строительной площадки обеспечивает трудовые ресурсы строительства необходимыми условиями труда, наименьшие затраты на временные дороги и коммуникации, а также доступную схему транспортировки строительных материалов и изделий.

Выбор города, района строительства и функционального назначения здания производился с учетом зонирования, информации по статистике города с последующей оценкой целесообразности работ по возведению монолитного перекрытия, как одного из трудоемких процессов.

										Лист
										141
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89\*. – Введ. 01.07.2017. – М.: Минрегион России, 2016. – 101 с.
- 2 СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 24.06.2013. – МЧС России – 186 с.
- 3 № 501-ПП от 02.09.2014 О разработке паспортов благоустройства дворовых территорий, внесении изменений в правовые акты города Москвы и признании утратившими силу правовых актов города Москвы. – Введ. 2.09.2014. – Правительство Москвы – 19 с.
- 4 СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. – Введ. 17.06.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 44 с.
- 5 СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. – Введ. 15.05.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 63 с.
- 6 СП 112.13330.2011 Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 01.01.1998. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 38 с.
- 7 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. – Введ. 1.02.2002. – Министерство здравоохранения РФ, 2002. – 11 с.
- 8 СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1, 2, 3) \*. – Введ. 01.09.2014. – М.: Стандартинформ, 2013. – 88 с.
- 9 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2011. – 30 с.
- 10 СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 (с Изменением N 1). – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 42 с.
- 11 Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ. – Введ. 04.07.2008. – М.: Минрегион России, 2012. – 48 с.
- 12 ГОСТ Р 53296-2009 Установка лифтов для пожарных в зданиях и сооружениях. Требования пожарной безопасности. – Введ. 20.04.2009. – М.: Стандартинформ, 2009. – 12 с.
- 13 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*– Введ. 08.05.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 118 с.
- 14 Приказ Росаэронавигации от 28.11.2007 N 119 Об утверждении Федеральных авиационных правил. Размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи,

										Лист
										142
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020					



27 СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве: Ч.1. Общие требования. – Введ. 24.12.2010. – М.: Книга-сервис, 2003. – 48 с.

28 СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.2. Строительное производство. – Введ. 01.01.2003. – М.: Книга-сервис, 2003. – 48 с.

29 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1). – Введ. 20.05.2011. – М.: Минрегион России, 2010. – 25 с.

30 ГОСТ 25573-82. Стропы грузовые канатные для строительства. Технические условия (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 01.01.1984. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 65 с.

31 53-03 ТК Технологическая карта на устройство монолитных перекрытий зданий по стальному профилированному настилу. – Введ. 10.06.2007. – М.: ОАО ПКТИпромстрой, 2007. – 51 с. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75. – Введ. 17.06.2017. – М.: Стандартиформ, 2017. – 44 с.

32 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности – Введ. 11.07.2008. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 98 с.

33 Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 июня 2015 г. № 336н Об утверждении Правил по охране труда в строительстве – Введ. 13.08.2015. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 36 с.

34 Рекомендации по проектированию монолитных железобетонных перекрытий со стальным профилированным настилом. – Введ. 28.08.2007. – М.: НИИЖБ, ЦНИИПромзданий, 2007. – 45 с.

35 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3). – Введ. 01.07.2013. – М.: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2013. – 205 с.

36 МДС 12-43.2008 Нормирование продолжительности строительства – Введ. 07.06.2008. – М.: ОАО ЦПП, 2008. – 21 с.

37 Моделирование строительного производства. Сетевые модели: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Организация строительного производства» для студентов специальности 290300 «Промышленное и гражданское строительство». Красноярск: КрасГАСА, 2005. – 36с. Оборудование и приспособления для монтажа строительных конструкций: в 2 ч. Ч.1: Краны. – М.: ЦБНТИ Минмонтажспецстроя, 1985. – 68 с.

38 МДС 12.46-2008 Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ – Введ. 01.01.2009. – М.: ОАО ЦПП, 2009. – 36 с.

39 Организационно-технологическая документация в строительстве: метод. указания к курсовому проекту / сост. : И. И. Терехова, Л. Н. Панасенко, Н. Ю. Клиндух. – Красноярск : ИПК СФУ, 2011. – 30 с.

									Лист
									144
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				



51 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве (с Изменениями и Дополнениями) – Введ. 12.01.2004. – М.: Госстрой России 2001. – 32 с.

52 ФЕР 81-02-06-2001 Федеральные единичные расценки на строительные работы. Сборник № 06. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные – Введ. 07.08.2003. – М: Госстрой России, 2003. – 53 с.

53 ФССЦ 81-01-2001 Цены на материалы, изделия, конструкции и оборудование, применяемые в строительстве . – Введ. 07.08.2003. – М: Госстрой России, 2003. – 2327 с.

54 Письмо Минстроя России №17354-ИФ/09 от 06.05.2020 О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в II квартале 2020 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, прогнозных индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости оборудования – Введ. 07.05.2020. – М: Минстрой России, 2020. – 9 с.

55 ГСН 81-05-01.2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. – Введ. 01.05.2001. – М: Госстрой России, 2001. – 15 с.

56 ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время (издание 2-е, исправленное и дополненное). – Введ. 28.03.2007. – М: Росстрой, 2007. – 70 с.

									Лист
									146
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП - 08.05.01-2020				

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Теплотехнический расчет светопрозрачных элементов

Природно-климатические данные, необходимые для расчета принимаются по [16].

1) Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{мп}} \cdot m_p, \quad (\text{A.1})$$

где  $m_p$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства;

$$R_0^{\text{мп}} – \text{базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче, } \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}.$$

2) Градусо-сутки отопительного периода

$$ГСОП = (t_{\text{вн}} - t_{\text{от.пер.}}) \cdot z_{\text{от.пер.}} \quad (\text{A.2})$$

где  $t_{\text{вн}}$  – температура внутреннего воздуха в помещении, °С;

$t_{\text{от.пер.}}$  – средняя температура отопительного периода, °С;

$z_{\text{от.пер.}}$  – продолжительность отопительного периода, сут.

$$ГСОП = (20 - (-2, 2)) \cdot 205 = 4551 \text{ °C} \cdot \text{сут.}$$

3) Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче согласно [9].

Таблица А.1 – Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче

ГСОП	$R_0^{\text{мп}}$
1	2
4000	0,63
6000	0,73

$$R_0^{\text{мп}} = \alpha \cdot ГСОП + b, \quad (\text{A.3})$$

где  $\alpha, b$  – коэффициенты, определяемые согласно [9].

$$R_0^{\text{мп}} = 0,00005 \cdot 4551 + 0,2 = 0,428 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}};$$

$$R_0^{норм} = 0,428 \cdot 1 = 0,428 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$$

С учетом  $R_0^{мп} = 0,428 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$  подбираем двухкамерный стеклопакет (4 мм стекло – 3 слоя, 10 мм – две воздушные прослойки между ними) с коэффициентом сопротивления теплопередаче  $R = 0,53 \frac{м^2 \cdot ^\circ C}{Вт}$ . Его вес составляет 30 кг/м<sup>2</sup>.

					ДП - 08.05.01-2020	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		148

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Спецификации, ведомости и экспликации к архитектурно-строительному разделу

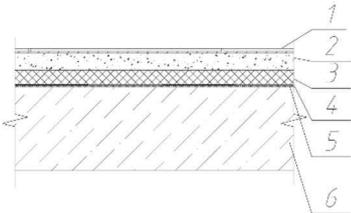
Таблица Б.1 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьеров				Примечание
	Потолок	S, м <sup>2</sup>	Стены и перегородки	S, м <sup>2</sup>	
1	2	3	4	5	6
Первый этаж: 108-111, 115, 117-119, 121, 122, 125, 127- 136, 138, 139, 141-143, 145, 149-153 Типовой этаж: 206, 208-214, 217, 219-224, 226-228, 230, 231, 233-236, 238, 239, 242, 243, 245, 246, 248, 249 35 этаж: 3505, 3510- 3514, 3516- 3519, 3526- 3528, 3530, 3531, 3533- 3535, 3537- 3539	Подвесные плиты Armstrong Retail Board (600x600x12 мм)	2 491,88 9	Штукатурка, грунтовка, водоэмульсион- ная покраска	11961,0 67	
Первый этаж: 101-107, 116, 123, 124, 126 Типовой этаж: 201-205, 218, 225 35 этаж: 3501-3504, 3506, 3509	Подвесные плиты Armstrong Retail Board (600x600x12 мм)	1 824,44 3	Фактурная декоративная штукатурка	8757,32 6	

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
Первый этаж: 113, 114, 137, 144, 146 Типовой этаж: 215, 216, 229, 237, 240, 244, 247 35 этаж: 3507, 3508, 3515, 3525, 3529, 3532	Грунтовка, водоэмульсионна я окраска	319,196	Керамическая плитка Kerasol (600x200x8 мм) на универсальном клее	1532,14 1	
Первый этаж: 112, 120, 140, 147, 148, 154 Типовой этаж: 207, 232, 241, 250 35 этаж: 3520-3524, 3536, 3540, 3541	Грунтовка, водоэмульсионна я окраска	373,447	Штукатурка, грунтовка, водоэмульсион- ная покраска	1792,54 6	

Таблица Б.2 – Экспликация полов

Номер помещений	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола	S, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
Первый этаж: 101-154 Типовой этаж: 201-250 35 этаж: 3501-3505, 3507-3541	1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамическая плитка на клею – 13 мм;</li> <li>2. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 150 – 40 мм;</li> <li>3. Пенополистирол – 30 мм;</li> <li>4. Гидроизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ – 1,5 мм;</li> <li>5. Звукоизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ – 5 мм;</li> <li>6. Монолитное перекрытие – 220 мм;</li> </ol>	4 454,4 49

Окончание таблицы Б.2

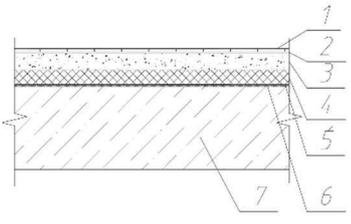
1	2	3	4	5
35 этаж: 3506	2		1. Паркетная доска – 10 мм; 2. Подложка Secura Extra Aquastop – 3 мм; 3. Стяжка из цементно-песчаного раствора М 150 – 40 мм; 4. Пенополистирол – 30 мм; 5. Гидроизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ – 1,5 мм; 6. Звукоизоляция ТЕХНОНИКОЛЬ – 5 мм; 7. Монолитное перекрытие – 220 мм;	554,5 26

Таблица Б.3 – Спецификация элементов заполнения дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	ГОСТ 30970-2014	ДПН О П Дп Пр Р 2100x1310	2		
2	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Дп Пр Р 2100x1200	179		
3	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Пр Р 2000x900	1423		
4	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Бпр Оп Пр Р 2000x900	370		
5	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Км Бпр Дп Пр Р 2100x1400	1		
6	ГОСТ 30970-2014	ДПВ О Ф Дп Пр Р 2500x3200	1		

Таблица Б.4 – Спецификация элементов заполнения витражей

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Примечание
1	2	3	4	5	6
В 1	Индивидуального изготовления	R24500x12845x4800	430		
В 2	Индивидуального изготовления	R24500x12845x4800 с проёмом 2100x1310	2		
В 3	Индивидуального изготовления	R8302x3919x7665	12		



## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Экспликация помещений архитектурно-строительного раздела

Таблица В.1 – Экспликация помещений многофункционального центра

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
1	2	3	4
101	Лифтовой холл	133,993	
102	Вестибюль	27,521	
103	Вестибюль	91,946	
104	Вестибюль	62,304	
105	Лестничная клетка	32,715	
106	Вестибюль	20,134	
107	Тамбур	27,548	
108	Справочная	15,876	
109	Гардероб для посетителей	33,818	
110	Помещение для ожидания посетителей	56,402	
111	Помещение для ожидания посетителей	91,439	
112	Кладовая	17,277	
113	Туалет женский	11,086	
114	Туалет для посетителей	20,283	
115	Гардероб для персонала	19,373	
116	Вестибюль	45,255	
117	Помещение для ожидания посетителей	91,439	
118	Помещение для ожидания посетителей	91,439	
119	Помещение обслуживающего персонала	14,026	
120	Кладовая оборудования	30,634	
121	Помещение ожидания при администрации	14,026	
122	Помещение администрации	30,634	
123	Вестибюль	25,965	

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
124	Вестибюль	16,674	
125	Справочная	15,876	
126	Тамбур	27,548	
127	Помещение ожидания при бюро пропусков	15,876	
128	Бюро пропусков, пропускная	17,579	
129	Помещение службы охраны	12,561	
130	Приемная	12,05	
131	Кабинет заместителя руководителя	22,955	
132	Кладовая инвентаря и мебели	26,019	
133	Зал совещаний	56,402	
134	Приемная	14,026	
135	Кабинет руководителя	30,634	
136	Рабочее помещение	44,932	
137	Медпункт	26,019	
138	Комната приема пищи	11,995	
139	Конференц-зал	76,011	
140	Киноаппаратная при конференц-зале	14,114	
141	Комната приема пищи	11,995	
142	Комната отдыха для персонала	11,924	
143	Помещение технического обслуживания здания	22,558	
144	Туалет мужской	12,579	
145	Ремонтная	44,932	
146	Помещение для очистки, сушки и хранения уборочного инвентаря	16,416	
147	Помещение обработки мукулатуры, архив	11,924	
148	Кладовая канцелярии	12,467	
149	Помещение для ксерокопирования и активной печати	9,607	
150	Помещение ожидания при администрации	14,026	
151	Помещение администрации	30,634	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП - 08.05.01-2020

Лист

154

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
152	Помещение ожидания при бюро пропусков	15,876	
153	Бюро пропусков, пропускная	17,579	
154	Мусорокамера	4,602	
201	Лифтовой холл	133,993	
202	Помещение для ожидания посетителей	68,447	
203	Вестибюль	25,058	
204	Вестибюль	48,909	
205	Лестничная клетка	32,715	
206	Кабинет сотрудника, обрабатывающего индивидуальные заказы	21,898	
207	Кладовая канцелярии и оборудования	22,543	
208	Офисное помещение	44,932	
209	Офисное помещение	44,932	
210	Офисное помещение	44,932	
211	Офисное помещение	44,932	
212	Комната отдыха	44,932	
213	Приемная	12,075	
214	Кабинет заместителя руководителя	22,948	
215	Туалет женский	29,283	
216	Туалет для посетителей	13,864	
217	Гардероб	25,649	
218	Вестибюль	66,448	
219	Зал совещаний	56,402	
220	Приемная	14,026	
221	Кабинет руководителя	30,634	
222	Офисное помещение	44,932	
223	Офисное помещение	44,932	
224	Офисное помещение	44,932	
225	Вестибюль	25,965	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
226	Офисное помещение	44,932	
227	Офисное помещение	44,932	
228	Загрузочная	6,952	
229	Пищевые отходы и тара	9,59	
230	Офисное помещение	44,932	
231	Коридор	9,888	
232	Кладовая	9,643	
233	Офисное помещение	44,932	
234	Овощной цех	9,577	
235	Горячий цех	18,194	
236	Холодный цех	22,543	
237	Туалет	12,43	
238	Гардероб персонала	6,699	
239	Коридор	25,924	
240	Моечная	4,582	
241	Охлаждаемая камера	5,746	
242	Раздаточная	15,138	
243	Зал приема пищи	133,254	
244	Туалет мужской	25,215	
245	Комната отдыха	44,932	
246	Офисное помещение	44,932	
247	Помещение для очистки, сушки и хранения уборочного инвентаря	16,416	
248	Офисное помещение	44,932	
249	Офисное помещение	44,932	
250	Мусорокамера	4,602	
3501	Лифтовой холл	133,993	
3502	Вестибюль	79,327	
3503	Лестничная клетка	32,715	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение таблицы В.1

1	2	3	4
3504	Аванзал	48,687	
3505	Гардероб для посетителей	25,579	
3506	Зал для приема пищи	554,526	
3507	Туалет женский	29,283	
3508	Туалет мужской	40,444	
3509	Вестибюль	62,057	
3510	Коридор для персонала	10,4	
3511	Кабинет заведующего хоз. частью	10,621	
3512	Кабинет директора	14,534	
3513	Коридор для персонала	11,988	
3514	Коридор для персонала	9,897	
3515	Пищевые отходы и тара	9,927	
3516	Загрузочная	17,29	
3517	Гардероб для персонала	9,927	
3518	Коридор для персонала	133,99	
3519	Помещение кладовщика	9,927	
3520	Охлаждаемая камера	13,146	
3521	Кладовая сухих продуктов	13,353	
3522	Кладовая тары и полуфабрикатов	13,523	
3523	Кладовая инвентаря	13,523	
3524	Кладовая напитков	6,041	
3525	Моечная	10,561	
3526	Коридор для персонала	40,995	
3527	Помещение для официантов	10,08	
3528	Сервизная	11,353	
3529	Туалет для персонала	11,997	
3530	Раздаточная	19,632	
3531	Горячий цех	28,263	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Окончание таблицы В.1

1	2	3	4
3532	Помещения для очистки, сушки и хранения уборочного инвентаря	19,221	
3533	Мясной цех	16,197	
3534	Рыбный цех	16,197	
3535	Холодный цех	30,1	
3536	Бельевая	9,024	
3537	Заведующий производственной частью	16,747	
3538	Овощной цех	24,815	
3539	Помещение выпечки и замеса изделий	30,1	
3540	Помещение подготовки яиц	14,708	
3541	Мусорокамера	4,602	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

### Карта-определитель

Таблица Г.1 – Карта-определитель на сетевой график

№ п/п	Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объем работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
				Ед. изм.	Кол-во	нормативные		Плановые				
						На весь V, чел.-ч.	На весь V, чел.-см.	На весь V, чел.-см.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1-2		Подготовка территории							22		
2	2-3	E2-1-5,6	Срезка растительного слоя (ДЗ-35С)	1000м <sup>2</sup>	5,48	7,124	0,891	0,891	100	1	1	1
3	3-5	E2-1-11,в	Разработка котлована экскаватором (Э-651)	100м <sup>3</sup>	1385,44	4849,04	606,13	515	115	16	2	16
4	3-4	E2-1-47,ж	Доработка грунта вручную	м <sup>3</sup>	635,83	1843,907	230,488	208	110	13	2	8
5	13-14	E2-1-31,а	Уплотнение грунта обратная засыпка (Д-624)	1000м <sup>2</sup> /100 м <sup>3</sup>	1,152/202,35	170,7	21,337	21,3	110	2	2	4
6	5-7	E12-78,таб.2,а	Бурение скважин	1м	8961	10036,32	1254,54	1067	116	33	2	16
7	6-7	E12-72	Установка арматурных каркасов в скважины	1 каркас	969	465,12	58,14	48	116	6	2	4

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	5-6	Е12-73,1	Устройство обсадной трубы	1 установка	969	348,84	43,605	37	115	5	2	4
9	7-11	Е12-74,2; УНиР6-20	Бетонирование и устройство монолитных ростверков	м <sup>3</sup>	2624,33	4547,647	568,456	512	110	16	2	16
10	11-13	УНиР6- 100, 153	Устройство подземной части	м <sup>3</sup>	6307,44	33078,286	4134,786	3721	110	77	2	24
11	12-13	УНиР8- 16,23	Гидроизоляция конструкций	100 м <sup>2</sup>	145,93	4196,9	524,613	525	100	66	2	4
12	13-15	Е5-1- 6,1,3,з	Монтаж стальных колонн 1 этажа	1 эл	48	166,08	20,76	18	112	3	2	3
13	15-16	Е5-1- 6,1,3,б	Монтаж главных и второстепенных балок 1 этажа	1 эл	96	41,28	5,16	5,16	100	1	2	3
14	15-17	УНиР6- 153	Устройство железобетонного ствола жесткости 1 этажа	м <sup>3</sup>	956,44	4399,624	549,953	522,5	105	13	2	20
15	17-19	УНиР6- 184-А	Устройство монолитных перекрытий по металлическим балкам 1 этажа	м <sup>3</sup>	414,86	5185,75	648,219	531,54	118	13	2	20
16	17-18	Е5-1- 6,1,3,г	Монтаж стальных крестовых связей на 1 этаже	1 эл	12	8,4	1,05	1,05	100	1	1	1
17	19-20	Е5-1- 6,1,3,УНи Р 6	Устройство надземной части 2-10 этаж	м <sup>3</sup> /эл	12341,7/864	56771,82	7096,478	6387	110	123	2	26

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	20-26	Е5-1-6,1,3,УНи Р 6	Устройство надземной части 11-20 этаж	м <sup>3</sup> /эл	13713/960	63079,8	7884,975	7175	109	138	2	26
19	26-29	Е5-1-6,1,3,УНи Р 6	Устройство надземной части 21-30 этаж	м <sup>3</sup> /эл	13713/960	63079,8	7884,975	7175	109	138	2	26
20	29-32	Е5-1-6,1,3,УНи Р 6	Устройство надземной части 31-36 этаж	м <sup>3</sup> /эл	6856,5/480	32226,3	4028,288	3625	110	70	2	26
21	32-35	Е5-1-6,1,3,и	Возведение купола укрупненными блоками	1 блок	24	213,72	26,715	26,715	100	2	2	7
22	20-21	УНиР10-148	Установка крыльца	1 м <sup>2</sup>	69,12	594,432	74,304	72,07	103	9	2	4
23	21-22	УНиР9-150	Монтаж витражных систем зданий (1-10 этаж)	100 м <sup>2</sup>	82,2	8631	1078,875	1078,88	100	68	2	8
24	22-23	УНиР9-146	Монтаж входных блоков с остеклением	100 м <sup>2</sup>	0,06	18,6	2,325	2,325	100	1	1	3
25	23-24	УНиР10-149	Установка козырьков	1 м <sup>2</sup>	20	102	12,75	12,75	100	3	2	3
26	24-25	Е19-41,1	Подготовка основания (1-10 этаж)	100 м <sup>2</sup>	188,57	1263,419	157,927	156,35	101	4	2	20
27	25-26	Е8-1-2,5,таб.4,1,а;Е8-1-39,таб.1,1,а	Нанесение подготовительного слоя из цементно-известкового раствора и грунтовки на стены (1-10 этаж)	100 м <sup>2</sup>	28,58	1574,179	196,772	177	110	9	2	10
28	29-30	УНиР9-150	Монтаж витражных систем зданий (11-20 этаж)	100 м <sup>2</sup>	82,2	8631	1078,875	1078,88	100	68	2	8

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29	27-28	Е19-41,1	Подготовка основания (11-20 этаж)	100 м <sup>2</sup>	188,57	1263,419	157,927	156,35	101	4	2	20
30	33-34	Е8-1-2,5,таб.4,1,а;Е8-1-39,таб.1,1,а	Нанесение подготовительного слоя из цементно-известкового раствора и грунтовки на стены (11-20 этаж)	100 м <sup>2</sup>	28,58	1574,179	196,772	177	110	9	2	10
31	34-36	УНиР9-150	Монтаж витражных систем зданий (21-30 этаж)	100 м <sup>2</sup>	82,2	8631	1078,875	1078,88	100	68	2	8
32	30-33	Е19-41,1	Подготовка основания (21-30 этаж)	100 м <sup>2</sup>	188,57	1263,419	157,927	156,35	101	4	2	20
33	37-39	Е8-1-2,5,таб.4,1,а;Е8-1-39,таб.1,1,а	Нанесение подготовительного слоя из цементно-известкового раствора и грунтовки на стены (21-30 этаж)	100 м <sup>2</sup>	28,58	1574,179	196,772	177	110	9	2	10
34	39-40	УНиР9-150	Монтаж витражных систем зданий (31-36 этаж)	100 м <sup>2</sup>	41,08	4313,4	539,175	539,175	100	34	2	8
35	36-37	Е19-41,1	Подготовка основания (31-36 этаж)	100 м <sup>2</sup>	113,15	758,105	94,763	83,42	112	2	2	20
36	37-39	Е8-1-2,5,таб.4,1,а;Е8-1-39,таб.1,1,а	Нанесение подготовительного слоя из цементно-известкового раствора и грунтовки на стены (31-36 этаж)	100 м <sup>2</sup>	28,58	787,09	98,386	89	110	5	2	10
37	39-40	УНиР9-150	Остекление купола	100 м <sup>2</sup>	32,86	3450,3	431,288	431,288	100	27	2	8
38	40-45	УНиР9-146	Установка металлических дверных блоков	100 м <sup>2</sup>	36,89	17,338	2,167	2,167	100	1	1	2

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
39	35-44	УНиР 11202	Устройство гидроизоляции полов в 1 слой	100 м <sup>2</sup>	678,96	37342,8	4667,85	3968	115	99	2	20
40	44- 46;46- 50;50- 55;55- 60	Е8-1- 15,таб.4,1 9,6	Малярные работы	100 м <sup>2</sup>	137,54	536,406	67,051	60	110	12	1	5
41	46- 47;51- 52;59- 61;60- 63	Е8-1- 39,таб.1,2, а	Укладка плитки	100 м <sup>2</sup>	15,32	1103,04	137,88	121	112	6	2	10
42	47- 49;53- 54;59- 61;63- 64	Е19- 7,таб.3,2	Устройство чистого пола	1 м <sup>2</sup>	5008,98	2186,951	273,369	240,5	112	6	2	20
43	49- 57;57- 62;62- 64;64- 65	УНиР 7746	Устройство подвесных потолков	100 м <sup>2</sup>	43,16	3582,28	447,785	403	104	12	2	18
44						373914,995	46739,374					
45	35- 43;43- 65		Внутренние сантехнические работы и устройство системы отопления (1,2 этап)	10%	0,1	37391,5	4673,937			117	2	20
46	35- 41;41- 65		Монтаж систем вентиляции и кондиционирования (1,2 этап)	10%	0,1	37391,5	4673,937			117	2	20

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Окончание таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
47	35-42;42-65		Внутренние электромонтажные работы (1,2 этап)	5%	0,05	18695,75	2336,969			117	2	10
48	35-38;38-44		Внутренние слоботочные работы	3%	0,03	11217,45	1402,181			70	2	10
49	33-48;48-65		Монтаж технологического оборудования и пуско-наладочные работы	10%	0,1	37391,5	4673,937			117	2	20
50	45-65		Благоустройство территории	3%	0,03	11217,45	1402,181			35	2	20
51	5-11		Наружный водопровод и канализация	2%	0,02	7478,3	934,787			47	2	10
52	5-8		Наружное теплоснабжение	2%	0,02	7478,3	934,787			47	2	10
53	5-9		Наружные слоботочные сети	1%	0,01	3739,15	467,394			47	1	10
54	5-10		Наружные электрические сети	2%	0,02	7478,3	934,787			47	2	10
55	65-66		Сдача объекта	2%	0,02	7478,3	934,787			26	2	18
56			Итого:			560872,492	70109,062					

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва  
[наименование стройки]

### ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 02-01-01

(локальная смета)

на устройство монолитного перекрытия по балкам типового этажа надземной части  
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: чертежи № 5, 11

Сметная стоимость 7914,94 тыс.руб.

Средства на оплату труда 181,28 тыс.руб.

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 2 квартал 2020

№ п.п.	Шифр и номер позиции	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием машин	
				всего	в том числе экс. машин	материалы	всего	оплаты труда	эксплуатация машин	материалы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	ФЕР 06-16-001-02	Монтаж опалубки перекрытий (10 м <sup>2</sup> ); коэффициент, учитывающий условие применения: для затрат труда рабочих 1,08	188,57	294,54	187,01	56,83	55541,41	9560,5	35264,48	10716,43	7,02	1323,76
				50,7	32,45				6119,1			

ДП – 08.05.01-2020

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

ДП – 08.05.01-2020

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2	ФЕР 06-16- 005-08	Бетонирование перекрытий с помощью бетононасоса в крупнощитовой и объемно-переставной опалубках толщиной свыше 20 см (10 м <sup>2</sup> ); коэффициент, учитывающий условие применения: для затрат труда рабочих 1,08	188,57	391,9	358,15	11,89	73900,58	4122,14	67536,35	2242,1	2,73	515,25
				21,86	17,01				3207,58			
3	ФЕР 06-16- 006-06	Установка арматурных каркасов и сеток с массой одного элемента до 200 кг (т); коэффициент, учитывающий условие применения: для затрат труда рабочих 1,08	16,29	162,72	69,04	40,8	2650,71	861,42	1124,66	664,63	7,19	117,17
				52,88	10,56				172,02			
4	ФССЦ 04.1.02. 05-0011	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В30 (м <sup>3</sup> )	414,86	790		790	327739,4			327739,4		
5	ФССЦ 08.3.09. 01-0011	Профилированный лист оцинкованный: Н75-750-0,9 (т)	23,57	8535,48		8535,48	201181,26			201181,26		

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	
ДП – 08.05.01-2020	
167	Лист

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6	ФССЦ 08.4.02. 01-0021	Сетка арматурная сварная (m)	11,95	7200		7200	86040			86040		
7	ФССЦ 08.4.02. 04-0001	Каркас арматурный металлический (m)	4,34	8200		8200	35588			35588		
<b>Итого по разделу:</b>							782641,36					1956,18
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ</b>												
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.							782641,36	14544,05	103925,48	664171,83	16,95	1956,18
Итого с учетом "Индекс перевода в цены 2 кв. 2020 г. СМР=7,54"							5901115,88	109662,1 7	783598,14	5007855,57	16,95	1956,18
Накладные расходы (120% от ФОТ)							217538,79					
Сметная прибыль (77% от ФОТ)							139587,39					
ВСЕГО по смете							6258242,06	109662,1 7	783598,14	5007855,57	16,95	1956,18
Затраты на временные здания и сооружения 1,8%							112648,36					
Итого с затратами на временные здания и сооружения							6370890,42					
Затраты на зимнее удорожание 1,5% (III р-н)							95563,36					
Итого с зимним удорожанием							6466453,78					
Затраты на непредвиденные расходы 2%							129329,08					
Итого с непредвиденными расходами							6595782,85					
НДС 20%							1319156,57					
ВСЕГО по смете							7914939,42					1956,18

Составил

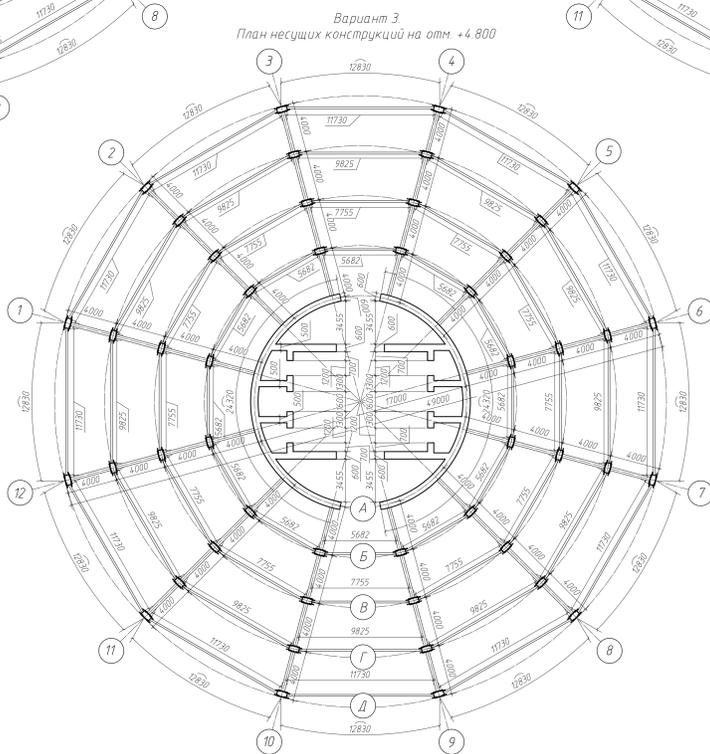
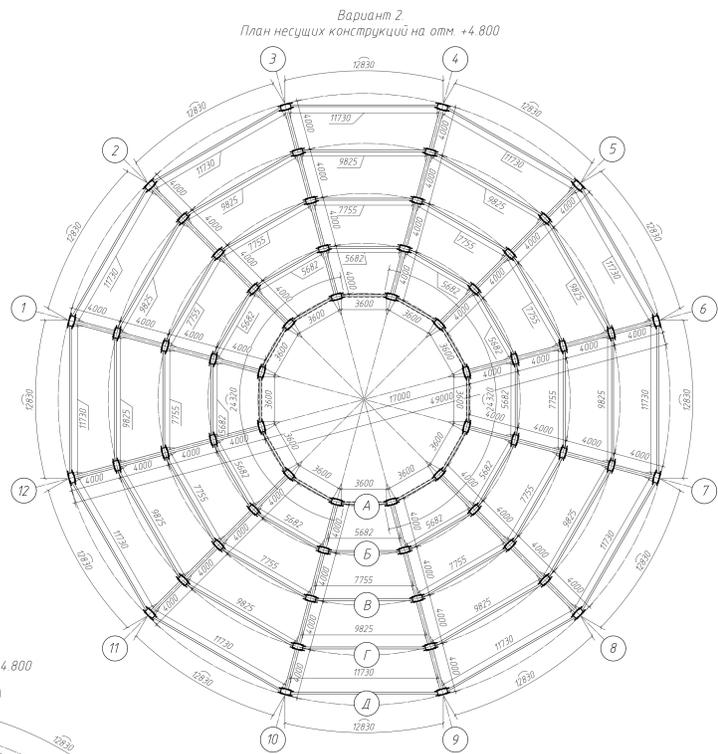
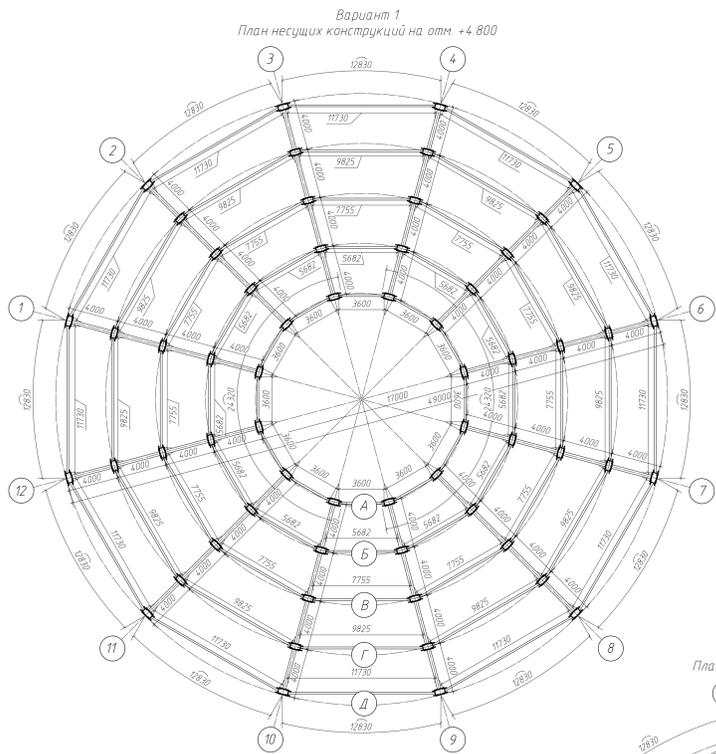
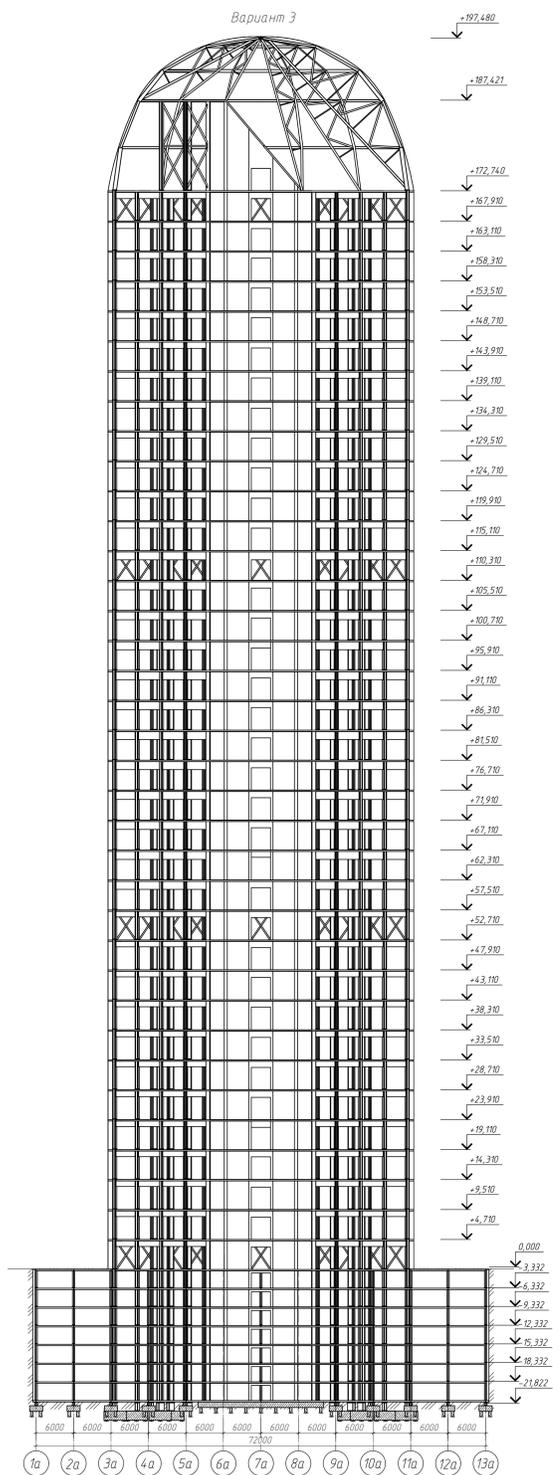
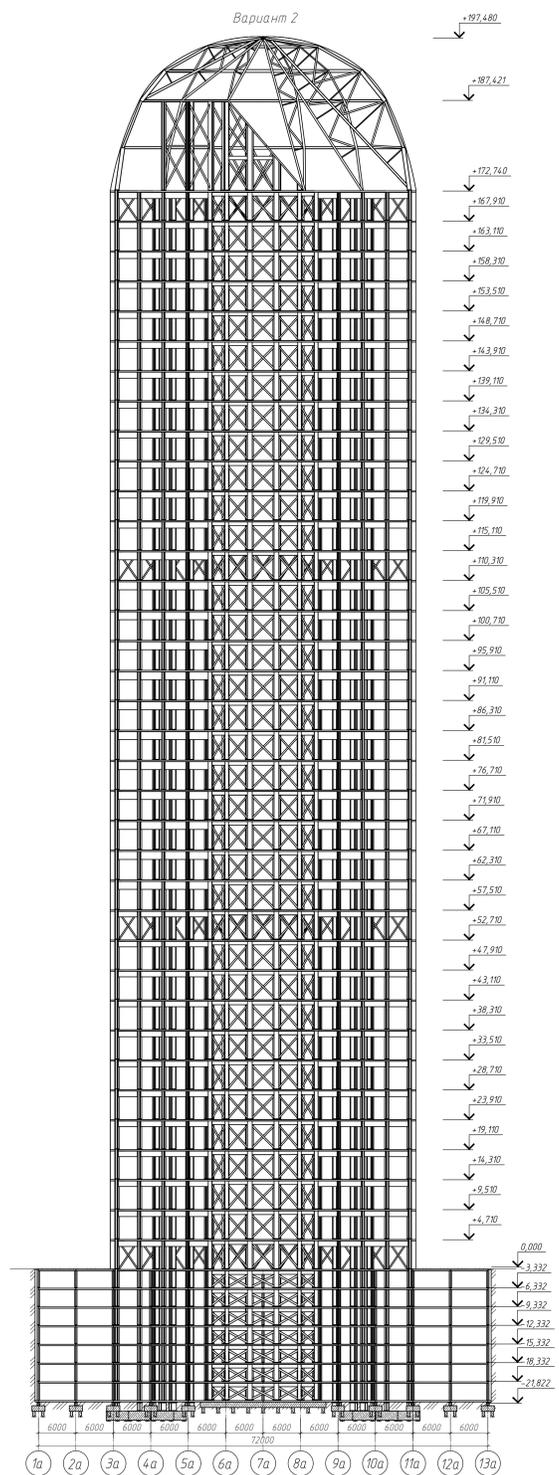
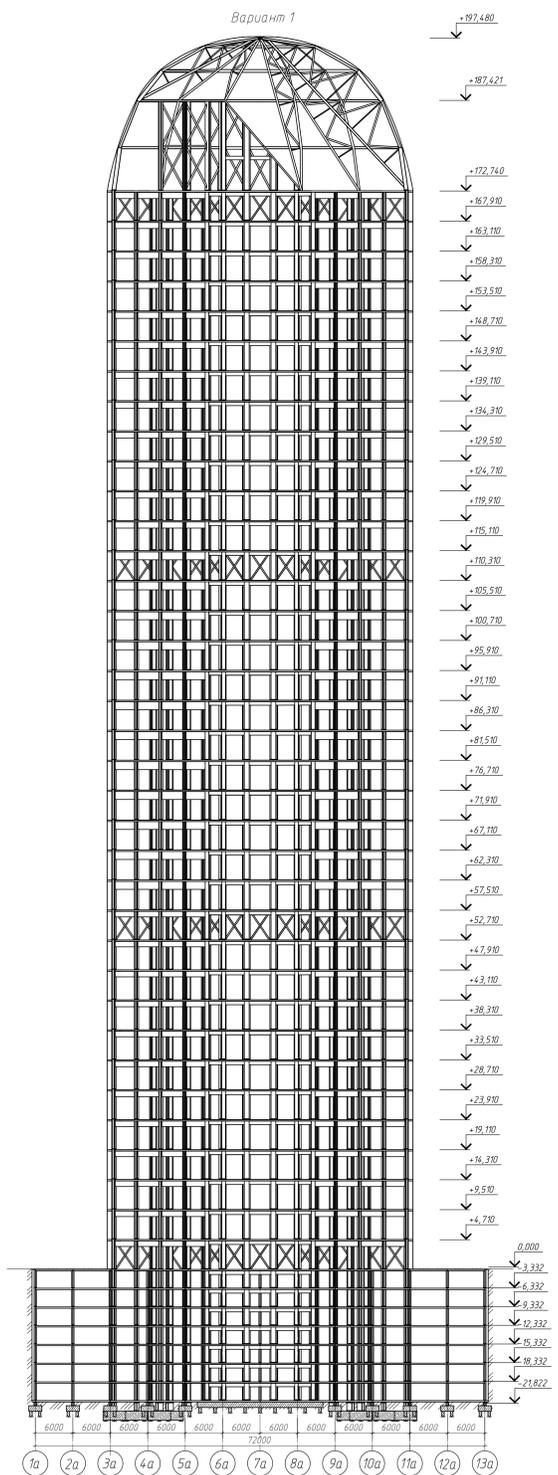
Фоменко Т. В.

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Проверил

Хиревич С. А.

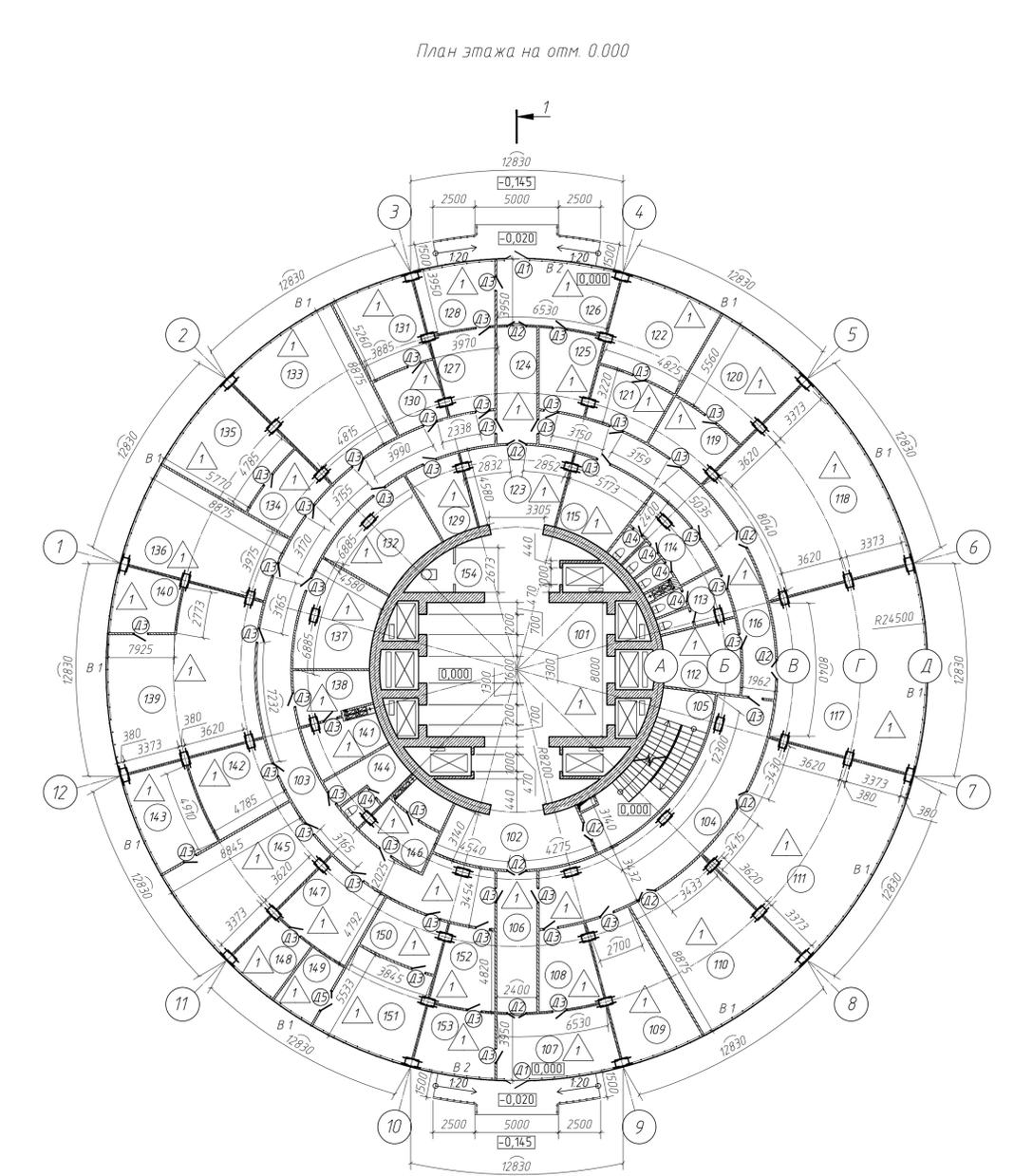
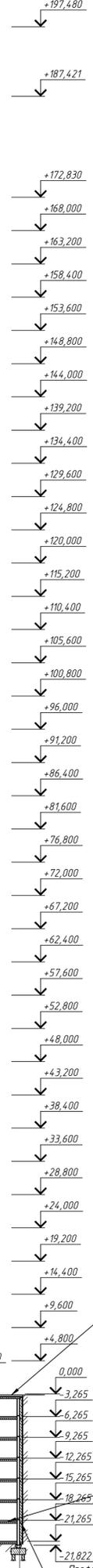
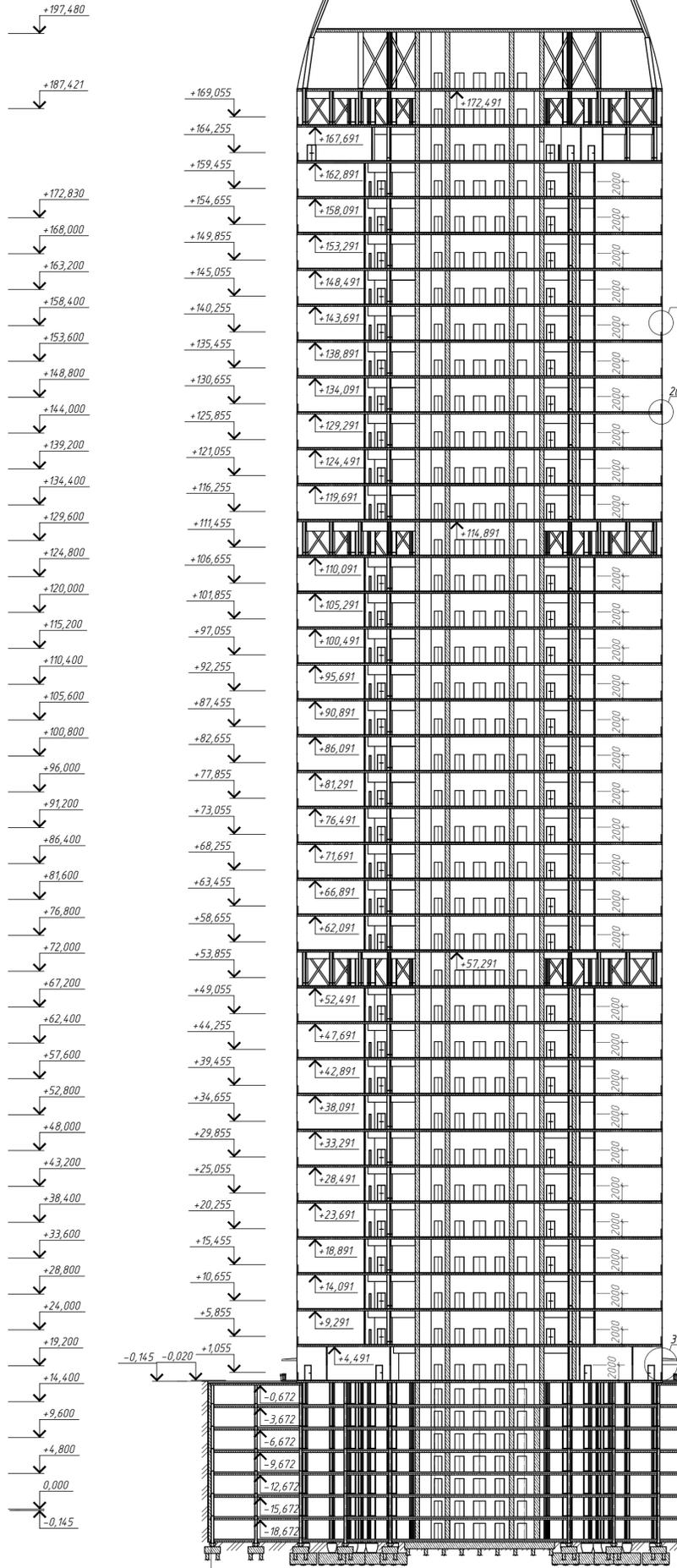
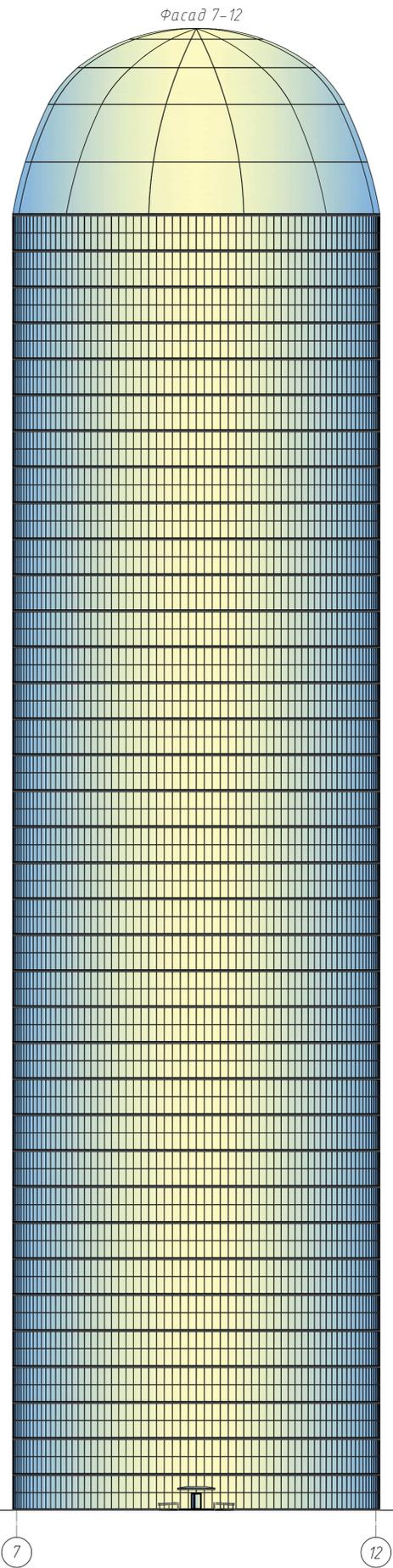
[должность, подпись (инициалы, фамилия)]



Технико-экономические показатели вариантов

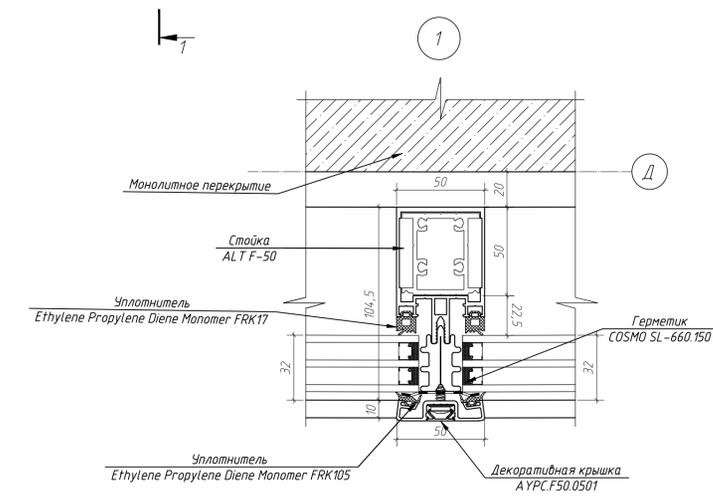
Наименование показателя	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Расход стали (т) на 1 м <sup>2</sup> площади	0,0031	0,0011	0,0003
Расход бетона (м <sup>3</sup> ) на 1 м <sup>2</sup> площади	0,2972	0,2972	0,3472
Стоимость (руб)	4542703,821	1609655,509	486947,163
Грубность (чел./ч)	1123,93	846,667	857,35

Итого						ДП 08.05.01-2020 ВП			
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"						Инженерно-строительный институт			
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Подпись	Дата	Многофункциональный центр с жилыми помещениями в г. Москва	Сданы	Лист	Листов
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.			Вариант 1, Вариант 2, Вариант 3, Планы несущих конструкций	Р	1	13
И.И.И.						Кафедра СК/СК			
И.И.И.						И.И.И.			



- Асфальто-бетон - 120 мм
- Песчано-гравийная смесь - 100 мм
- Гидроизоляция Техноэластост Б - 5 мм
- Бетонная стяжка - 40 мм
- Теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС - 40 мм
- Пароизоляция Битопль - 2 мм
- Монолитное железобетонное перекрытие - 220 мм

- Асфальто-бетон - 100 мм
- Песчано-гравийная смесь - 40 мм
- Гидроизоляция Техноэластост Б - 5 мм
- Бетонная стяжка - 20 мм
- Теплоизоляция ПЕНОПЛЭКС - 20 мм
- Пароизоляция Битопль - 2 мм
- Монолитное железобетонное перекрытие - 220 мм

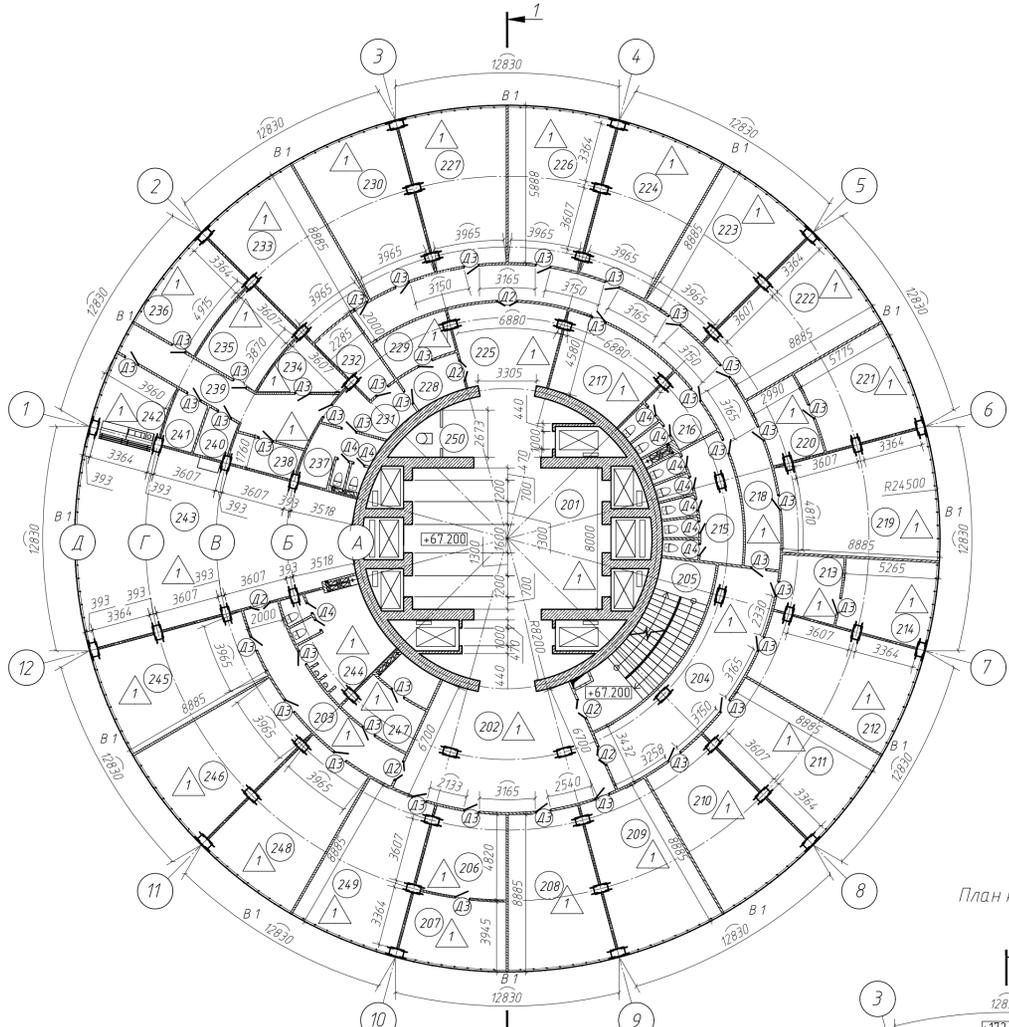


1. Лист 2 читать совместно с листом 3  
2. Экспликации полов и помещений, спецификации заполнения дверных проемов и витражей см. в ПЗ в архитектурно-строительном разрезе, приложения Б и В

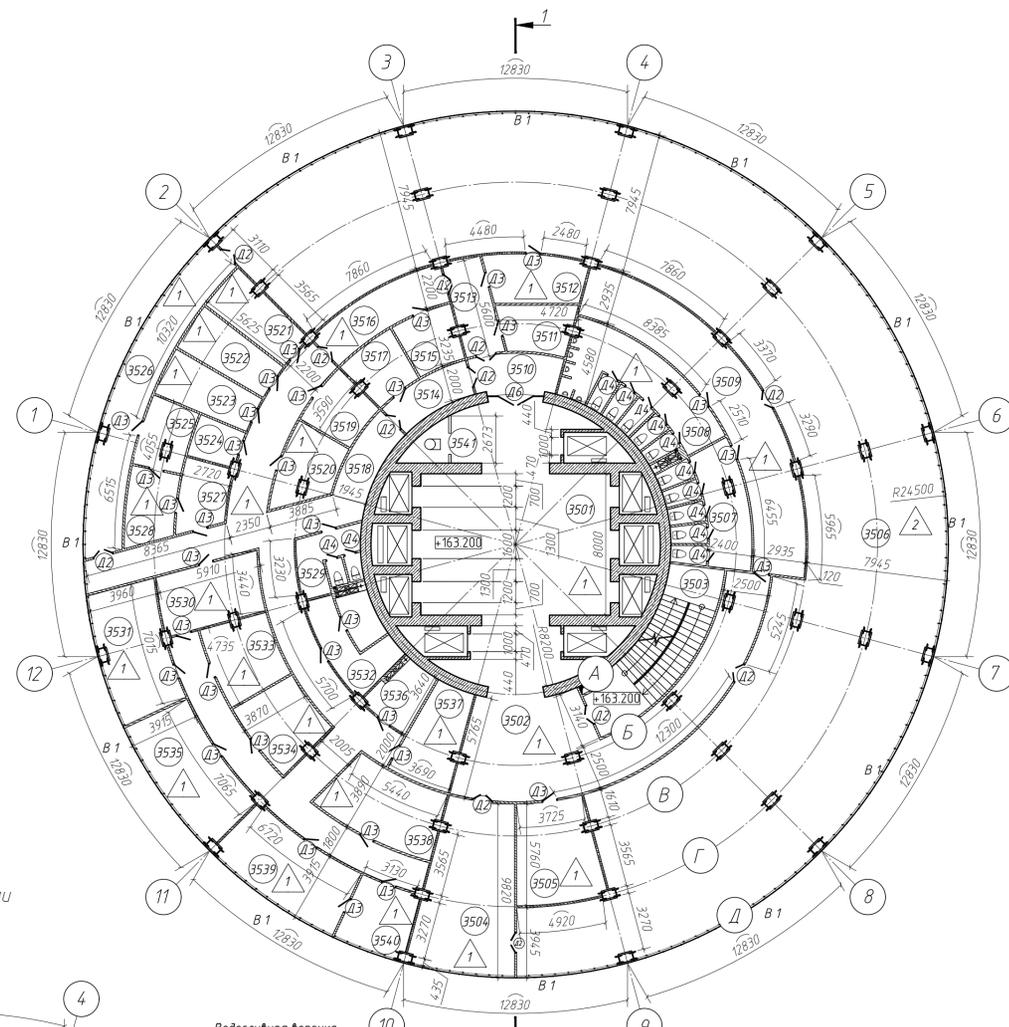
ДП 08.05.01-2020 АР				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колучу	Лист	Фок	Дата
Разреш	Фомичев Т. В.			
Консульт	Сергичева Е. Г.			
Руководит	Тарасов А. В.			
Н. контроль	Тарасов А. В.			
Зав. каф.	Дворниев С. В.			
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Таблиц	Лист	Листов
Разрез, Фасад, План этажа на отметке 0.000, Узел 1		Р	2	13
		Кафедра СКУС		

Согласовано  
Изм. № 1  
Лист 2 из 2  
Дата: 10.05.2020

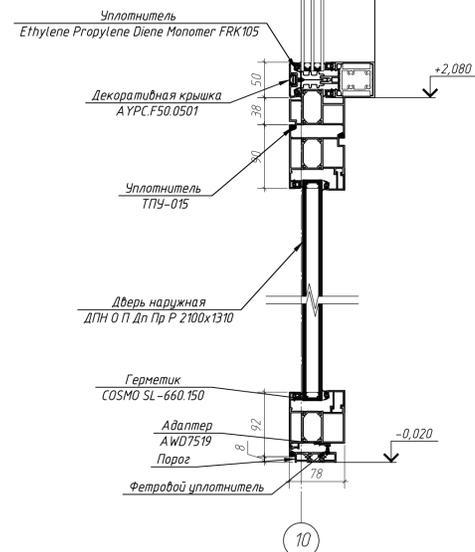
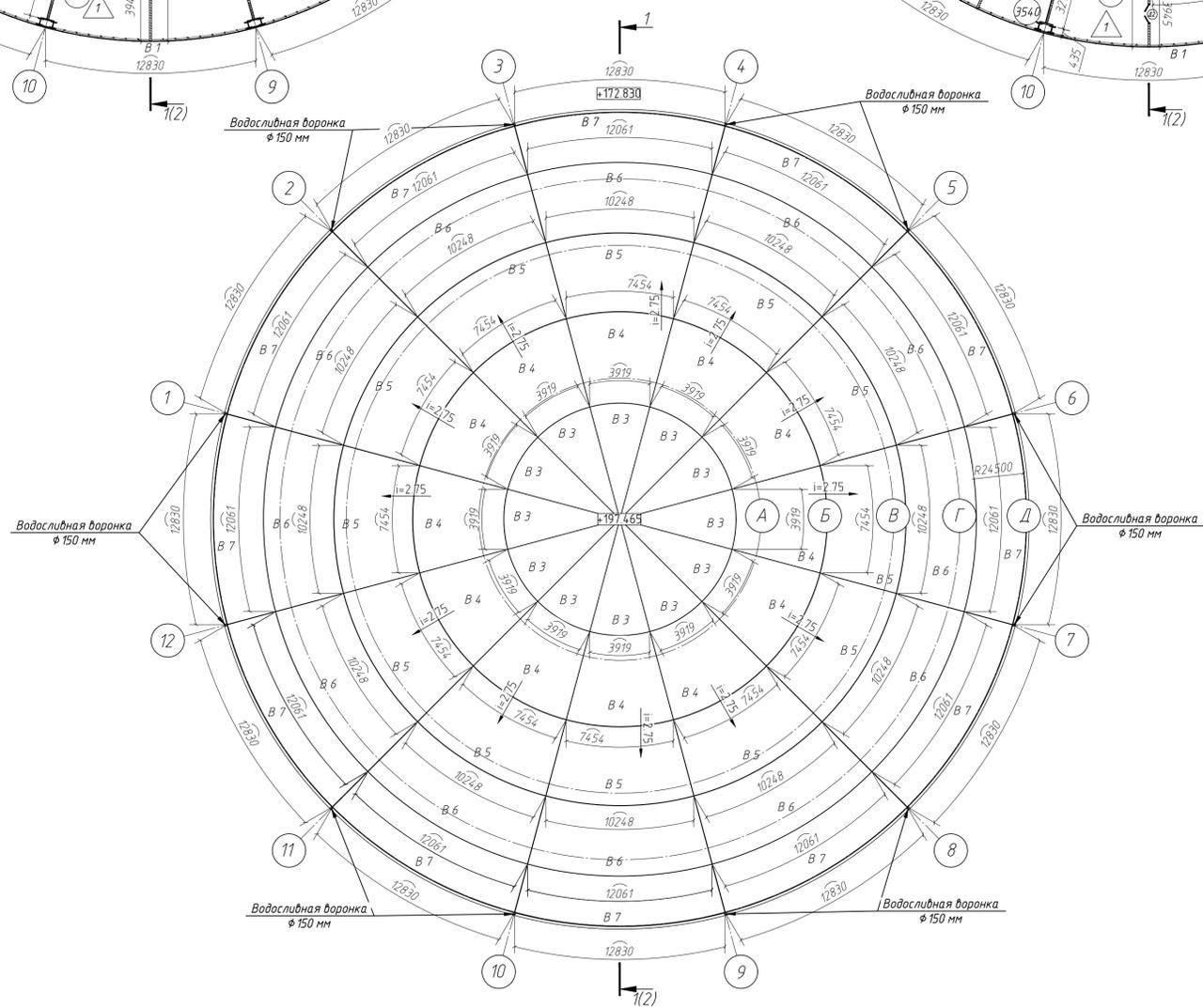
План типового этажа



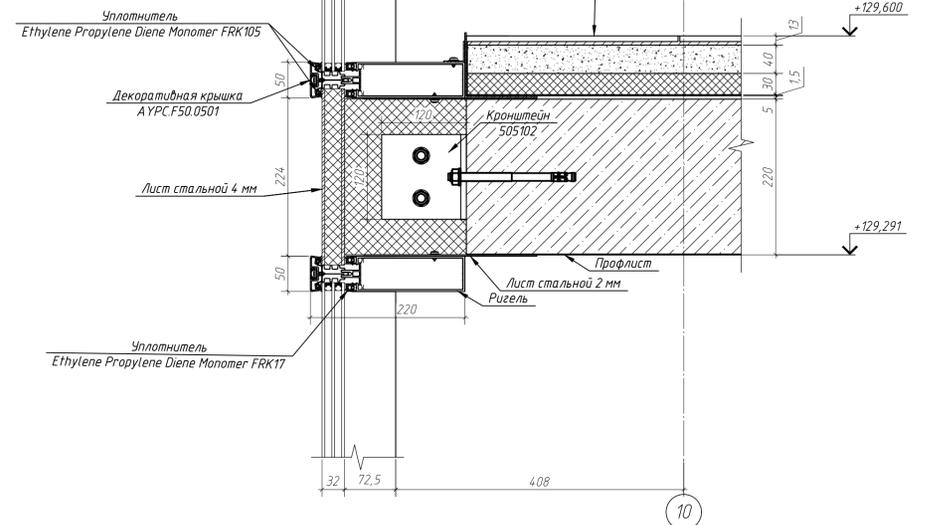
План этажа на отм. +163.200



План кровли



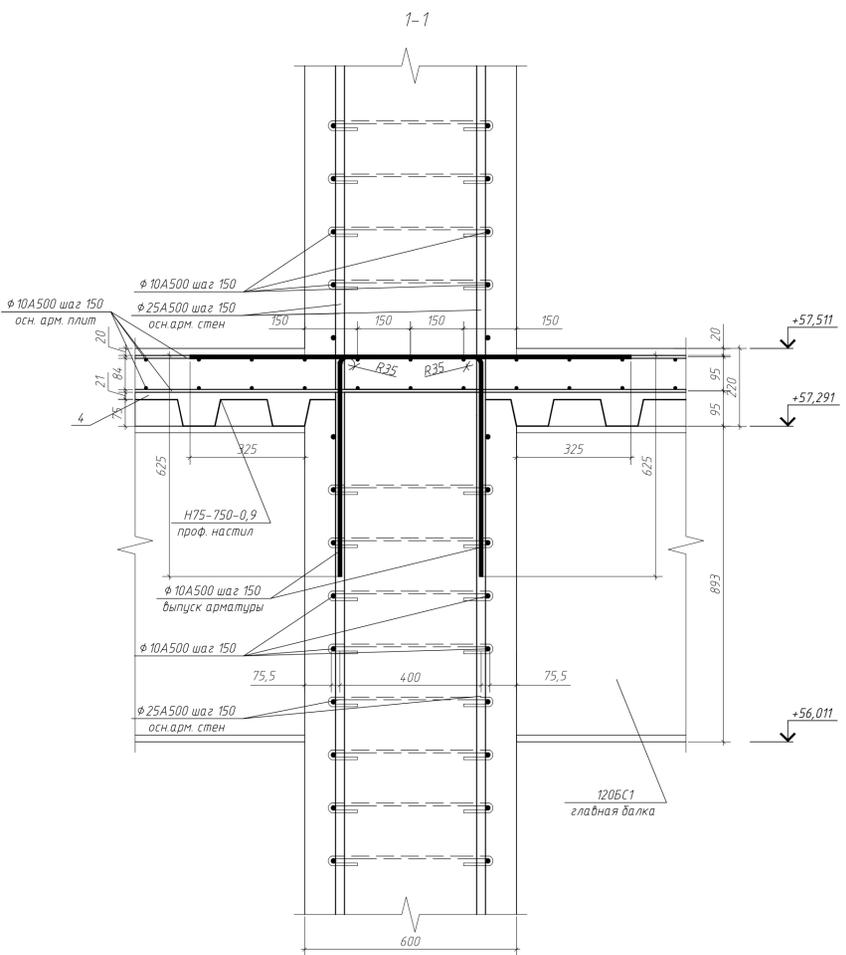
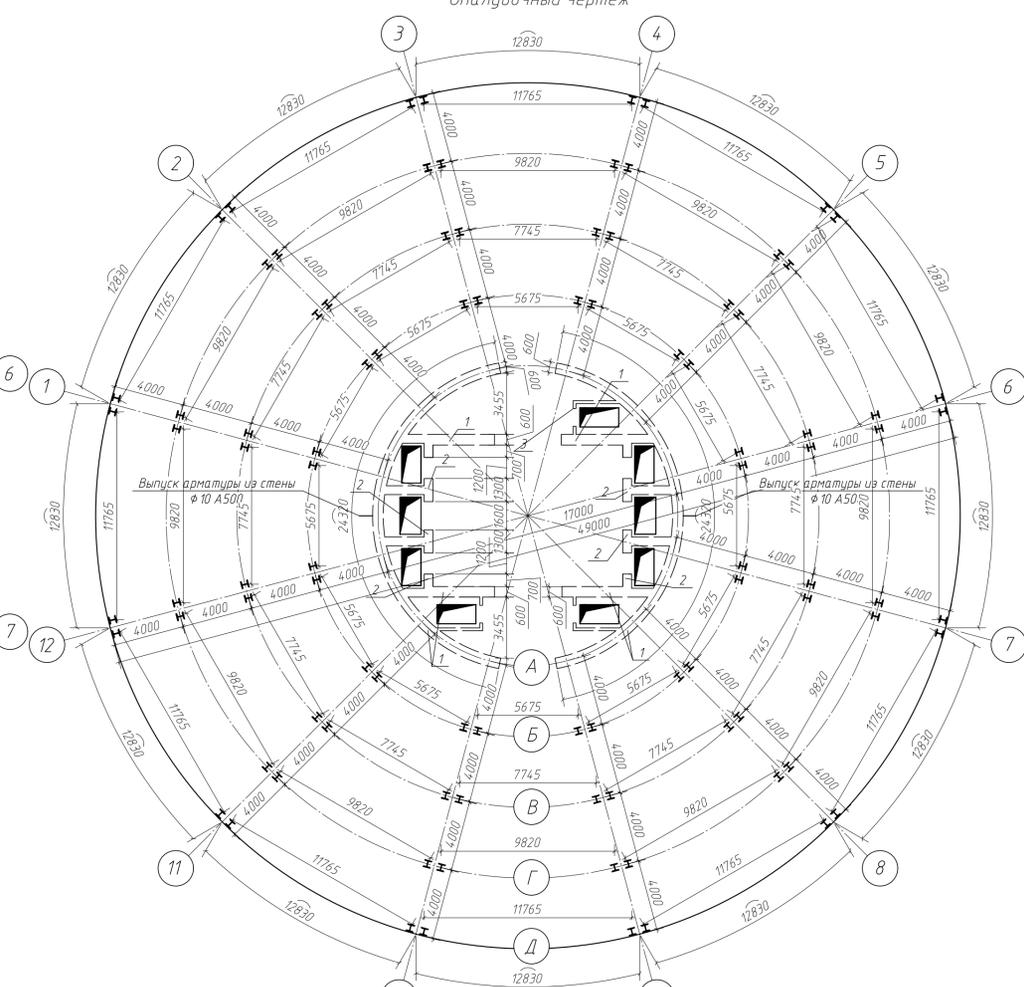
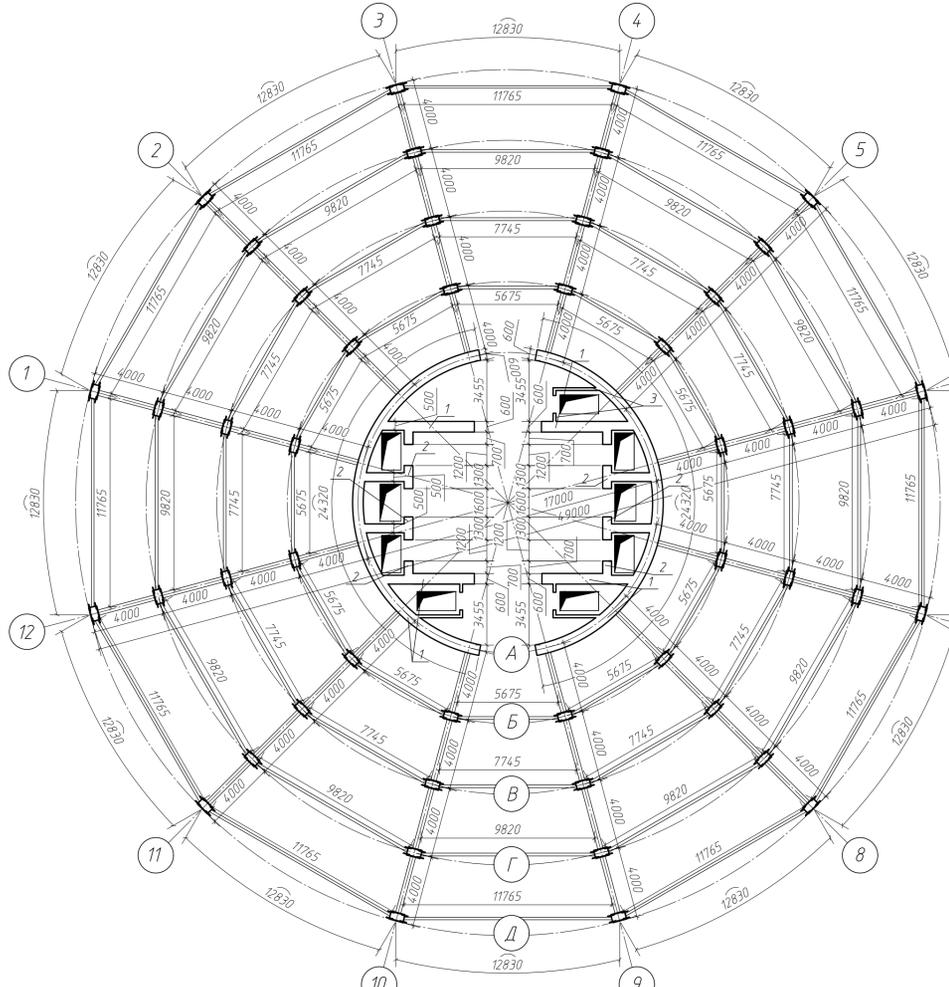
Керамическая плитка на клею - 13 мм  
 Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 - 40 мм  
 Пенополистирол - 30 мм  
 Гидроизоляция ТЕХНИКОЛЬ - 1,5 мм  
 Звукоизоляция ТЕХНИКОЛЬ - 5 мм  
 Монолитное железобетонное перекрытие - 220 мм



1. Лист 3 читать совместно с листом 2.
2. Экспликации полов и помещений, спецификации заполнения дверных проемов и витражей см. в ПЗ в архитектурно-строительном разделе, приложения Б и В.

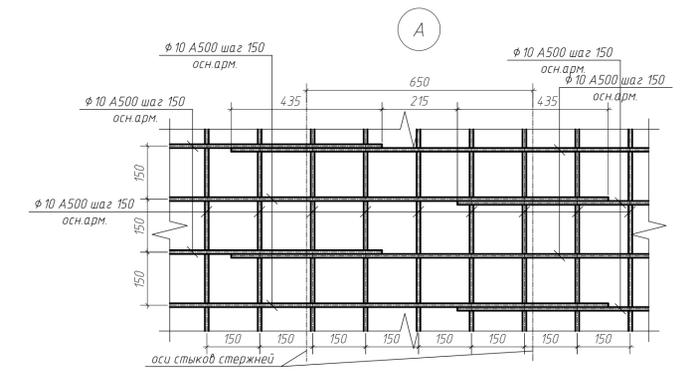
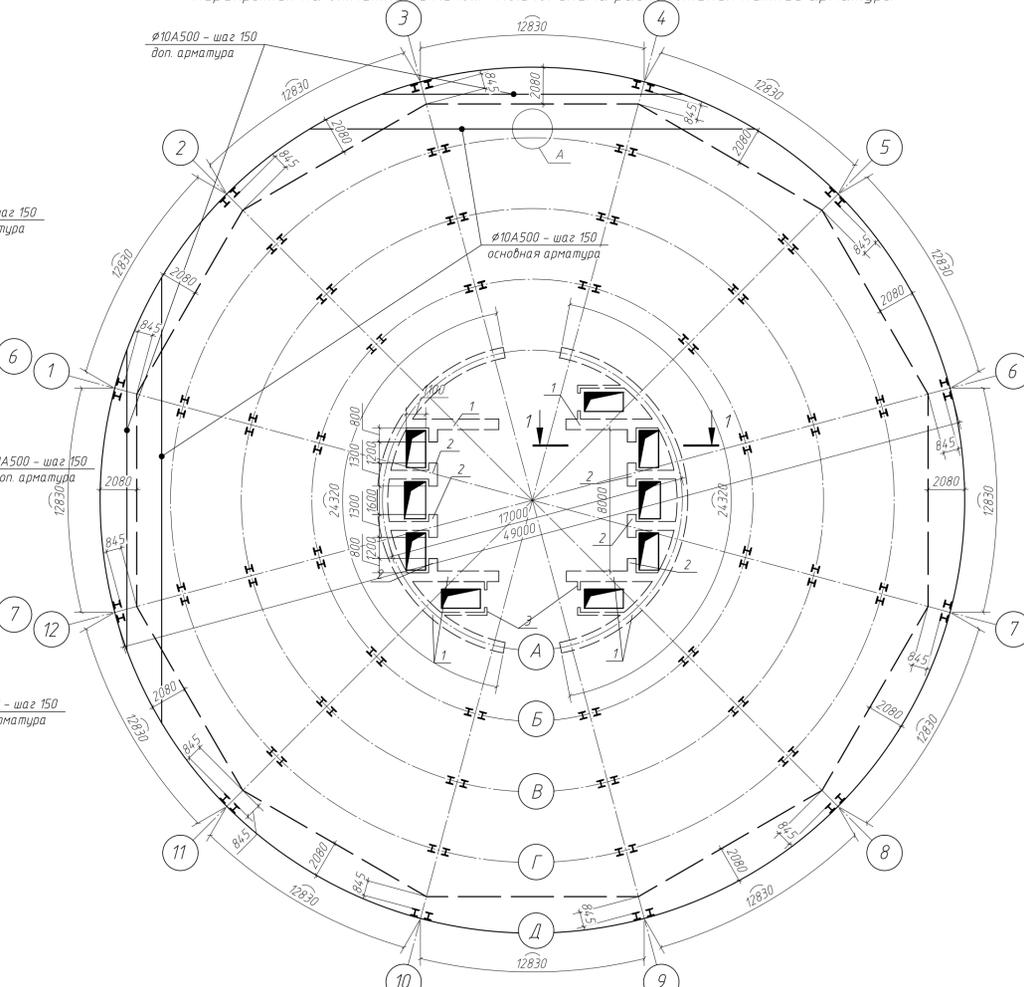
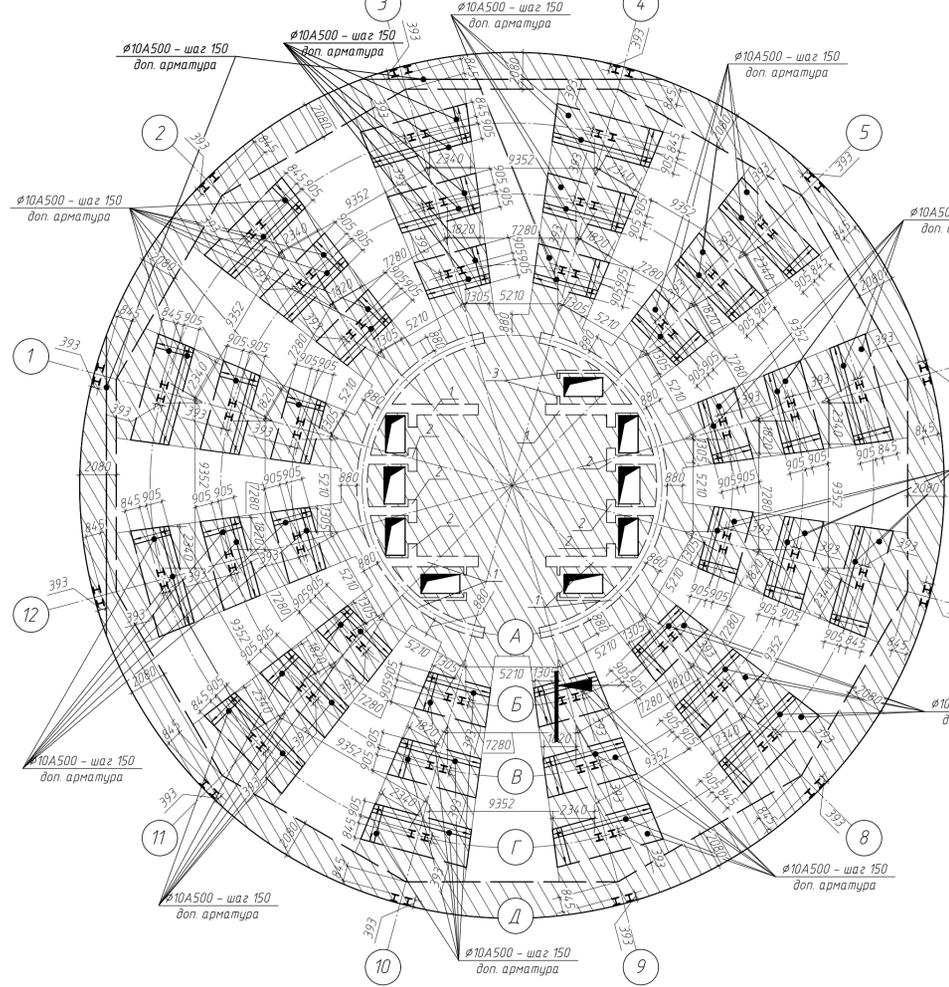
ДП 08.05.01-2020 АР				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч.	Лист	Фол.	Подп.
Разреш.	Фоменко Т. В.			
Консульт.	Сергичева Е. Г.			
Руководит.	Тарасов А. В.			
Н. контроль.	Тарасов А. В.			
Зав. каф.	Дворниев С. В.			
		Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Студия
		План типового этажа, План на отметке +163.200, План кровли, Узел 2, Узел 3		Лист
				Листов
				Р 3 13
				Кафедра СКУС

Согласовано  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.



Перекрытия на отметке +57.510...+110.310. Схема расположения верхней арматуры

Перекрытия на отметке +57.510...+110.310. Схема расположения нижней арматуры

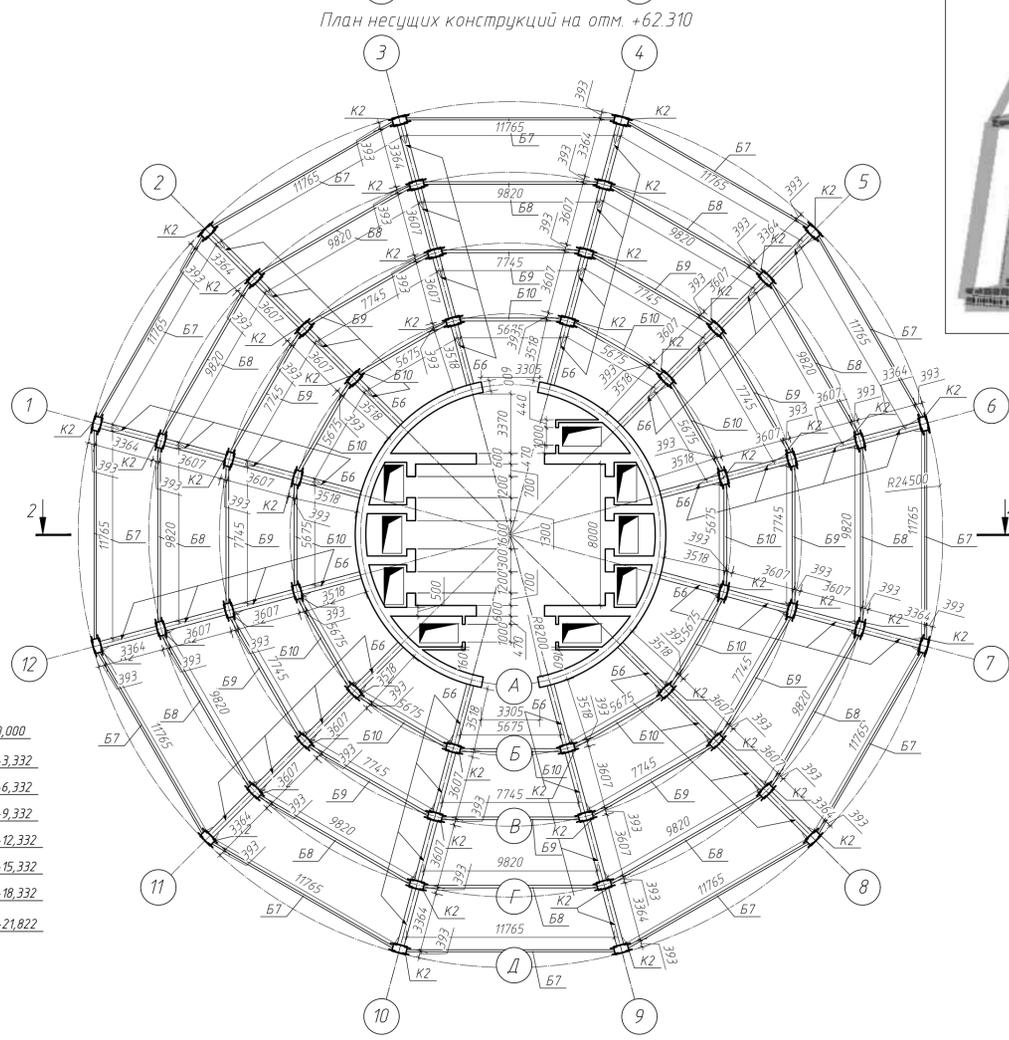
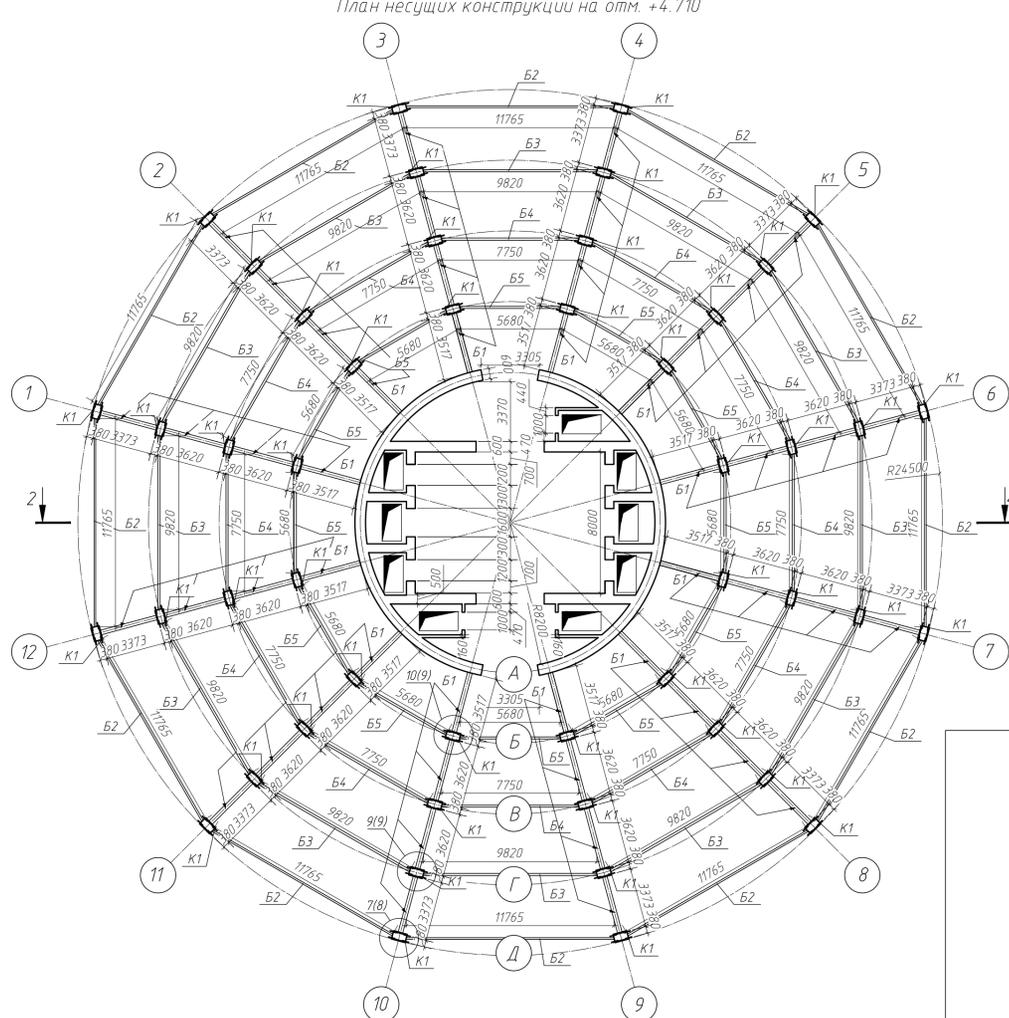
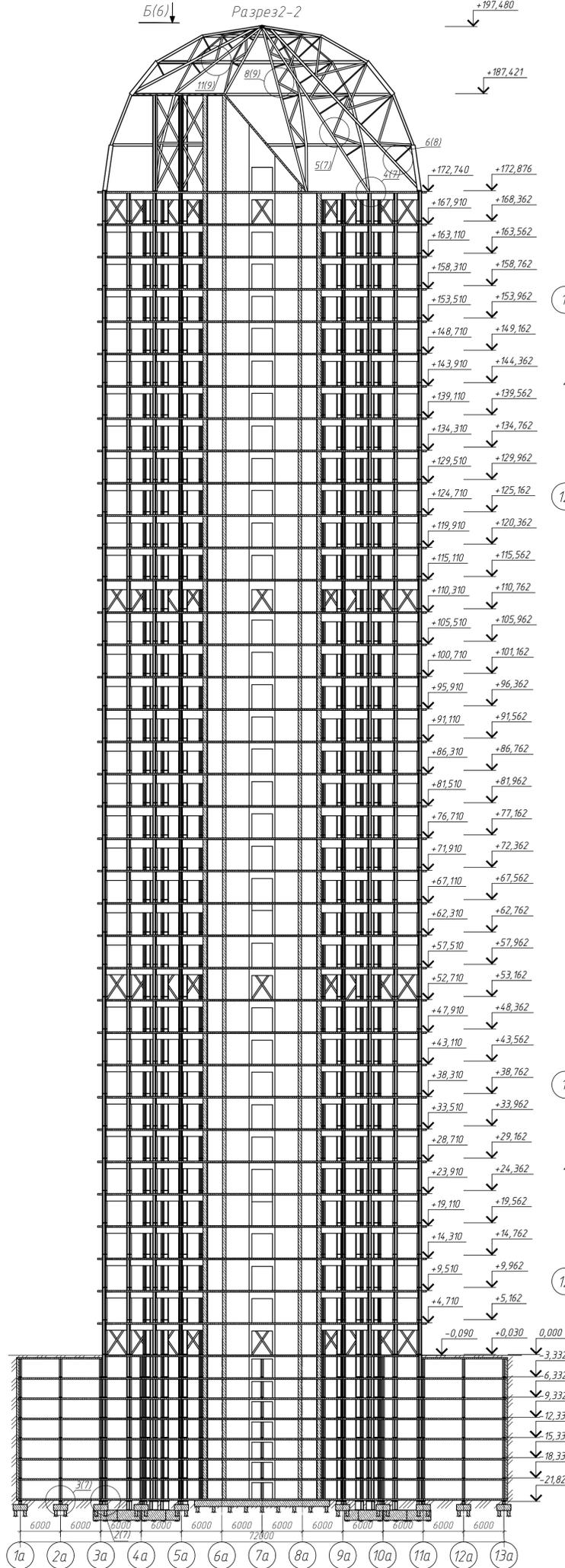


Условные обозначения  
 - основная арматура Ø 10 A500 шаг 150

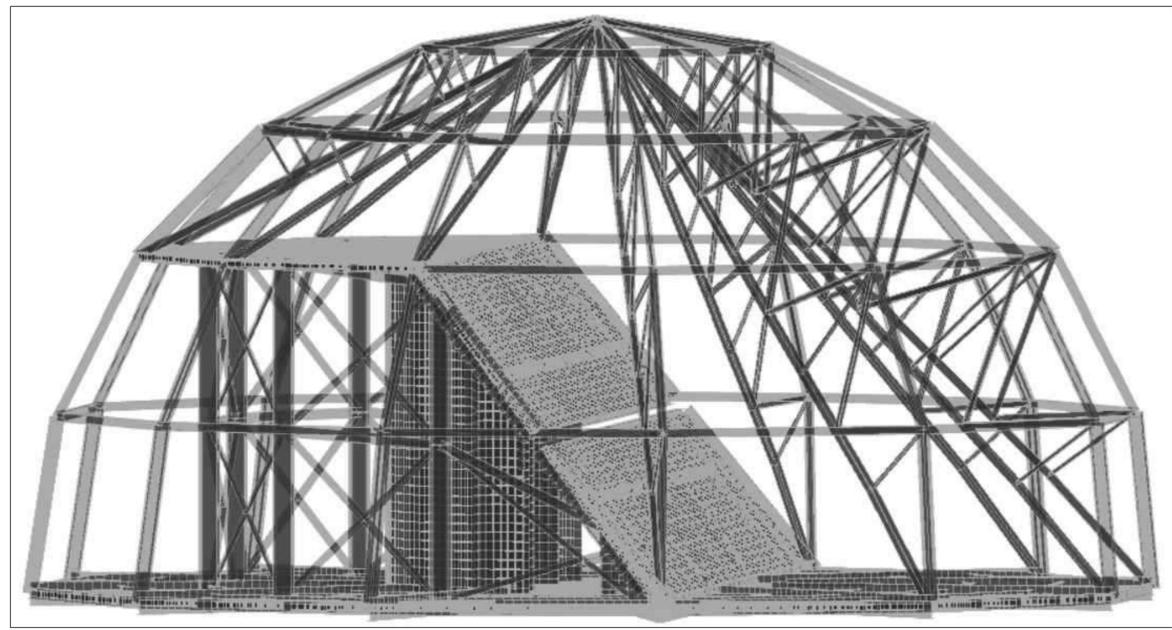
- Армирование плиты перекрытия выполняется арматурными сетками.
- Стыковать арматурные сетки внахлест по узлу А.
- Дополнительные стержни укладывать в плоскости стержней сетки одного направления в шахматном порядке.

ДП 08.05.01-2020 КЖ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч.	Лист	Фол.	Дата
Разр.	Фоненко Т. В.			
Консульт.	Тарасов А. В.			
Руководит.	Тарасов А. В.			
Н. контроль	Тарасов А. В.			
Зав. каф.	Дворовид С. В.			
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Стация	Лист	Листов
		Р	4	13
Кафедра СКУС				Формат А1

Согласовано  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.



Изометрическая проекция несущих элементов купольного покрытия



Ведомость элементов

Марка элемента	Сечение			Усилия для прикрепления			Группа кон-струк-ции	Наимено-вание или марка металла	Приме-чание
	Эскиз	Поз	Состав	Q, кН	N, кН	M, кН*м			
B1			I70Б2	450,6	52,7	-499,723	4	06МБФ	
B2			I20Б1	-14,7	50,8	-8,915	4	06МБФ	
B3			I26Б1	-32,6	1,2	-30,368	4	06МБФ	
B4			I26Б1	24,8	-0,9	-18,529	4	06МБФ	
B5			I26Б2	44,2	-3,6	-27,348	4	06МБФ	
K1			2I360x40x237	0,1	-7003,3	1,657	2	06МБФ	
B6			I120БС1	-103,8	888,1	1708,707	4	06МБФ	
B7			I26Б2	21,2	0,5	-16,937	4	06МБФ	
B8			I30Б2	-39,9	-1,6	-41,402	4	06МБФ	
B9			I35Б2	76,2	-4,5	-66,919	4	06МБФ	
B10			I40Б2	133,1	-6,8	-112,851	4	06МБФ	
K2			2I360x40x287	-1,7	-3719,8	13,545	2	06МБФ	

ДП 08.05.01-2020 КМ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

Разрез 2-2, План несущих конструкций на отметке +4.710; Ведомость элементов

Изм.	Колучу	Лист	Фок	Подп.	Дата	Станд.	Лист	Листов
Разреш	Фоменко Т. В.					Р	5	13
Консульт	Сергучева Е. Г.							
Руководит	Тарасов А. В.							
Н. контроль	Тарасов А. В.							
Зав. каф.	Дворниев С. В.							

Кафедра СКУС

Копировал Формат А1

Согласовано

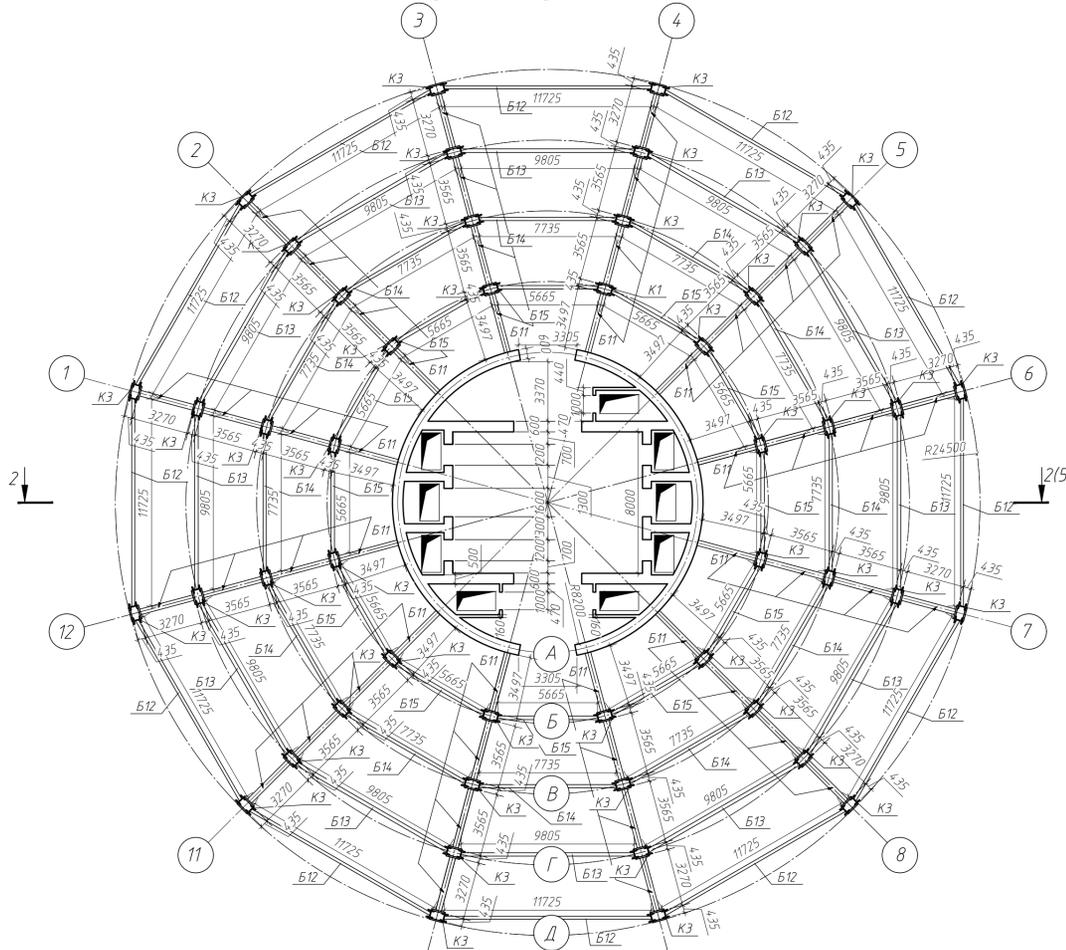
Взвеш. лист №

Лист и дата

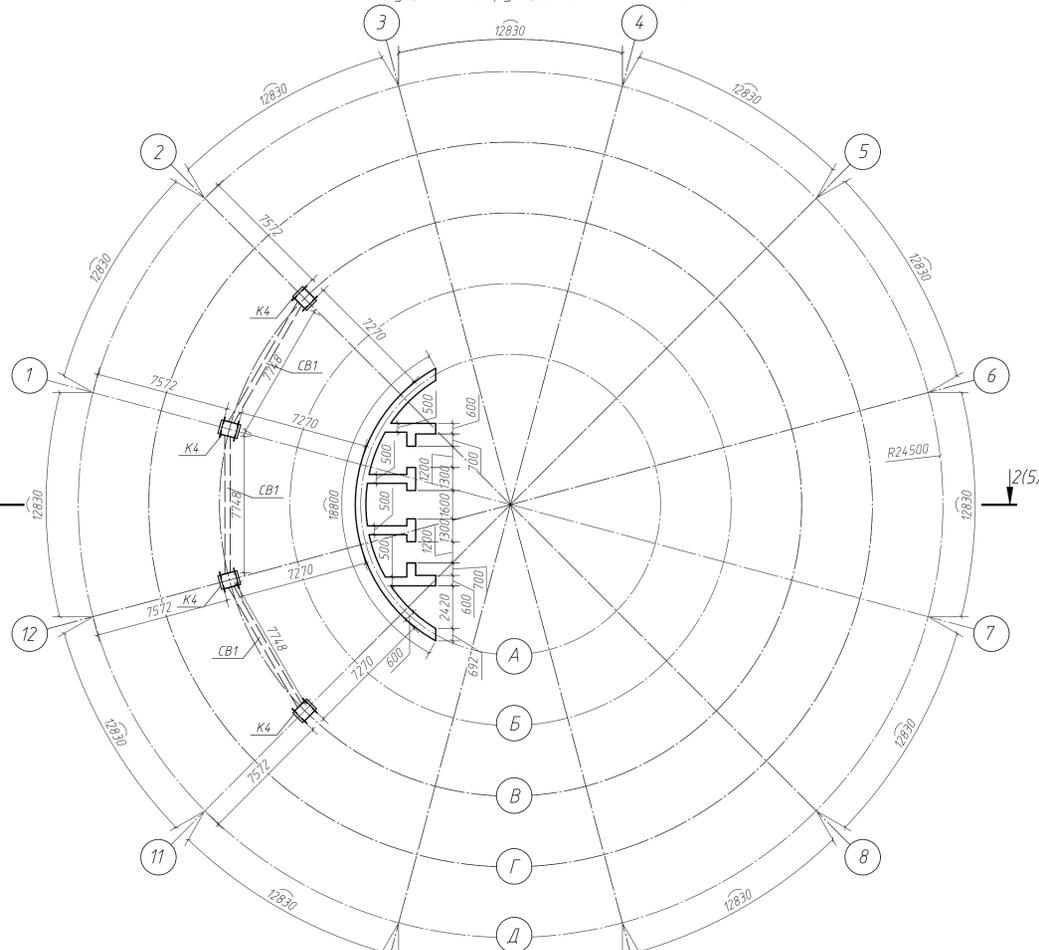
Изд. №

1. Лист 5 читать совместно с листами 7, 8 и 9.
2. За отметку 0.000 принимается отметка чистого пола первого этажа надземной части здания.
3. Огнезащитная система, используемая для защиты металлоконструкций - СТ-Plaster.
4. Мероприятия по защите от коррозии металлических конструкций осуществляются непосредственно на заводе.

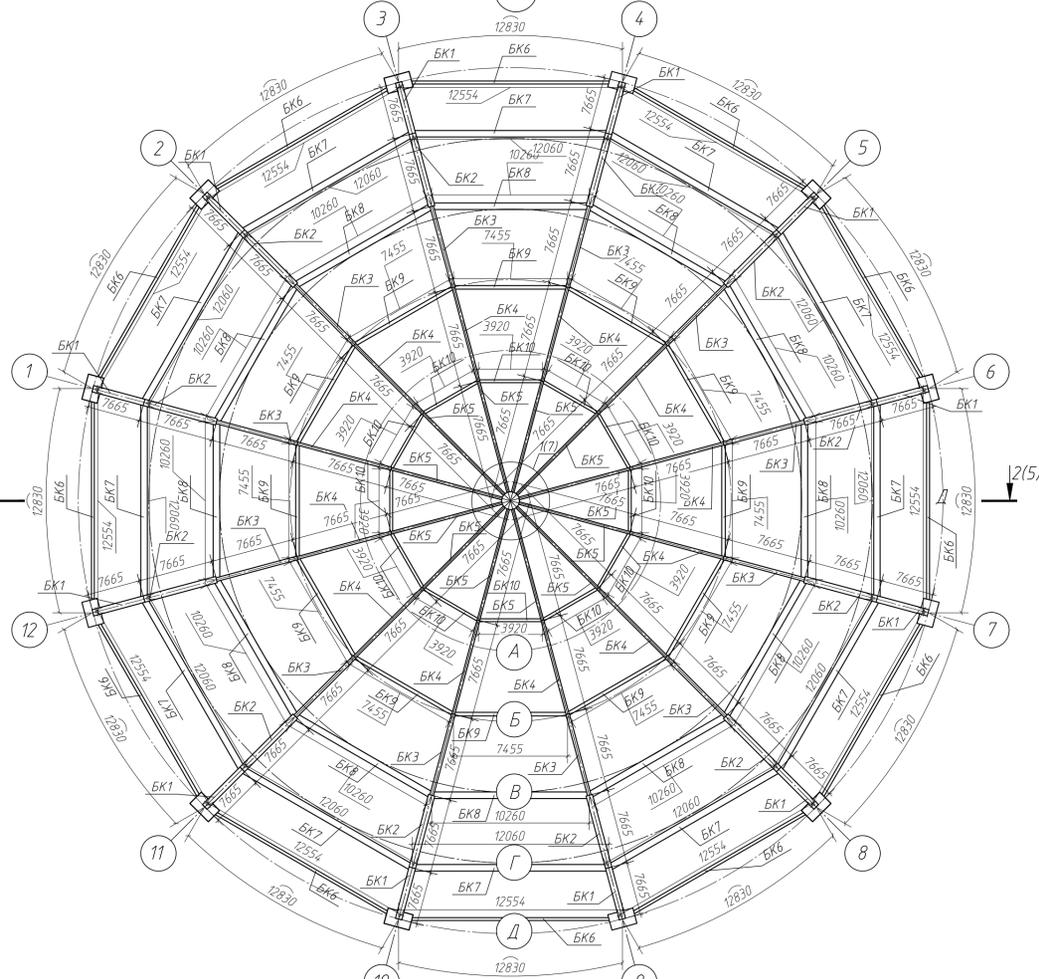
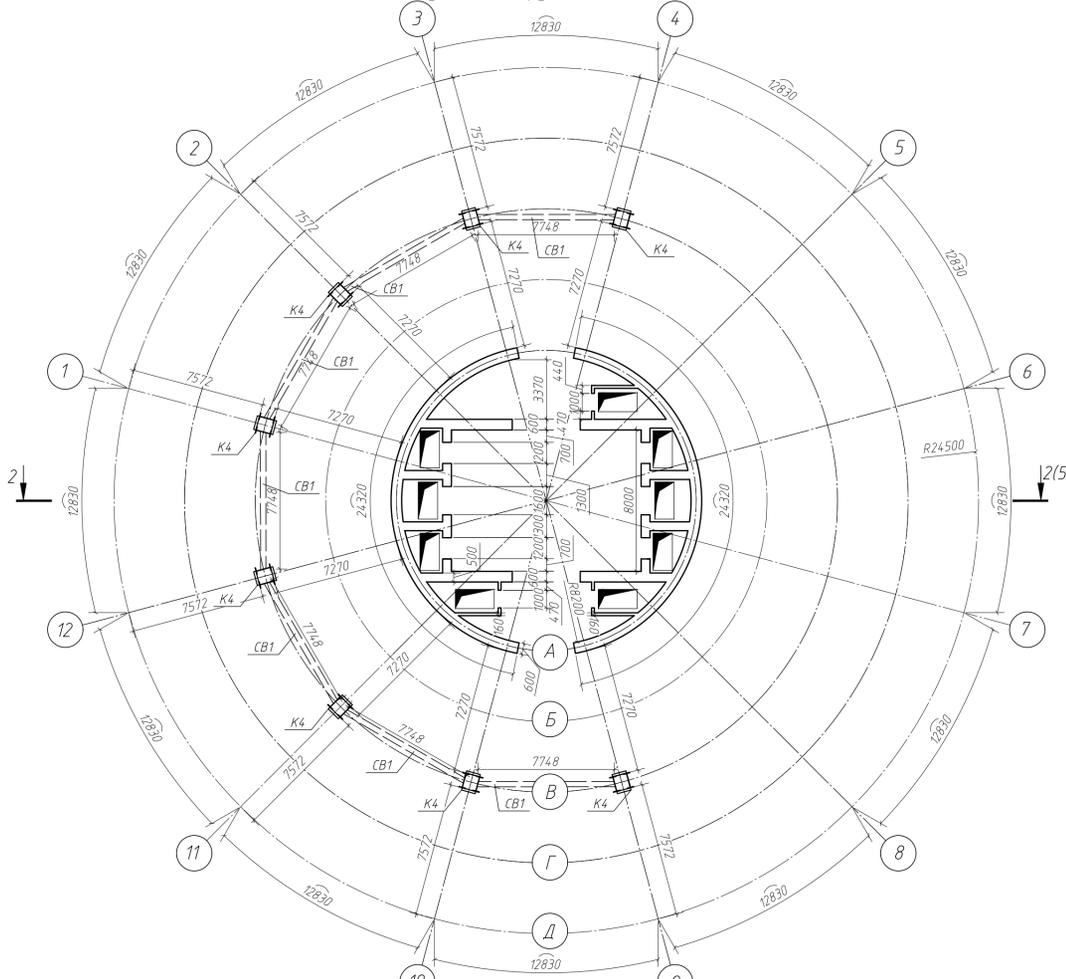
План несущих конструкций на отм. +119.910



План несущих конструкций на отм. +187.421

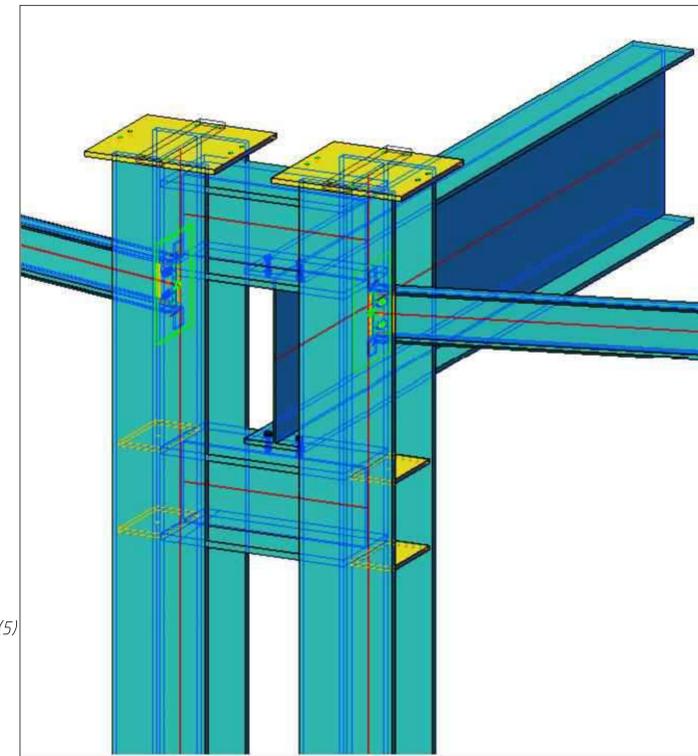


План несущих конструкций на отм. +172.740



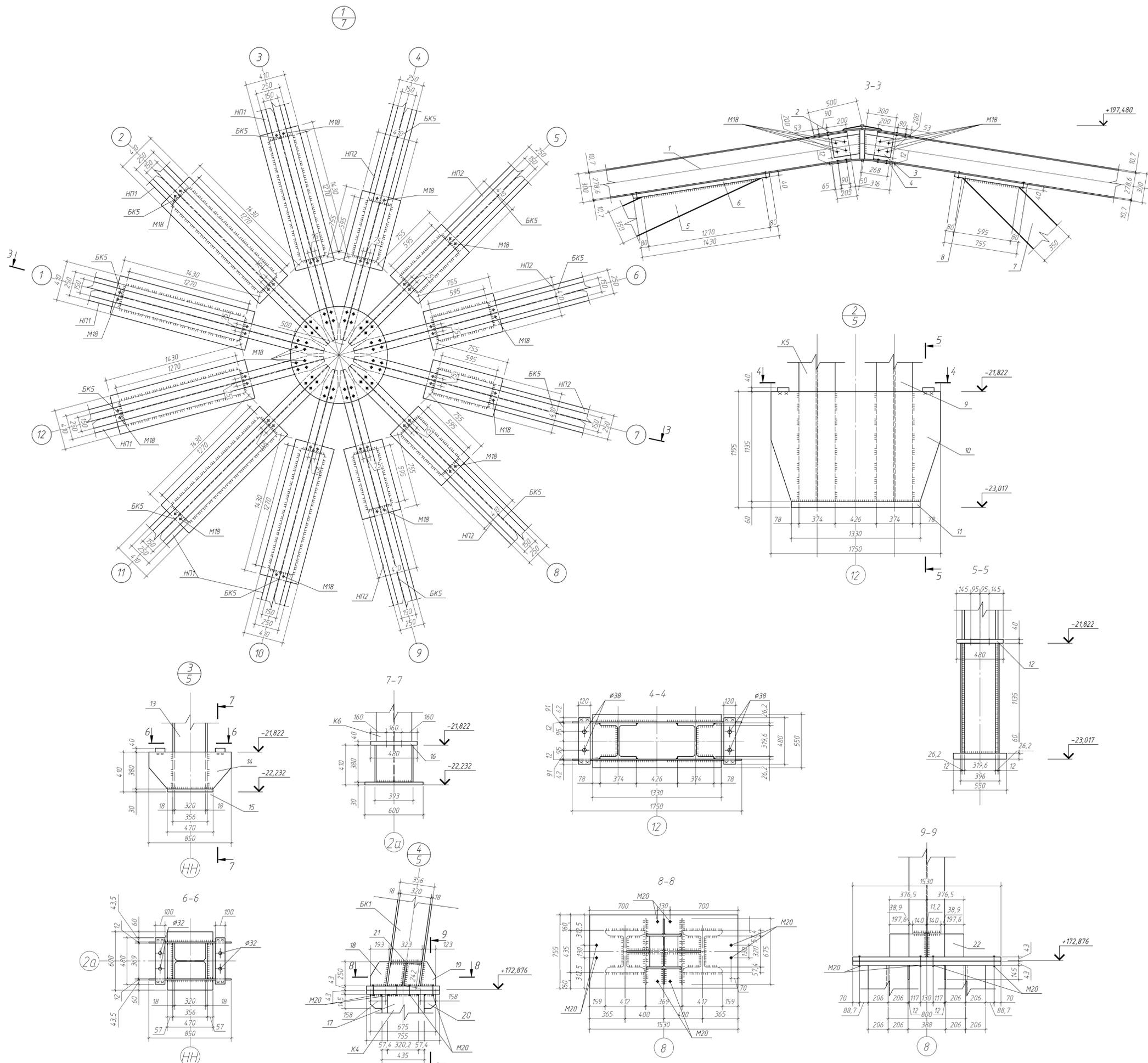
Ведомость элементов									
Марка элемента	Сечение		Условия для прикрепления			Группа кон-струкций	Наименование или марка металла	Примечание	
	Эскиз	Поз.	Состав	Q, кН	N, кН				M, кН*м
Б11			I100Б3	-1726,5	585	3074,184	4	06МБФ	
Б12			I40Б1	-45,7	33,7	-42,872	4	06МБФ	
Б13			I50Б1	-120,7	2,8	-153,903	4	06МБФ	
Б14			I45Б2	121	3,8	-145,872	4	06МБФ	
Б15			I50Б2	215,3	3,1	-265,806	4	06МБФ	
К3			2I360x410x463	16,9	2208	216,507	2	06МБФ	
К4			2I840x400x329	562,4	5707	-2284,96	2	06МБФ	
СВ1			350x300x7	Конструктивно			2	06МБФ	
БК1			I360x370x134	4	-369,6	-19,658	4	06МБФ	
БК2			I360x370x134	-7	-34,6	-11,136	4	06МБФ	
БК3			IPE500A	-19	-386,4	-27,43	4	06МБФ	
БК4			IPE360	-11,1	-243,6	-27,192	4	06МБФ	
БК5			IPE300	7,1	-175,9	-14,205	4	06МБФ	
БК6			I40Б1	22,7	103,4	-17,806	4	06МБФ	
БК7			I360x370x134	-24,3	44,9	-76,136	4	06МБФ	
БК8			I360x370x134	3	-659,7	33,741	4	06МБФ	
БК9			IPE500A	25,1	-125,2	-17,948	4	06МБФ	
БК10			IPE330A	4,4	-93,4	5,58	4	06МБФ	

Схема сопряжения крайней колонны, главной и второстепенных балок на отм. +4.710



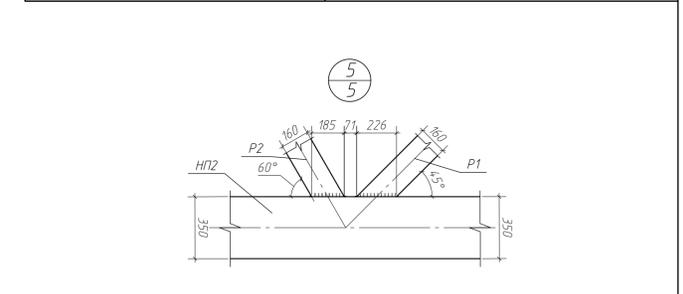
1. Узлы и спецификации к схеме сопряжения крайней колонны, главной и второстепенной балок представлены на листе 8.

ДП 08.05.01-2020 КМ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч.	Лист	Фол.	Дата
Разреш.	Фомкина Т. В.			
Консульт.	Тарасов А. В.			
Руководит.	Тарасов А. В.			
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Станд.	Лист	Листов
		P	6	13
Н. контроль		План несущих конструкций на отм. +119.910; План несущих конструкций на отм. +172.740; План несущих конструкций на отм. +187.421; Вып. Б; Ведомость элементов		
Зав. каф.		Кафедра СКЧЭС		
Копировал				
Формат А1				



Спецификация стали										
Марка элемента	N детали	Количество		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Сталь	Примечание
		T	H			одной детали	всех	элемента		
BK5	1	1		IPE300	7665	323,463	323,463		06МБФ	
	2	1		R=500	t=12	6,165	6,165		06МБФ	
	3	1		200x8	300	3,567	3,567		06МБФ	
	4	1		R=316	t=12	2,463	2,463		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								3,357		
HP1	5	1		□350x250x6.5	10287	604,517	604,517		09Г2С	
	6	1		410x40	1430	184,098	184,098		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								7,886		
HP2	7	1		□350x250x6.5	16166	949,997	949,997		09Г2С	
	8	1		410x40	755	97,199	97,199		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								10,472		
K5	9	2		I360x370x196	3490	684,04	1368,08		06МБФ	
	10	2		1135x12	1750	187,105	374,21		06МБФ	
	11	1		550x60	1330	344,537	344,537		06МБФ	
	12	2		120x40	480	18,086	36,173		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								21,23		
K6	13	1		I360x370x134	3490	467,66	467,66		06МБФ	
	14	2		380x12	850	30,427	60,853		06МБФ	
	15	1		470x30	600	66,411	66,411		06МБФ	
	16	2		100x40	480	15,072	30,144		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								6,251		
BK1	17	1		I360x370x134	7665	1027,11	1027,11		06МБФ	
	18	1		193x14	250	5,303	5,303		06МБФ	
	19	1		123x14	250	3,379	3,379		06МБФ	
	20	2		145x12	675	9,22	18,44		06МБФ	
	21	2		140x12	323	4,26	8,519		06МБФ	
	22	2		242x20	376,5	14,305	28,609		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%								10,914		
P1	1			□240x160x5	6155	185,343	185,343		09Г2С	
Масса наплавленного металла 1%								1,853		
P2	1			□240x160x5	7540	227,049	227,049		09Г2С	
Масса наплавленного металла 1%								2,27		

Марка элемента	Количество, шт	Масса, кг		Марка элемента	Длина швов, м										
		одного элемента	всех		при сечении швов										
					5	6	7	9	10	14	16	на элемент	на все		
BK5	12	335,658	4027,896	BK5	0,19									0,19	2,28
HP1	6	788,615	4731,69	HP1						1,5				1,5	9
HP2	6	1047,2	6283,2	HP2						0,83				0,83	4,98
K5	48	2123	101904	K5					9,08		1,03	10,11		485,28	
K6	108	625,068	67507,344	K6					2,07					2,07	223,56
BK1	12	1091,36	13096,32	BK1	4,1	2,83	1,56							8,49	101,88
P1	12	185,343	2224,116	P1	0,61									0,61	7,32
P2	12	227,049	2724,588	P2	0,53									0,53	6,36
Общая масса 200499,154 кг				Общая длина 868,38 м											



- Лист 7 читать совместно с листами 5 и 6.
- Все сварные швы выполняются механизированной сваркой покрытыми электродами типа Э30А.
- Все швы выполнять к<sub>т</sub>=6 мм кроме оговоренных. Положение швов ниже.
- Крепление колонны к фундаменту выполняется анкерными болтами диаметром 36 мм для колонны склепанного сечения и диаметром 30 мм - для колонны сплошного сечения.
- Отверстия под болты М20 принимаются 22 мм, отверстия под болты М18 принимаются 20 мм.

Изм.						Дата			Лист		
Изм.	Колуч.	Лист	Фак.	Подп.	Дата	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	
Разреш	Фомкина Т.В.					7	7	13			
Консульт	Тарасов А.В.										
Руководит	Тарасов А.В.										
Н. контроль	Тарасов А.В.										
Зав. каф.	Дворовид С.В.										

Согласовано  
 Подп. и дата  
 Инф. подл.

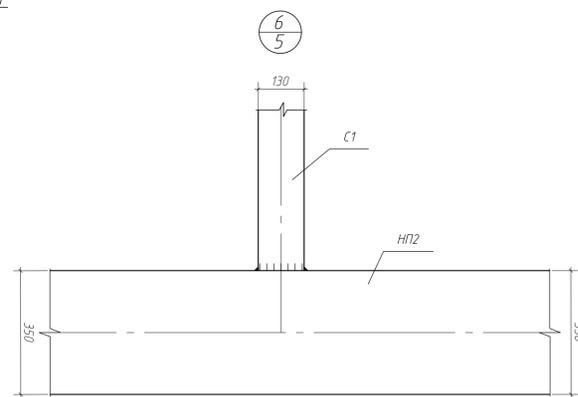
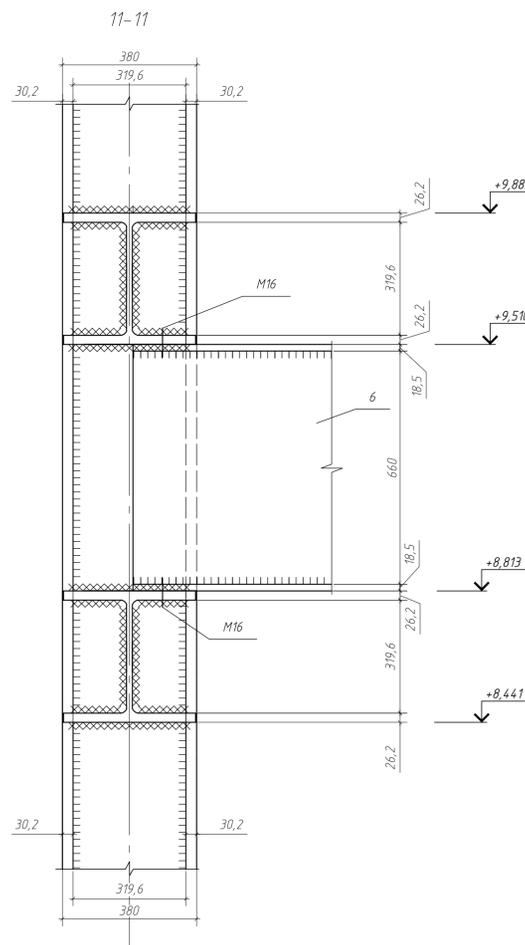
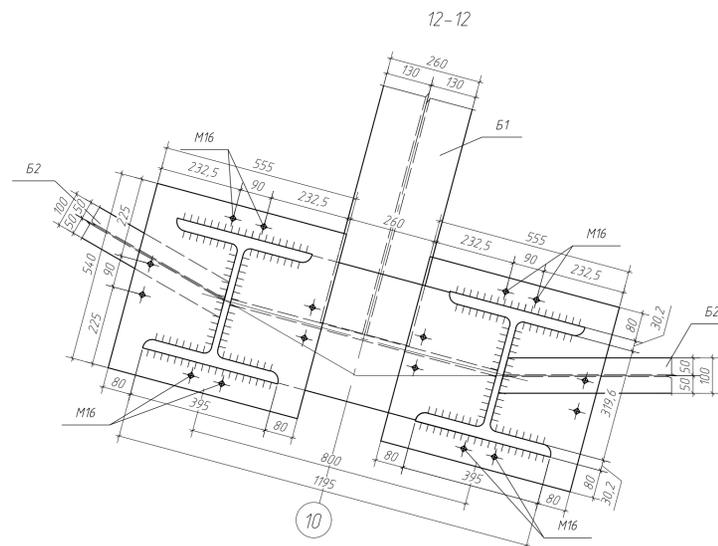
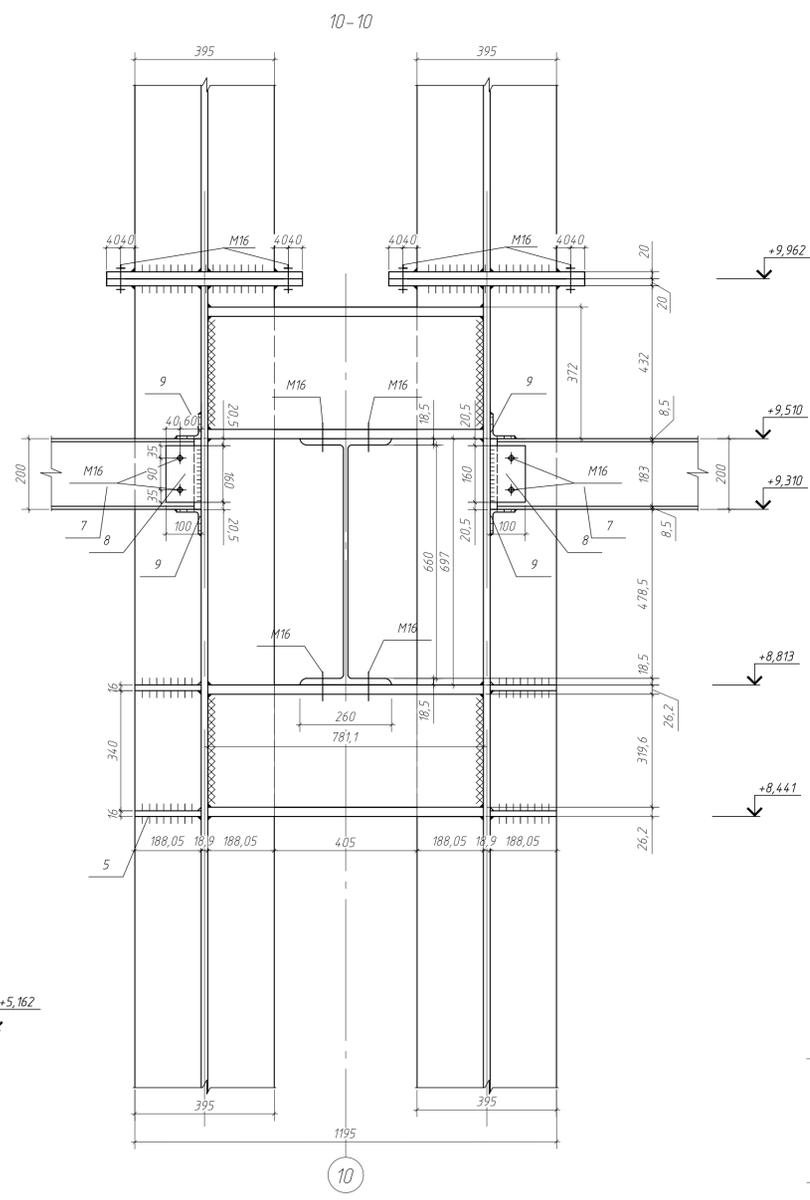
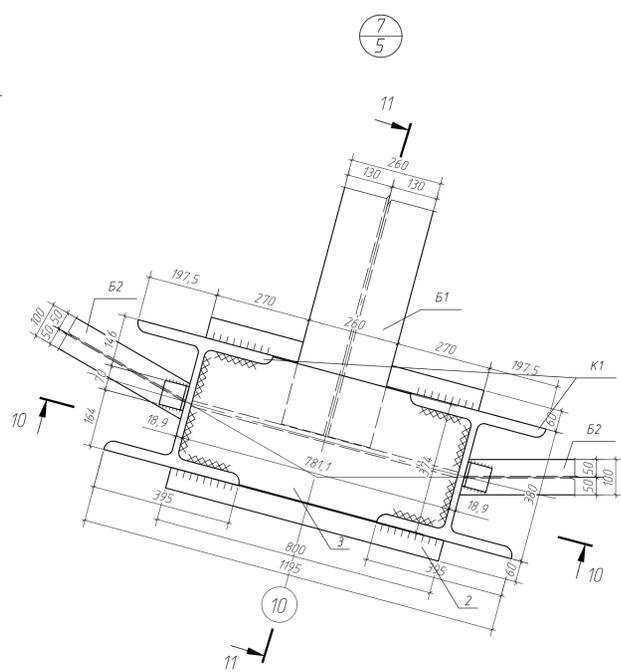
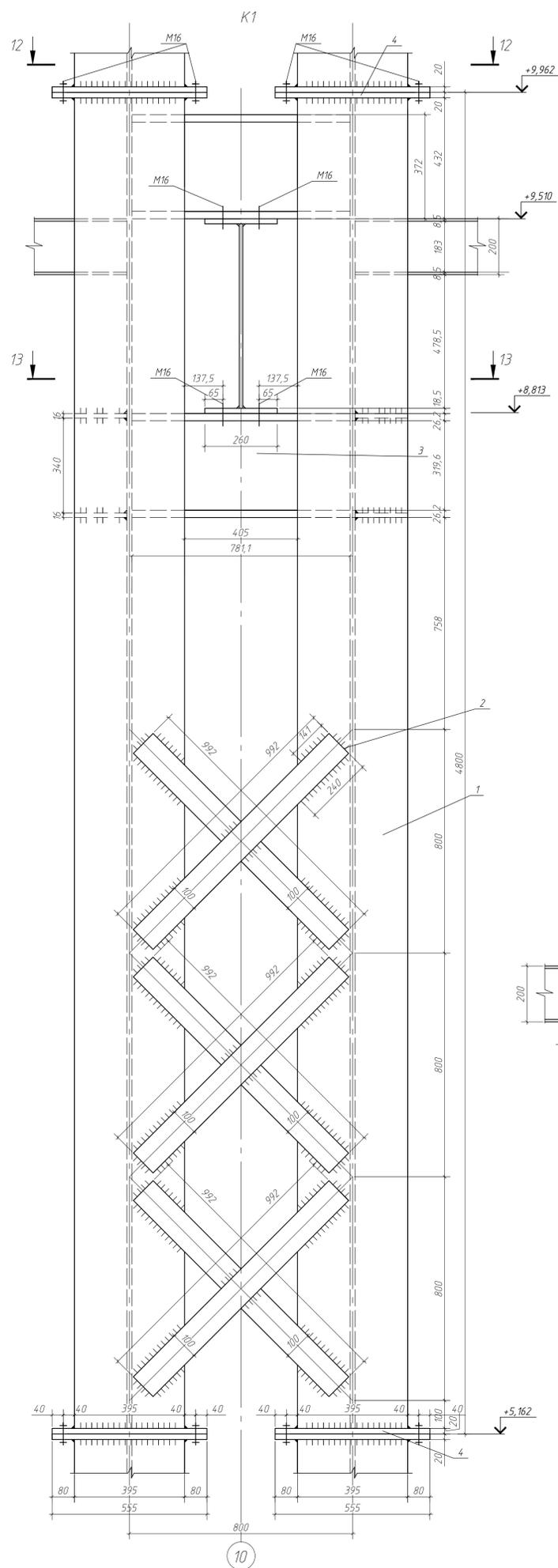
ДП 08.05.01-2020 КМ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

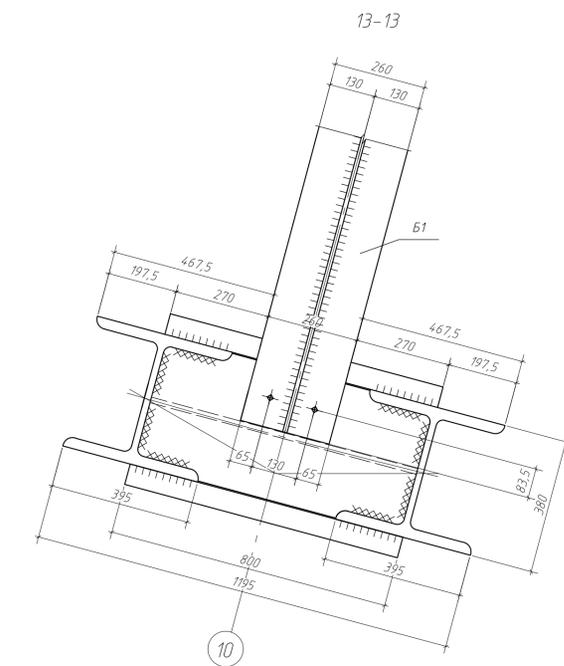
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

Узел 1, Узел 2, Узел 3, Узел 4, Узел 5, Разрез 3-3, Разрез 4-4, Разрез 5-5, Разрез 6-6, Разрез 7-7, Разрез 8-8, Разрез 9-9, Спецификация стали

Кафедра СКУС  
Копировал  
Формат А1

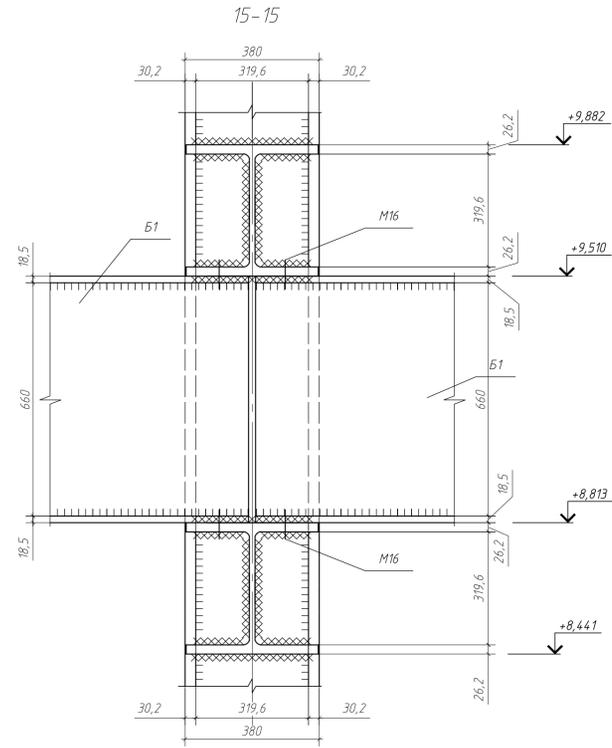
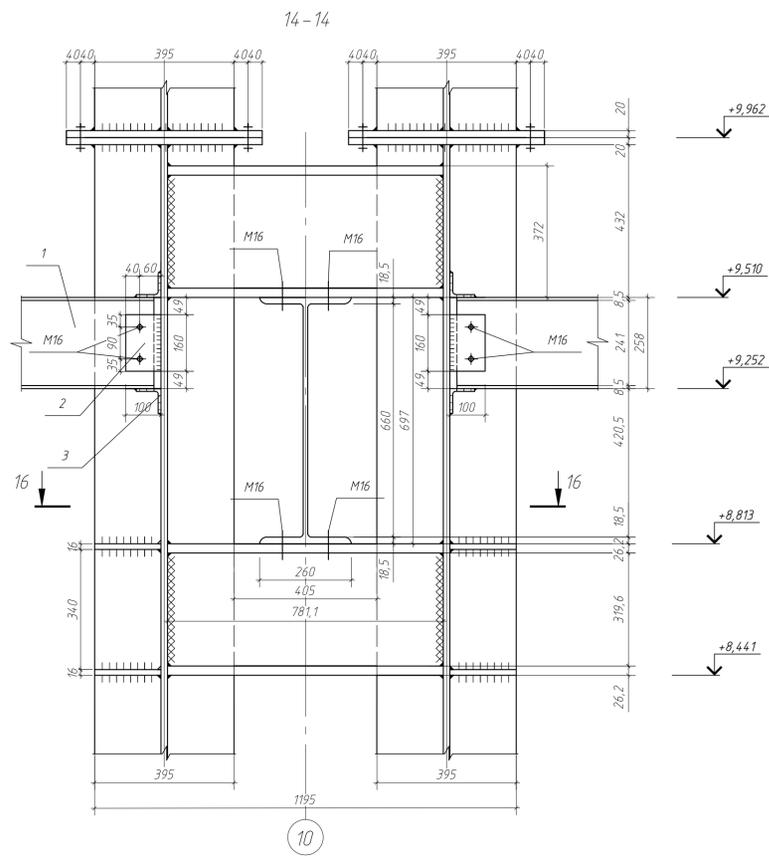
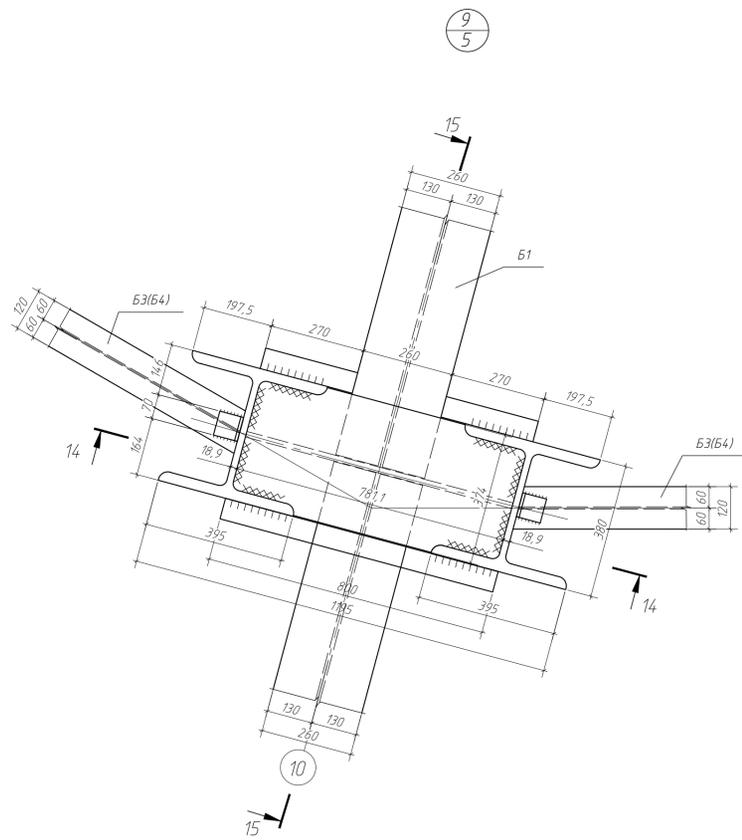


Спецификация стали											
Марка элемента	N детали	Количество		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Сталь	Примечание	
		T	H			одной детали	всех	элементов			
K1	1	2		□360x410x237	4760	1128,12	2256,24		06МБФ		
	2	6		□100x60x5.0	992	11,182	67,095	2848,64	09Г2С		
	3	2		□360x370x196	781,1	153,096	306,191		06МБФ		
	4	4		540x20	555	47,053	188,212		06МБФ		
	5	4		180x16	320	7,235	28,938		06МБФ		
Масса наплавленного металла 1%								28,487			
B1	6	1		□70x52	3373	486,387	486,387	486,387	06МБФ		
	Масса наплавленного металла 1%								4,864		
	7	1		□20x1	11765	250,595	250,595		06МБФ		
B2	8	2		100x8	160	1,005	2,01	253,777	06МБФ		
	9	2		L70x8	70	0,586	1,172		06МБФ		
Масса наплавленного металла 1%								2,538			
C1	1			□150x130x5.5	4564	67,391	67,391	67,391	09Г2С		
	Масса наплавленного металла 1%								0,674		
Ведомость отработанных элементов					Ведомость заводских сварных швов						
Марка элемента	Количество, шт	Масса, кг		Марка элемента	Длина швов, м						
		одного элемента	всех		при сечении швов		приведенные				
					5	6	22	на элемент	на все		
K1	576	2846,678	1639686,528	K1		7,85	2,1	9,95	5731,2		
B1	576	486,387	280158,912	B1		3,88		3,88	2234,88		
B2	144	253,777	36543,888	B2		1,56		1,56	224,64		
C1	12	67,391	808,692	C1		0,39		0,39	4,68		
Общая масса 1957198,02 кг					Общая длина 8195,4 м						

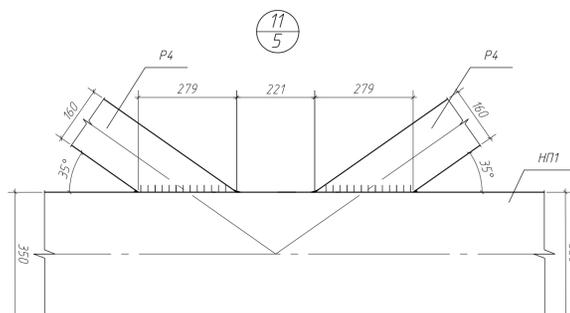
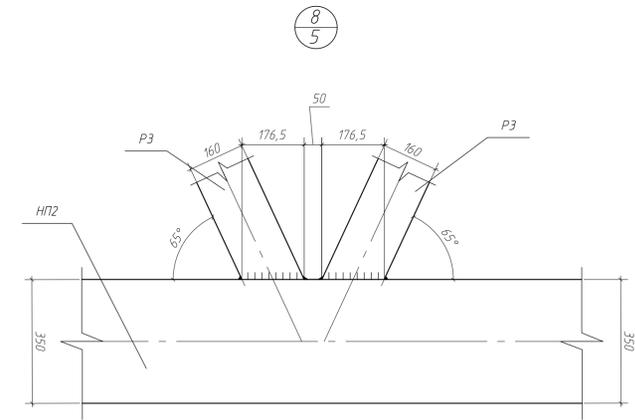
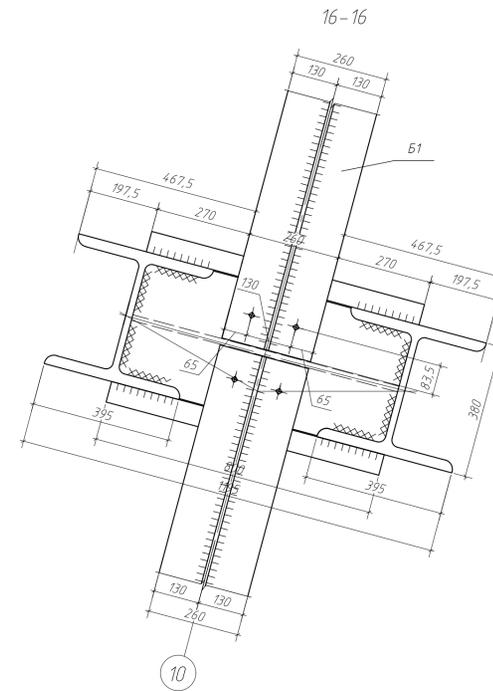
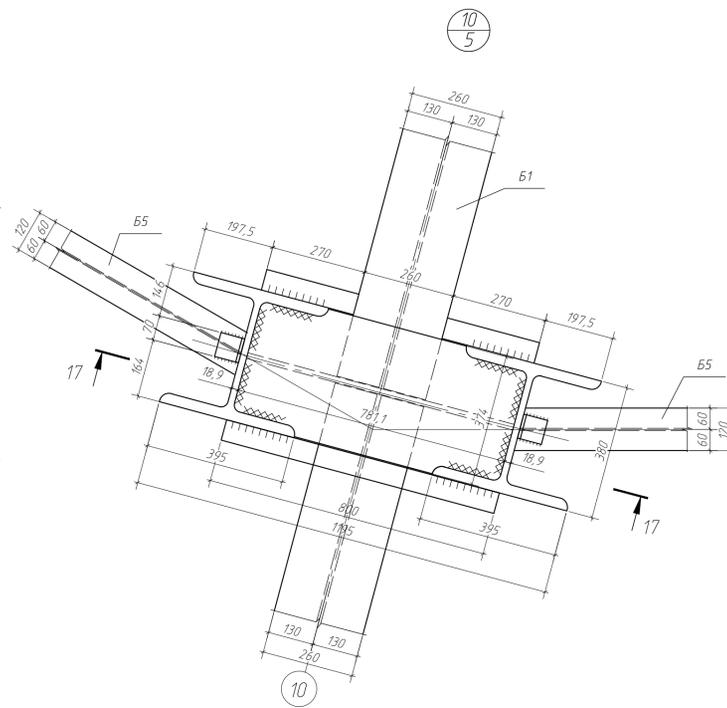
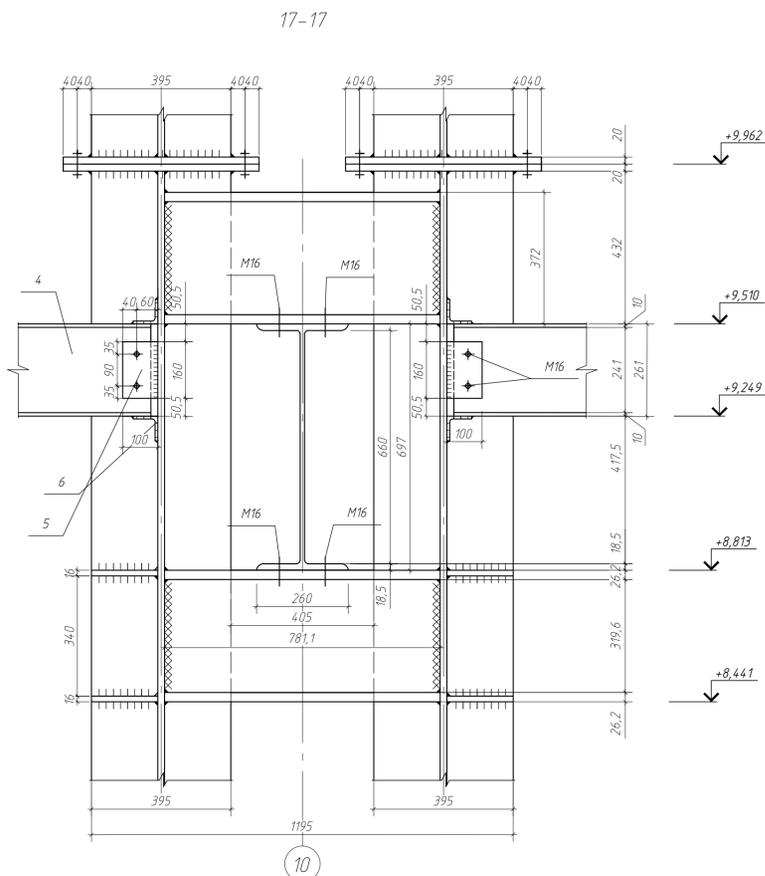


1. Лист 8 читать совместно с листами 5 и 6.
2. Все сварные швы выполняются механизированной сваркой покрытыми электродами типа Э50А.
3. Все швы выполнять K<sub>1</sub>=6 мм кроме оголовных. Положенные швы ниже.
4. Отверстия под болты М16 принимаются 18 мм.
5. Балки, на которые опираются гладкие балки, прикрепляются к элементам колонны впаздку.

ДП 08.05.01-2020 КМ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колуч.	Лист	Фол.	Дата
Разреш	Фоменко Т. В.			
Консульт	Тарасов А. В.			
Руководит	Тарасов А. В.			
Н. контроль	Тарасов А. В.			
Зав. каф.	Дворовид С. В.			
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Стadia	Лист	Листов
Узел 6, Чзел 7, К1, Разрез 10-10; Разрез 11-11; Разрез 12-12; Разрез 13-13; Спецификация стали		P	8	13
		Кафедра СКУС		

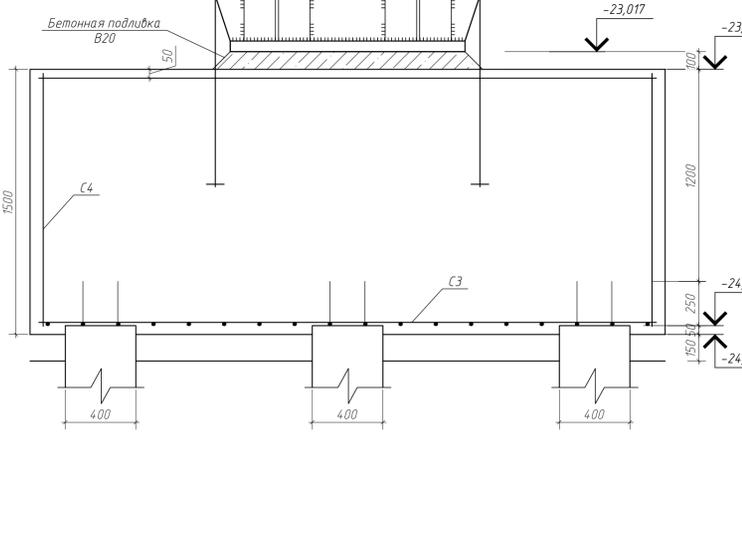
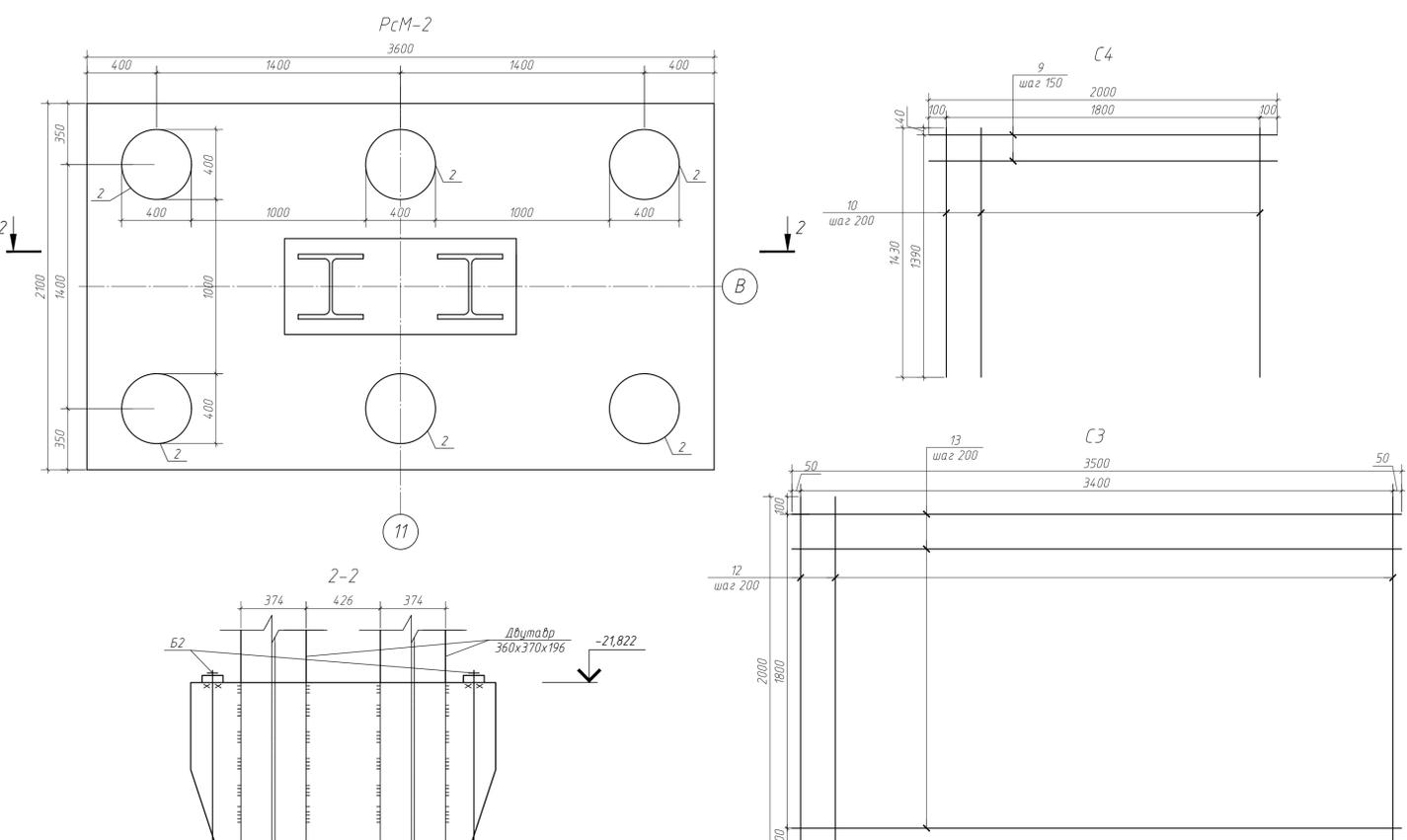
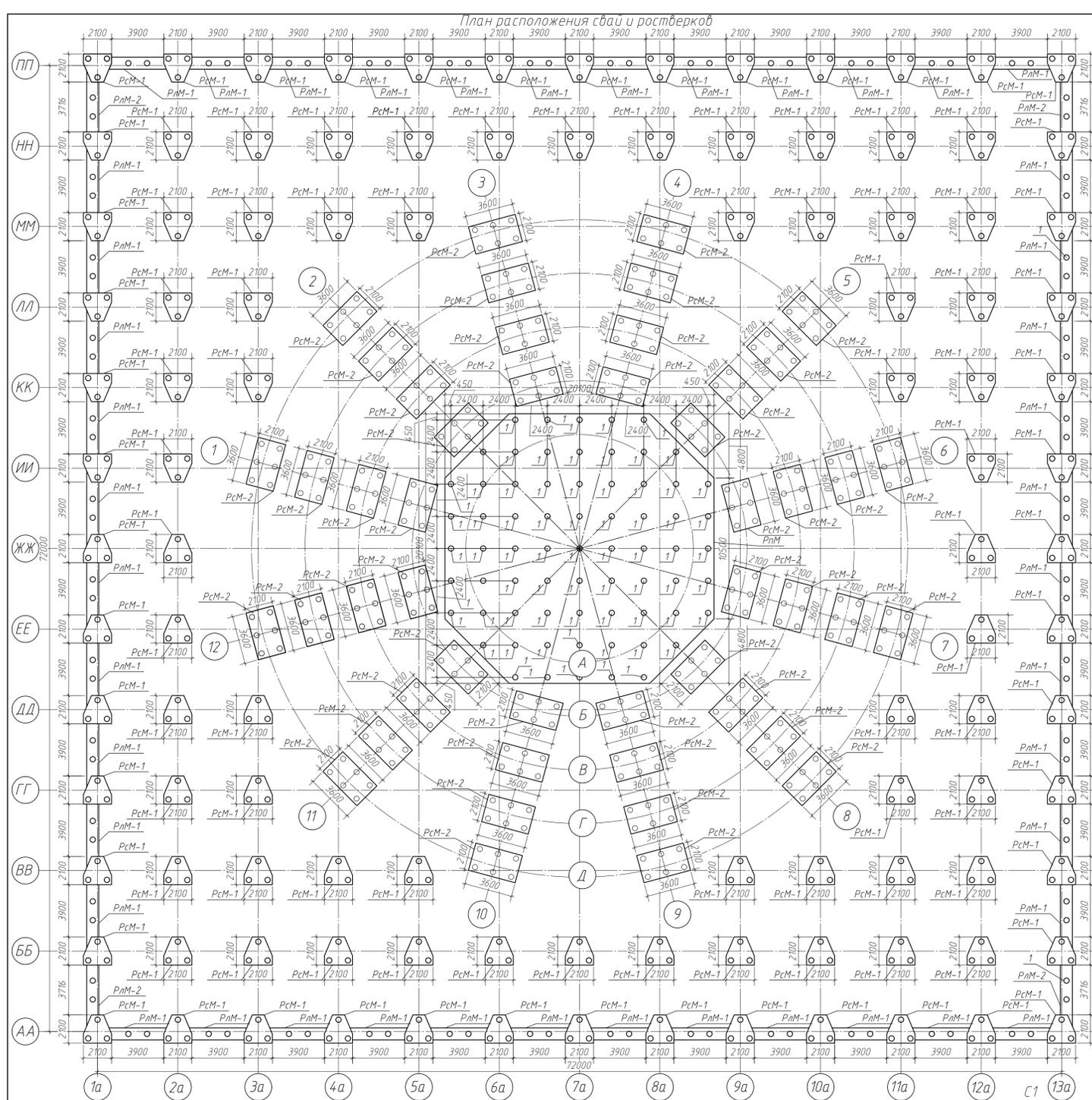


Спецификация стали									
Марка элемента	Количество		Сечение	Длина, мм	Масса, кг			Сталь	Примечание
	И детали	Н			одной детали	всех	элементов		
Б3	1	1	I26Б1	9820	274,96	274,96		06МБФ	
	2	2	100x8	160	1,005	2,01	278,142	06МБФ	
	3	2	L70x8	70	0,586	1,172		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%							2,781		
Б4	1	1	I26Б1	7750	217	217		06МБФ	
	2	2	100x8	160	1,005	2,01	220,182	06МБФ	
	3	2	L70x8	70	0,586	1,172		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%							2,202		
Б5	4	1	I26Б2	5680	177,216	177,216		06МБФ	
	5	2	100x8	160	1,005	2,01	180,398	06МБФ	
	6	2	L70x8	70	0,586	1,172		06МБФ	
Масса наплавленного металла 1%							1,804		
Р3	1		□240x160x5	7870	236,986	236,986	236,986	09Г2С	
Масса наплавленного металла 1%							2,37		
Р4	1		□240x160x5	4506	135,687	135,687	135,687	09Г2С	
Масса наплавленного металла 1%							1,357		
Ведомость отработанных элементов				Ведомость заводских сварных швов					
Марка элемента	Количество, шт	Масса, кг		Марка элемента	Длина швов, м				
		одного элемента	всех		при сечении швов		приведенные		
					а	б	на элемент	на все	
Б3	144	278,142	40052,448	Б3		1,56	1,56	224,64	
Б4	144	220,182	31706,208	Б4		1,56	1,56	224,64	
Б5	144	180,398	25977,312	Б5		1,56	1,56	224,64	
Р3	24	236,986	5687,664	Р3		0,51	0,51	12,24	
Р4	24	135,687	3256,488	Р4		0,72	0,72	17,28	
Общая масса 106680,12 кг				Общая длина 703,44 м					



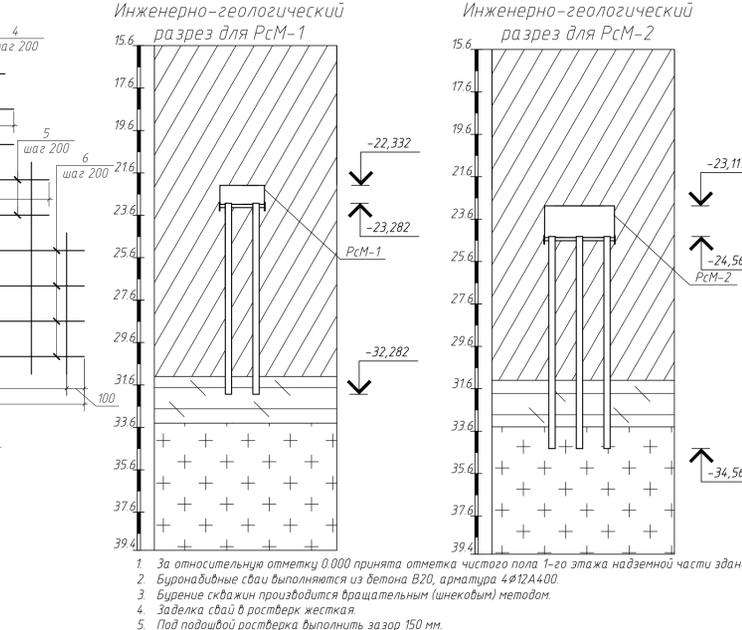
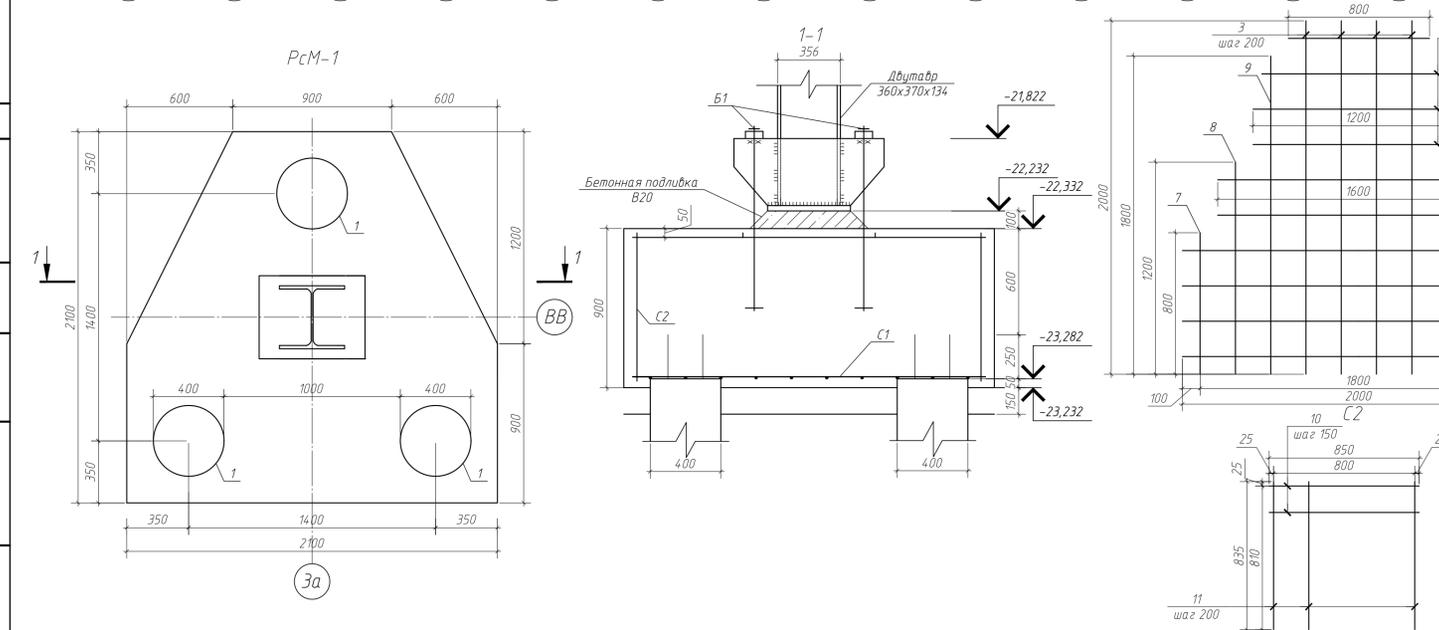
- Лист 9 читать совместно с листами 5 и 6.
- Все сварные швы выполняются механизированной сваркой покрытыми электродами типа Э50А.
- Все швы выполнять  $K_1=6$  мм кроме оголовных. Положение швов ниже.
- Отверстия под болты М16 принимаются 18 мм.
- Балки, на которые опираются гладкие балки, прикрепляются к элементам колонны впаздкой.

ДП 08.05.01-2020 КМ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Колучу	Лист	Фок	Дата
Разреш	Фоменко Т. В.			
Консульт	Тарасов А. В.			
Руководит	Тарасов А. В.			
Н. контроль	Тарасов А. В.			
Зав. каф.	Дюродиев С. В.			
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва		Стация	Лист	Листов
Узел 8, Узел 9, Узел 10, Узел 11, Разрез 14-14, Разрез 15-15, Разрез 16-16, Разрез 17-17, Спецификация стали		Р	9	13
		Кафедра СКУС		



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, кг	Примечание
Сваи железобетонные					
1		Сваи буронабивные Ø400 мм, l=1900мм	729	2655,53	
2		Сваи буронабивные Ø400 мм, l=1800мм	240	14752,9	
PcM-1					
	ГОСТ Р 52544-2006	C1	1	53,52	
	ГОСТ Р 52544-2006	C2	3	3,55	
Детали					
3	ГОСТ Р 52544-2006	Ø12A400, l=2000	4	1,78	
4	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=1200	2	2,4	
5	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=1800	2	3,2	
6	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=2000	4	4	
7	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=1200	2	2,4	
8	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=1600	2	3,2	
9	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=2000	2	4	
10	ГОСТ Р 52544-2006	Ø6A240, l=850	5	0,19	
11	ГОСТ Р 52544-2006	Ø10A400, l=835	5	0,52	
B1	ГОСТ 24379-1-2012	Болт анкерный 11М30х1000	4	6,77	
Материалы					
		Бетон B20	м³	3,69	
PcM-2					
	ГОСТ Р 52544-2006	C3	1	158,5	
	ГОСТ Р 52544-2006	C4	4	36,66	
Детали					
12	ГОСТ Р 52544-2006	Ø18A400, l=2000	18	4	
13	ГОСТ Р 52544-2006	Ø20A400, l=3500	10	8,65	
14	ГОСТ Р 52544-2006	Ø8A240, l=3500	10	1,38	
15	ГОСТ Р 52544-2006	Ø12A400, l=1430	18	1,27	
B2	ГОСТ 24379-1-2012	Болт анкерный 11М30х2000	4	17,89	
Материалы					
		Бетон B20	м³	11,34	



ДП 08.05.01-2020 КР

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Колуч.	Лист	Вок.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработ	Фомкина Т. В.					Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Р	10
Консульт	Преснов О. М.							
Руководит	Тарасов А. В.							
Н. контроль	Тарасов А. В.							
Зав. каф.	Леоридов С. В.							

Кафедра СКУС

Формат А1

Согласовано

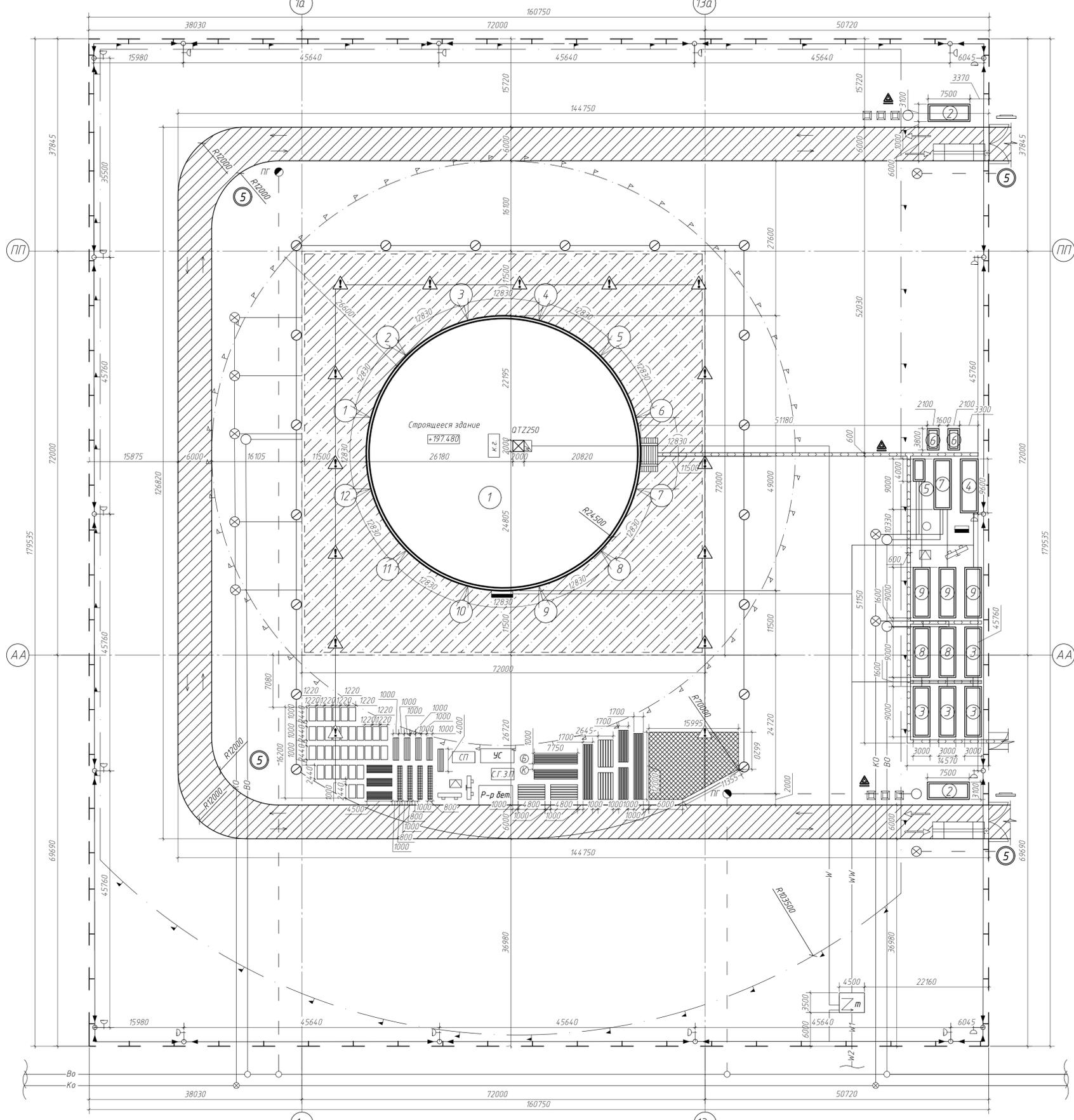
Имя, Подп.

Взвешивание

Дата

- За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола 1-го этажа надземной части здания.
- Буронабивные сваи выполняются из бетона B20, арматура 4Ø12A400.
- Бурение свай производится вращательным (шнековым) методом.
- Заделка свай в ростверг жесткая.
- Под подошвой ростверга выполнить зазор 150 мм.





Экспликация зданий и сооружений

№	Наименование	Кол-во, шт.	Площадь, м²	Размеры в плане, м	Тип, марка
1	Строящееся здание	1	1885,74	Ø49	-
2	КПП	2	7	7,5 x 3,1	5055-4
3	Гардеробная	4	27	9 x 3	ГОСС-Г-14
4	Медпункт	1	23	9,6 x 3,2	ЦУБ
5	Умывальная и сушилка	1	9	4 x 2,1	ЛВ-157
6	Биотуалет	2	-	-	-
7	Душевая	1	25	9 x 3,1	ВД-4
8	Пункт для обогрева, отдыха и приема пищи	2	26	9 x 3	ИЭКТС-20
9	Прорасовская	3	24	9 x 3	ГОСС-11-3
	Открытый склад	1	259	-	Индивид. проект
	Закрытый склад	1	164	-	Индивид. проект
	Навес	1	229	-	Индивид. проект

Технико-экономические показатели стройгенплана

№	Наименование	Единицы измерения	Количество
1	Протяженность временных дорог	м	416,32
2	Протяженность временных инженерных коммуникаций	м	803,7
3	Протяженность ограждения строительной площадки	м	680,57
4	Общая площадь строительной площадки	м²	28860,25
5	Площадь возводимых постоянных зданий и сооружений	м²	1885,74
6	Площадь временных зданий и сооружений	м²	955

Условные обозначения

- Временная дорога
- Шкаф электропитания крана
- Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
- Место приема раствора и бетона
- Площадка для хранения средств подмащивания
- Въезд на строительную площадку и выезд
- Направление движения транспорта
- Ограничение скорости
- Место для укрупненной сборки конструкций
- Навес
- Складирование арматуры
- Складирование опалубочных щитов
- Складирование металлоконструкций каркаса и опалубки
- Складирование профилированного настила
- Дренаж проектируемый
- Построенная подземная часть здания
- Линия ограничения зоны действия крана
- Линия предупреждения об ограничении зоны действия крана
- Канализация существующая невидимая
- Канализация проектируемая невидимая
- Место для первичных средств пожаротушения
- ИВРЧ
- Проектор на опоре
- Майка колес
- Бак с водой
- Временный сетчатый
- Кабели проектируемые подземные
- Кабели проектируемые надземные

1. Принципиальное ограничение зоны обслуживания башенным краном QT2250 достигается автоматическим отключением соответствующих механизмов, работающих в заданном режиме, с помощью установок на краевых путях выключателей линеек, автоматически блокируя соответствующие приводы при попадании груза в зону запрета, а также при пересечении столкновения стрелы или груза с объектами, входящими в зону ограничения.

ДП 08.05.01-2020 ОСП

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Колуч.	Лист	Вок	Подп.	Дата	Студия	Лист	Листов
Разреш.	Фомочка Т. В.					Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва	Р	12
Консульт.	Тарасов И. И.							
Руководит.	Тарасов А. В.							
Н. контроль	Тарасов А. В.					Строительный генеральный план	Кафедра СКУС	13
Зав. каф.	Дворовид С. В.							

Согласовано  
 Взам. инв. №  
 Подп. и дата  
 Инв. подл.

- Пожарный пост
- Мусороприемный бункер
- Урна для мусора
- Шкаф для хранения баллонов с ацетиленом
- Шкаф для хранения баллонов с кислородом
- Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Трансформаторная подстанция
- Зоны складирования материалов и конструкций

- Временная пешеходная дорожка
- Пожарный гидрант
- Ворота и калитка
- Линия границы зоны действия крана
- Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Временное ограждение строительной площадки
- Существующий водопровод невидимый
- Проектируемый водопровод невидимый

- Строящееся здание
- Временные сооружения
- Кабели проектируемые
- Кабели существующие
- Наружное освещение на деревянных опорах
- Вездной стеной с транспортной схемой
- Стенд со схемами строповки и таблицей масс грузов
- Стенд с противопожарным инвентарем



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Инженерно-строительный институт  
Кафедра «Строительных конструкций и управляемых систем»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ С.В. Деордиев  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

тема

Пояснительная записка

Руководитель

29.06.2020  
подпись, дата

каф. техн. наук, доцент  
должность, ученая степень

А.В. Тарасов

инициалы, фамилия

Выпускник

ф.о.о.  
подпись, дата

Т. В. Фоменко

инициалы, фамилия

Красноярск 2020

Продолжение титульного листа дипломного проекта по теме  
Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва

Консультанты по разделам:

<u>Вариантное проектирование</u> наименование раздела	 подпись, дата	<u>А.В. Тарасов</u> инициалы, фамилия
<u>Архитектурно-строительный</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>Е.М. Сергуничева</u> инициалы, фамилия
<u>Расчетно-конструктивный</u> включая фундаменты наименование раздела	 подпись, дата	<u>А.В. Тарасов</u> инициалы, фамилия
	_____ подпись, дата	<u>О.М. Преснов</u> инициалы, фамилия
<u>Организация строительства</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>И.И. Терехова</u> инициалы, фамилия
<u>Технология строительного</u> производства наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>И.И. Терехова</u> инициалы, фамилия
<u>Экономика строительства</u> наименование раздела	_____ подпись, дата	<u>С.А. Хиревич</u> инициалы, фамилия
 Нормоконтролер	 подпись, дата	<u>А.В. Тарасов</u> инициалы, фамилия



Студенту Фоминко Матвеев Владимир

фамилия, имя, отчество

Группа СС 14-11 Направление (профиль) 08.05.01

(номер)

(код)

«Строительство уникальных зданий сооружений»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Многофункциональный центр с купольными покрытиями в г. Москва

Утверждена приказом по университету № 486/с от 22.01.2020

Руководитель ВКР А.В. Тарасов, доцент каф. СКУС, канд. техн. наук, ИИИ СФУ  
инициалы, фамилия должность, ученое звание и место работы

### Исходные данные для ВКР

Характеристика района строительства и строительной площадки  
строительство ведется в г. Москва

### Задания по разделам ВКР в виде проекта

#### Вариантное проектирование (1 лист)

Рассмотреть три варианта конструкции  
для местности сооружений

#### Архитектурно-строительный раздел

Выполнить разработку внешне-пространственных  
и архитектурно-художественных решений,  
осуществить теплотехнический расчет

- графический материал (2 листа) разработать фасад,

разрез, план 1-го этажа, план типового этажа,  
план ресторана, план кровли, узлы фасада

Консультант ВКР А.В. Сергеев / доц. к.т.н. ИИИ СФУ  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

#### Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

Выполнить расчет пространственной  
расчетной схемы, подбор сечений  
основных несущих элементов, оснований  
узлов сопряжения несущих элементов

- графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД) - 6 листов: арми- рованные перекрытия и стволы жесткости, разрезы - вомента соединения купола, колонны скв. шах. и в. шах.

Консультант ВКР по конструкциям

А. В. Тарасов конд. техн. наук  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)  
и оф. СМШК

### Фундаменты

К разработке примет своей- типовой фундамент. Сравните выполнение из забавных и ма- бильных свои.

- графический материал (1 лист) план расположения своей и ростверков, инженерно- геологические разрезы, фундамент под колонны отапливаемого и сводного сек.

Консультант ВКР по фундаментам

О. М. Треснов, конд. техн. наук,  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)  
доцент каф. АД и СТ

### Технология строительного производства

Организация и технология строительного процесса при возведении перекрытия

- графический материал (1-2 листа) организационно- техно- логической схеме, разрез, график тп- ва работ

Консультант ВКР

И. И. Мерехова, конд. техн. наук, доцент  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)  
каф. СМШК

### Организация строительного производства

Определите планомерно и нормативную про- дуктивность стр.- ва, орг. организацию стро- ительной площадки

- графический материал (2 листа) объектной строительной на возвед. наземной части, сетевой график

Консультант ВКР

И. И. Мерехова, конд. техн. наук, доцент  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)  
каф. СМШК

### Экономика строительства

Социально-эконом. обеспечение строительства, локаль- ный сметный расчет на возд. перекрытия, ТЭПы

Консультант ВКР

С. А. Киревич, конд. эк. наук, доцент каф. ПЗ и А  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Дополнительные разделы

---

---

---

Минимальное количество листов графического материала -13-14

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения ВКР

Наименование раздела	Срок выполнения
Вариантное проектирование	3.02.2020 - 14.02.2020
Архитектурно-строительный	17.02.2020 - 13.03.2020
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	16.03.2020 - 17.04.2020
Технология строительного производства	20.04.2020 - 1.05.2020
Организация строительного производства	4.05.2020 - 15.05.2020
Экономика строительства	18.05.2020 - 1.06.2020

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению

Федер М.В. Кошкин

(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 3 » февраль 2020 г.

**Отзыв руководителя  
на выпускную квалификационную работу**

Тема «Многофункциональный центр с купольным покрытием в г.Москва»

Автор (ФИО) Фоменко Татьяна Владимировна

Институт Инженерно-строительный

Выпускающая кафедра СКиУС

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель к.т.н., доцент кафедры СКиУС, ИСИ СФУ Тарасов А.В.

(степень, звание, должность, место работы, Ф.И.О.)

Актуальность темы ВКР в виде дипломного проекта специалиста Тема высотного строительства является актуальной для Москвы, поскольку это позволяет увеличить эффективность использования территории при большой стоимости участка под строительство. Расширение границ города также дает новые участки под объекты делового назначения. Устойчивое развитие отраслей экономики города касательно общественно-деловых объектов предполагает стабильный спрос на офисную недвижимость в дальнейшем.

Логическая последовательность структуры работы

Введение

1 Вариантное проектирование

2 Архитектурно-строительный раздел

3 Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. проектирование фундаментов

4 Раздел «Технология строительного производства»

5 Раздел «Организация строительного производства»

6 Раздел «Экономика строительства»

Заключение

Аргументированность и конкретность выводов и предложений Все решения, предложенные в работе, подкреплены статическими исследованиями, расчетами. Выводы и предложения аргументированы, логически последовательны.

Уровень самостоятельности и ответственности при работе над темой ВКР Работа Фоменко Т. В. является самостоятельной, целостной. В ходе написания выпускной квалификационной работы был показан достаточный уровень знаний и практических навыков, самостоятельность, инициативность в принятии решений.

Достоинства работы Тема выпускной квалификационной работы в целом раскрыта полностью и соответствует предъявленным требованиям.

Недостатки работы Замечаний, снижающих оценку, не отмечено.

В целом работа оценена на отлично, а ее автор

выпускник Фоменко Татьяна Владимировна заслуживает присвоения  
(фамилия, имя, отчество)

ей (ему) квалификации инженер-строитель по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель ВКР

 06.07.2020  
(подпись, дата)

А. В. Тарасов  
(инициалы, фамилия)

## РЕЦЕНЗИЯ

Студента группы СС14-11 Фоменко Татьяны Владимировны  
Инженерно-строительного института  
ФГАОУ «Сибирский федеральный университет»  
на тему: "Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва"

Объем дипломного проекта является достаточным для оценки подготовки студента и принятых им решений в ходе дипломного проектирования.

Проект обоснован требованиями действующих нормативных документов и показывает достаточный уровень умения работать с нормативно-технической документацией.

При разработке архитектурно-планировочных решений были учтены требования по инсоляции и обеспечению пожарной безопасности высотных зданий, состав помещений обеспечивает технологические процессы помещений заданного функционального назначения.

Конструктивные решения отвечают требованиям для зданий повышенного уровня ответственности и обеспечивают долговечность и надежность центра. Окончательный вариант конструктивной схемы принимается после анализа эффективности в вариантном проектировании на основании расчета в ПК SCAD. Фундаменты соответствуют геологическим и климатическим условиям места строительства.

В разделе технологии строительного производства разработана технологическая карта на устройство монолитного перекрытия по металлическим балкам. При разработке раздела учтены требуемые материальные ресурсы и требования по охране труда в достаточном объеме.

В разделе организации строительного производства разработаны объектный стройгенплан, сетевой график производства работ и определены сроки строительства.

В разделе экономика строительства был произведен локальный сметный расчет на устройство монолитного перекрытия типового этажа.

Замечания по дипломному проекту:

1. На стройгенплане отсутствует роза ветров.

В целом дипломный проект отвечает предъявляемым к нему требованиям и заслуживает оценки «отлично», а ее автор, студент Фоменко Татьяна Владимировна достоин присвоения ему квалификации инженера-строителя.

Главный инженер строительного управления  
АО «Фирма «Культбытстрой»



Тыченко П. О.

# Отчет о проверке на заимствования №1



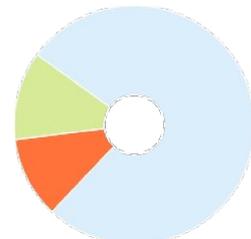
**Автор:** Фоменко Татьяна Владимировна  
**Проверяющий:** Захаров Павел Алексеевич ([bik@sfu-kras.ru](mailto:bik@sfu-kras.ru) / ID: 256)  
**Организация:** Сибирский федеральный университет  
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://sfukras.antiplagiat.ru>

## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 68867  
 Начало загрузки: 04.06.2020 11:18:09  
 Длительность загрузки: 00:01:17  
 Имя исходного файла: Неизвестно  
 Название документа:  
 Многофункциональный центр с купольным покрытием в г. Москва  
 Размер текста: 1 кБ  
 Тип документа: Выпускная квалификационная работа  
 Символов в тексте: 169723  
 Слов в тексте: 17414  
 Число предложений: 1052

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
 Начало проверки: 04.06.2020 11:19:27  
 Длительность проверки: 00:01:30  
 Комментарии: не указано  
 Модули поиска: Модуль поиска ИПС "Адилет", Модуль выделения библиографических записей, Сводная коллекция ЭБС, Модуль поиска "Интернет Плюс", Коллекция РГБ, Цитирование, Модуль поиска переводных заимствований, Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu), Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu), Модуль поиска переводных заимствований по Wiley (RuEn), Коллекция eLIBRARY.RU, Коллекция ГАРАНТ, Коллекция Медицина, Диссертации и авторефераты НББ, Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU, Модуль поиска перефразирований Интернет, Коллекция Патенты, Модуль поиска "СФУ", Модуль поиска общеупотребительных выражений, Кольцо вузов, Коллекция Wiley



**Заимствования** — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.  
**Самоцитирования** — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.  
**Цитирования** — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общеупотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.  
**Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.  
**Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.  
**Оригинальность** — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.  
 Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа. Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	6,53%	6,53%	не указано	не указано	раньше 2011	Модуль выделения библиографических записей	4	4
[02]	0,1%	2,77%	Загрузить	<a href="http://elib.spbstu.ru">http://elib.spbstu.ru</a>	03 Сен 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	45
[03]	0%	2,6%	Загрузить	<a href="http://elib.spbstu.ru">http://elib.spbstu.ru</a>	03 Сен 2019	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	41
[04]	0,06%	2,46%	Себин Николай Валерьевич POAT id_e...	не указано	14 Июнь 2019	Кольцо вузов	1	35
[05]	0%	2,31%	Белякова Татьяна Геннадьевна POAT id.	не указано	17 Мая 2018	Кольцо вузов	0	23
[06]	0%	2,31%	Баглай Юлия Александровна POAT id_e...	не указано	24 Мая 2018	Кольцо вузов	0	23
[07]	1,54%	2,3%	скачать	<a href="http://bib.convdocs.org">http://bib.convdocs.org</a>	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	8	13
[08]	0,07%	1,91%	p_2010_371.pdf	не указано	04 Апр 2017	Кольцо вузов	2	22
[09]	0,84%	1,85%	53-03 ТК Технологическая карта на уст...	<a href="http://znaytovar.ru">http://znaytovar.ru</a>	05 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	4	9
[10]	1,31%	1,83%	не указано	<a href="http://docme.ru">http://docme.ru</a>	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	13	11
[11]	0,95%	1,74%	Ласкина Н.В. Комментарий к Федераль...	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	28 Фев 2018	Коллекция ГАРАНТ	13	25
[12]	0,06%	1,71%	Оценка строительных систем многоэт...	<a href="http://elib2.altstu.ru">http://elib2.altstu.ru</a>	06 Ноя 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	21
[13]	0%	1,56%	Руководство для следователя и дознав...	<a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	05 Авг 2019	Коллекция РГБ	0	23
[14]	0%	1,51%	Руководство для следователя и дознав...	<a href="https://book.ru">https://book.ru</a>	03 Июл 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	22