

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Строительные конструкции и управляемые системы

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ 2020 г.

## ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

тема

Пояснительная записка

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

должность, ученая степень

А.В.Тарасов

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Н. Махнева

инициалы, фамилия

Красноярск 2020 г.

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме \_\_\_\_\_  
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

---

Консультанты по разделам:

<u>Вариантное проектирование</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Тарасов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Архитектурно-строительный</u> наименование раздела	_____	<u>Е.М. Сергуничева</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Расчетно-конструктивный включая фундаменты</u> наименование раздела	_____	<u>А.В. Тарасов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
	_____	<u>О.М. Преснов</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Организация строительства</u> наименование раздела	_____	<u>И.И. Терехова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Технология строительного производства</u> наименование раздела	_____	<u>И.И. Терехова</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	
<u>Экономика строительства</u> наименование раздела	_____	<u>С.А. Хиревич</u> инициалы, фамилия
	подпись, дата	

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ А.В. Тарасов  
подпись, дата инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме дипломного проекта

Красноярск 2020 г

Студенту Махневой Анастасии Николаевне  
фамилия, имя, отчество

Группа СС14-11 Направление (профиль) 08.05.01  
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий и сооружений»

Тема выпускной квалификационной работы Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

Утверждена приказом по университету № 486/с от 22 января 2020 г.

Руководитель ВКР А.В. Тарасов, к.т.н, доцент кафедры СКиУС, ИСИ СФУ  
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

### **Исходные данные для ВКР**

*Характеристика района строительства и строительной площадки* \_\_\_\_\_  
г. Ростов-на-Дону, строительно-климатический район – ШВ, снеговой район – II, ветровой район – III

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

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

Сравнить 3 варианта конструктивной схемы здания

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

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, ведомость отделки помещений, экспликация помещений и полов, спецификация заполнения проемов, ПЗ к разделу согласно постановлению №87 РФ

• *графический материал (2 листа)* Планы 1-го и 5-го этажа, 2 разреза, фасад, план кровли, узлы

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 схемы здания, произвести подбор элементов, запроектировать фланцевое соединение колонн, узел сопряжения ригелей с колонной, сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной, соединение крестовых связей с балкой, базу колонны

• графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД) – 6 листов схема расположения основных несущих элементов каркаса, рамы каркаса, фланцевое соединение колонн, узел сопряжения ригелей с колонной, сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной, соединение крестовых связей с балкой, база колонны

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

### **Фундаменты**

Разработать фундамент под объект в вариантах мелкого заложения и свайном. Выполнить сравнение вариантов

• графический материал (1 лист) схема расположения элементов фундамента, план фундамента и разрезы, чертежи арматурных сеток

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

### **Технология строительного производства**

Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания (согласно МДС 12.29.2006)

• графический материал (1-2 листа) схема производства работ, график производства работ, схемы монтажа, калькуляция трудовых затрат

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

### **Организация строительного производства**

Расчет сетевого графика, проектирование строительного генерального плана на возведение надземной части здания

• графический материал (2 листа) Сетевой график, объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части здания, ТЭП

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 объекта, локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса здания, технико-экономические показатели

Консультант ВКР \_\_\_\_\_ С.А. Хиревич, к.т.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

Наименование раздела	Срок выполнения
Вариантное проектирование	3 февраля – 14 февраля
Архитектурно-строительный	17 февраля – 13 марта
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	16 марта – 17 апреля
Технология строительного производства	20 апреля – 1 мая
Организация строительного производства	4 мая – 15 мая
Экономика строительства	18 мая – 1 июня

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

А.В. Тарасов  
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

подпись

А.Н. Махнева  
инициалы и фамилия

« 3 » \_\_\_\_\_ февраля \_\_\_\_\_ 2020 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	8
1 Вариантное проектирование .....	9
2 Архитектурно-строительный раздел .....	11
2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации .....	11
2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	12
2.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства .....	13
2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	13
2.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	16
2.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	16
2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости).....	16
2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непромышленного назначения.....	16
2.9 Соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций .....	17
2.9.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций.....	17
2.9.2 Теплотехнический расчет плоской кровли .....	19
2.9.3 Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждающих конструкций.....	20
3 Расчетно-конструктивный раздел .....	21
3.1 Климатические условия района строительства .....	21

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Махнева А.Н.					П	3	187
Проверил	Тарасов А.В.					СКиУС		
Н. контроль	Тарасов А.В.							
Зав. кафедр.	Деордиев С.В.							

3.2	Компоновка конструктивной схемы .....	22
3.2.1	Определение шага элементов и поперечных размеров каркаса конструкции.....	22
3.2.2	Устройство связей.....	24
3.3	Расчет и конструирование каркаса.....	25
3.3.1	Расчетная схема.....	25
3.3.2	Сбор нагрузок.....	28
3.3.3	Формирование комбинаций загружений и расчетных сочетаний усилий.....	36
3.3.4	Основные результаты расчета .....	38
3.4	Проверка сечений элементов.....	42
3.4.1	Сечение колонны .....	42
3.4.2	Проверка сечения балки.....	46
3.4.3	Проверка сечения связи.....	48
3.5	Расчет и конструирование узлов .....	50
3.5.1	Фланцевое соединение колонн.....	50
3.5.2	Сопряжение ригелей с колонной.....	53
3.5.3	Болтовое соединение крестовых связей с балкой .....	60
3.5.4	Сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной.....	64
3.5.5	База колонны .....	70
4	Проектирование фундаментов.....	78
4.1	Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства .....	78
4.2	Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-20 ...	79
4.2.1	Определение глубины заложения .....	79
4.2.2	Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание .....	80
4.2.3	Определение размеров подошвы фундамента.....	81
4.2.4	Определение расчетного сопротивления грунта основания .....	81
4.2.5	Проверка условий расчета основания по деформациям.....	83
4.2.6	Определение средней осадки основания методом послойного суммирования.....	84
4.2.7	Конструирование столбчатого фундамента.....	86
4.2.8	Определение сечений арматуры плитной части фундамента .....	87



4.3	Проектирование свайного фундамента под колонну в осях Б-20.....	90
4.3.1	Назначение вида сваи и ее параметров.....	90
4.3.2	Определение несущей способности забивной сваи .....	90
4.3.3	Определение числа свай в фундаменте и эскизное конструирование ростверка .....	92
4.3.4	Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания .....	93
4.3.5	Расчет плиты ростверка на продавливание угловой сваей.....	94
4.3.6	Расчет плиты ростверка на продавливание колонной .....	95
4.3.7	Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа .....	97
4.3.8	Конструирование свайного фундамента, армирование плиты ростверка.....	97
4.4	Технико-экономическое сравнение вариантов .....	99
4.5	Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-6 ...	102
4.5.1	Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание .....	102
4.5.2	Определение размеров подошвы фундамента.....	102
4.5.3	Определение расчетного сопротивления грунта основания .....	103
4.5.4	Проверка условий расчета основания по деформациям.....	104
4.5.5	Определение средней осадки основания методом послойного суммирования .....	104
4.5.6	Конструирование столбчатого фундамента.....	105
4.5.7	Определение сечений арматуры плитной части фундамента ...	106
4.6	Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-7 ...	109
4.6.1	Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание .....	109
4.6.2	Определение размеров подошвы фундамента.....	109
4.6.3	Определение расчетного сопротивления грунта основания .....	110
4.6.4	Проверка условий расчета основания по деформациям.....	111
4.6.5	Определение средней осадки основания методом послойного суммирования .....	111
4.6.6	Конструирование столбчатого фундамента.....	112
4.6.7	Определение сечений арматуры плитной части фундамента ...	113
5	Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания .....	116

5.1 Область применения.....	116
5.2 Общие положения.....	116
5.3 Организация и технология выполнения работ.....	117
5.3.1 Подготовительные работы.....	117
5.3.2 Основные работы.....	118
5.3.3 Заключительные работы.....	121
5.4 Требования к качеству работ.....	121
5.5 Потребность в материально-технических ресурсах.....	124
5.6 Техника безопасности и охрана труда.....	126
5.7 Техничко-экономические показатели.....	132
6 Организация строительного производства.....	133
6.1 Проектирование строительного генерального плана.....	133
6.2 Определение продолжительности строительства.....	133
6.2.1 Определение нормативной продолжительности строительства.....	133
6.2.2 Определение плановой продолжительности строительства.....	
Расчет сетевого графика.....	134
6.3 Выбор монтажного крана.....	134
6.4 Проектирование временных дорог.....	135
6.5 Проектирование складов.....	136
6.6 Расчет временных зданий на строительной площадке.....	137
6.7 Расчет автомобильного транспорта.....	138
6.8 Электроснабжение строительной площадки.....	139
6.9 Временное водоснабжение.....	141
6.10 Снабжение сжатым воздухом, кислородом, ацетиленом.....	143
6.11 Теплоснабжение.....	143
6.12 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности.....	144
6.13 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.....	145
6.14 Техничко-экономические показатели.....	146
7 Экономика строительства.....	148
7.1 Социально-экономическое обоснование строительства объекта.....	148
7.2 Составление локального сметного расчета.....	152
7.3 Техничко-экономические показатели проекта.....	154
Заключение.....	157

Список использованных источников .....	158
ПРИЛОЖЕНИЕ А Экспликация помещений .....	161
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Спецификация монтажных элементов .....	168
ПРИЛОЖЕНИЕ В Карточка-определитель работ сетевого графика .....	173
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Локальный сметный расчет .....	182

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

## ВВЕДЕНИЕ

В качестве объекта дипломного проектирования выступает офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону.

Ростов-на-Дону – крупный административный, экономический, культурный, научно-образовательный, промышленный центр и важнейший транспортный узел юга России. Строительная отрасль в настоящее время является одной из ведущих отраслей экономики города. Доля офисного сегмента в коммерческой недвижимости города высока, однако сказывается ограниченность предложения качественных офисных объектов, что и обуславливает потребность в строительстве запроектированного здания.

Общее свойство зданий с консольным вылетом заключается в их уникальности. Они не являются объектами массового строительства, что допускает применение для них индивидуальных архитектурных и конструктивных решений. Однако и для этого класса сооружений целесообразно использовать унифицированные стандартные элементы и модульную систему, если это не противоречит основным требованиям к ним.

Требования к несущим конструкциям в таких зданиях должны существенно зависеть от назначения здания. Например, для общественных зданий, располагаемых обычно в центральной части города, доминируют архитектурно-композиционные требования. Специфичны и требования к интерьеру этих зданий, обеспечивающему необходимый комфорт, а также рациональность и безопасность эксплуатации.

Цель дипломного проекта – разработка проектно-сметной документации и ее анализ. Для достижения поставленной цели в дипломном проекте были выполнены следующие разделы:

- вариантное проектирование;
- архитектурно-строительный;
- расчетно-конструктивный, включая фундаменты;
- технология строительного производства;
- организация строительного производства;
- экономика строительства.

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

## 1 Вариантное проектирование

Рассмотрим варианты расположения вертикальных связей в плоскости колонн в консольной части здания. Системы связей представлены на рисунках 1.1-1.3.

Выполним предварительные расчеты этих систем с использованием программного комплекса SCAD, и проведем сравнительный анализ максимальных значений перемещений и расхода стали на основные элементы металлического каркаса здания. Результаты представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение вертикальных перемещений каркаса

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя		
		Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Максимальный прогиб консоли	мм	218,67	214,75	197,93
Расход стали на металлический каркас	т	649,25	650,84	651,83

Вертикальные перемещения каркаса в третьем варианте самое наименьшее, однако устройство вертикальных крестовых связей наиболее трудоемко, так как в этом случае возрастает количество узлов сопряжения. Кроме того, такой вариант постановки связей является невыигрышным с точки зрения архитектурного облика, так элементы связей открыты для обзора внутри здания.

Таким образом, принимаем 2-ой вариант системы связей в консольной части здания, так как он оптимален с точки зрения максимальных прогибов и материалоемкости.

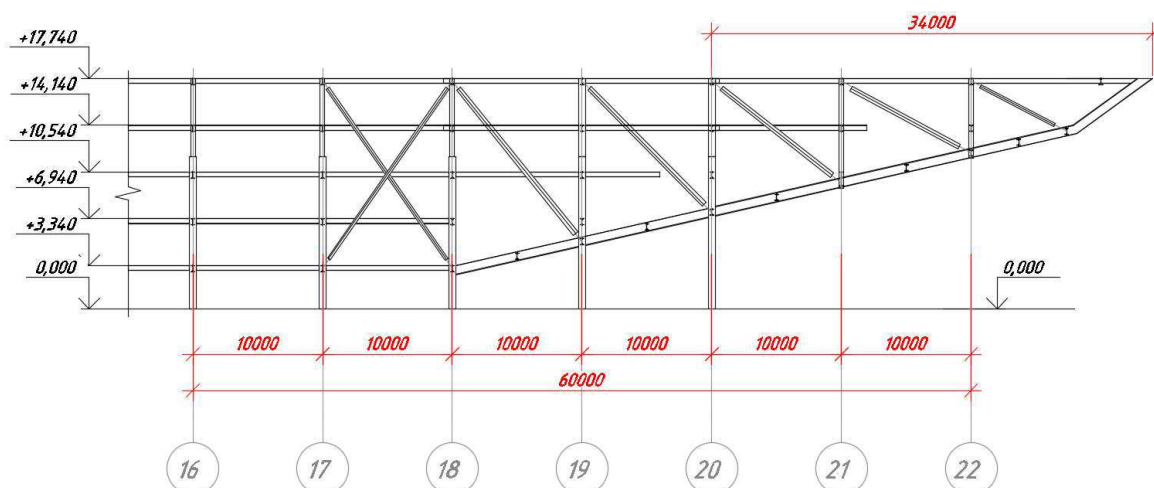


Рисунок 1.1 – Система связей в консольной части здания. Вариант 1

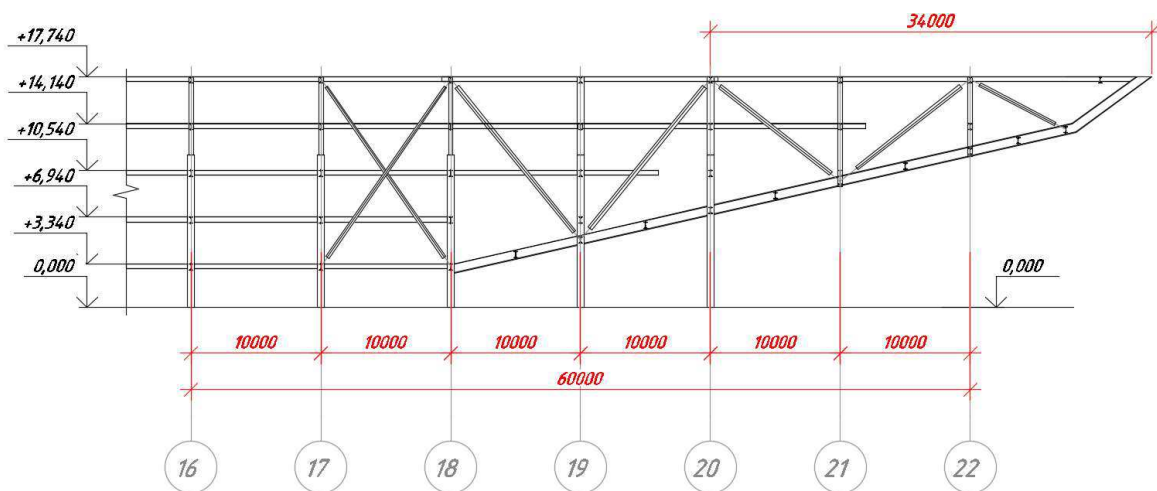


Рисунок 1.2 – Система связей в консольной части здания. Вариант 2

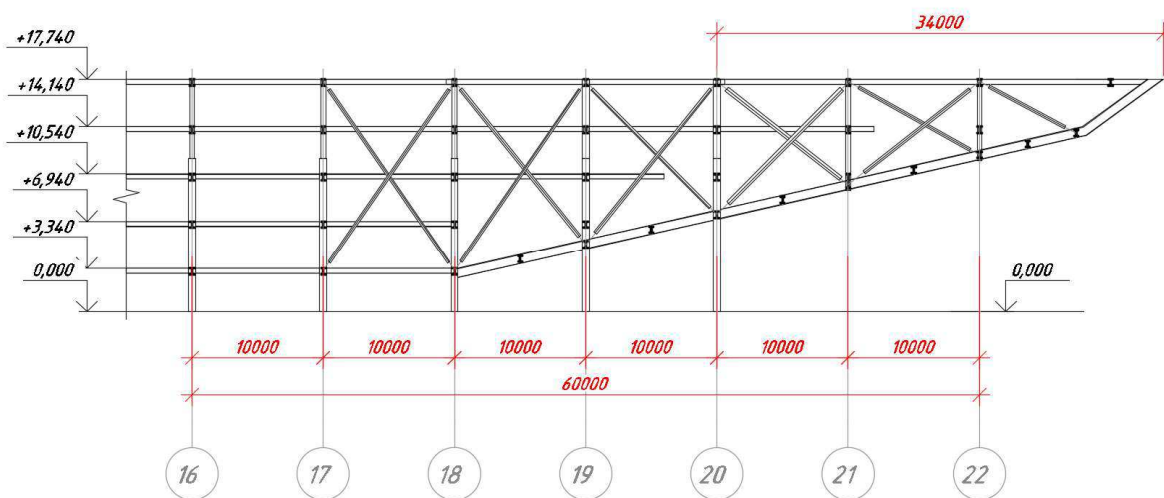


Рисунок 1.2 – Система связей в консольной части здания. Вариант 3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

10

## 2 Архитектурно-строительный раздел

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

В качестве проектируемого объекта выступает офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону.

Конструкция здания представляет собой воплощение характера конструктивно-пространственной системы в архитектурных формах, а также интеграцию природно-климатических, архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных, экологических, экономических принципов проектирования.

Офисное здание запроектировано с целью создания экологически-сбалансированной и комфортной среды с использованием наиболее энергоэкономичных архитектурно – планировочных решений.

Проектируемый объект – 5-этажное здание высотой 18,66 м. Высота этажей – 3,6 м.

Объём здания представляет собой изогнутую структуру сложной формы: здание имеет консольную часть с вылетом 35 м под углом к горизонту 13° над входной зоной. Таким образом, конструкция здания визуально сужается по высоте над главным входом.

В плане здание имеет форму сегмента окружности, угол которого 76° при радиусе окружности по оси А – 143 м, до оси Б – 155 м. Размеры проектируемого объекта в осях А-Б – 12 м, в осях 1-22 по оси А – 210 м, по оси Б – 225,94 м.

Здание предназначено для расположения офисов государственных и негосударственных организаций и учреждений. Боковые зоны здания предназначены для линейно расположенных офисных помещений. В широкой центральной зоне расположены офисы открытого типа, лестнично-лифтовые узлы, санузлы, служебные помещения, помещения для приема пищи, отдыха и четыре вертикальных атриума. Внутренние атриумы, открытые на всех этажах, обеспечивают естественное освещение через светопрозрачное остекление в кровле. Зенитные фонари, открывающиеся по типу люка, также служат для естественной вентиляции помещений.

На верхнем этаже в консольной части здания расположен конференц-зал и терраса для отдыха.

Сообщение между этажами обеспечивается по незадымляемой лестничной клетке с подпором воздуха и аварийным источником света. В здании предусмотрено три пассажирских лифта грузоподъемностью 1275 кг с размерами кабин 2000×1400×2300 мм.

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

## 2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства

Объемно-планировочные и архитектурно-художественные решения обусловлены:

- особенностями расположения на генеральном плане;
- функциональным назначением;
- требованиями технических регламентов, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий и сооружений;
- климатическими особенностями района строительства;
- номенклатурой промышленных сертифицированных строительных изделий и материалов.

Проект разработан на основании следующих нормативных документов:

- СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [1];
- СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» [2];
- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [3];
- СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [4];
- СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [5];
- СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [6];
- СП 29.13330.2011 «Полы» [7];
- СП 17.13330.2017 «Кровли» [8];
- СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [9];
- СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» [10];
- СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [11].

Принятые планировочные решения (размеры помещений, ширина коридоров и лестничных маршей, количество эвакуационных выходов) обеспечивают возможность своевременной и беспрепятственной эвакуации людей из здания до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара.

Основные показатели по проекту:

- уровень ответственности здания – нормальный по ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» [12, п. 10.2];
- степень огнестойкости здания – II по [10, п. 6.7.1];
- класс конструктивной пожарной опасности – С1 по [10, п. 6.7.1];
- класс функциональной пожарной опасности – Ф4.3 по [11, п. 5.6.1].

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



### **2.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

При проектировании здания применены решения, которые в максимальной степени отвечают экономичности и индустриализации строительства. При этом учтены местные условия строительства: климатические, инженерно-геологические, экологические.

Фасад офисного здания сформирован сложной конфигурацией плана.

В наружной отделке 1-го этажа применено витражное остекление СИАЛ КП50К с двухкамерным стеклопакетом. На 2-ом – 5-ом этажах фасад выполнен по системе «AGS 150» из алюминиевых профилей с чередующимся светопрозрачным заполнением и сэндвич-панелями «МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ» (цвет наружной облицовки RAL 2010). Применен сдержанный подход к цветовой палитре стеновых элементов и их размерам. Таким образом, создан запоминающийся элегантный фасад здания.

Неповторимую выразительность архитектурного облика создает панорамное остекление консольной части здания, а также его торца.

Главный вход в здание акцентирован нависающим над ним консольной частью.

Внутренняя отделка помещений выполнена в соответствии с их функциональным назначением и гигиеническим нормативам.

Основные задачи, которые были решены при проектировании интерьера в целях создания наилучших условия для протекания рабочего процесса в офисном пространстве:

- рациональное зонирование офисных помещений,
- наличие обеденных зон, столовой, закрытой террасы в качестве зоны отдыха.
- применение цветовой отделки строительных элементов, рациональное комбинирование естественного и искусственного освещения помещений для создания оптимальных условий труда работающего персонала.

### **2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения**

Отделка выполнена из негорючих и экологически чистых материалов.

Спецификация заполнения оконных проемов представлена в таблице 2.1, дверных проемов – в графической части, экспликация полов – в таблице 2.2.

Внутренняя отделка наружных стен (сэндвич-панель с внутренней стороны выполнена из профлиста заводской окраски RAL 7047) и стеклянных перегородок на алюминиевом профиле не требуется.

Поверхности перегородок из ГКЛ листов окрашиваются: водоэмульсионной краской светлых тонов за 2 раза по грунту. Цвет окраски – светло-серый RAL 7047.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

В сан. узлах – керамическая плитка до потолка серого цвета.

В лифтовых холлах – штукатурка с затиркой и окраской акриловой краской.

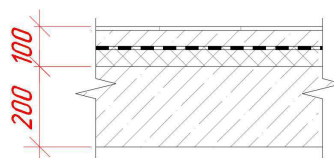
Потолки в надземной части здания – подвесные «Армстронг», цвет потолков – белый.

Все металлические несущие элементы каркаса окрашиваются огнезащитной краской «Унипол», серого цвета (RAL 7047).

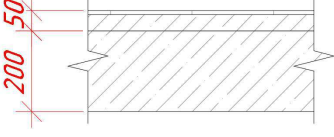
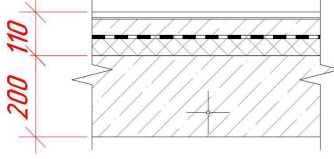
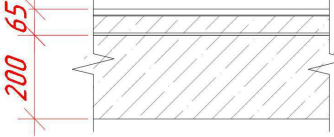
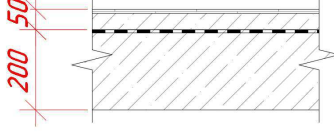
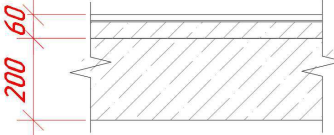
Таблица 2.1 – Спецификация элементов заполнения оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Всего ед. шт.	Масса, кг	Примечание
B1	Индивидуального изготовления	66625x7735(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B2	Индивидуального изготовления	168010x2855(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B3	Индивидуального изготовления	80195x2855(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B4	Индивидуального изготовления	103050x2855(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B5	Индивидуального изготовления	19380x2855(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B6	Индивидуального изготовления	44620x3940(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B7	Индивидуального изготовления	46210x3940(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B8	Индивидуального изготовления	22680x7550(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B9	Индивидуального изготовления	22680x15410(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B10	Индивидуального изготовления	176705x4060(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-
B11	Индивидуального изготовления	205305x4060(h) (6M1-8-4M1-8-6M1)	1	-	-

Таблица 2.2 – Экспликация полов

Типы помещений	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Тамбуры, вестибюль, коридоры 1-го этажа, зоны атриума, обеденный зал, линия раздачи, доготовочный цех, кладовая	1		1. Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001 на клею - 10 мм 2. Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 - 40 мм 3. Гидроизоляция Унифлекс ЭПП - 2,8 мм 4. Теплоизоляционный слой из плит Rockwool - 50 мм 5. Монолитное перекрытие - 200 мм	1457.62

Продолжение таблицы 2.2

Типы помещений	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
Сан. узлы и КУИ 1-го этажа, мочная	2		1. Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001 на клею - 10 мм	142.7
			2. Стяжка цементно-песчаным раствором М150 - 40 мм	
			3. Гидроизоляция Унифлекс ЭПП - 2,8 мм	
			4. Теплоизоляционный слой из плит Rockwool 50 мм	
			5. Монолитное перекрытие - 200 мм	
Лифтовые холлы, лестничные клетки, хоз. помещения	3		1. Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001 на клею - 10 мм	427.15
			2. Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 - 40 мм	
			3. Монолитное перекрытие - 200 мм	
Офисы и обеденные зоны 1-го этажа, терраса, администрация	4		1. Паркетная доска Polarwood - 14 мм	2444,77
			2. Вспененный полиэтилен - 3 мм	
			3. Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 - 40 мм	
			4. Гидроизоляция Унифлекс ЭПП - 2,8 мм	
			5. Теплоизоляционный слой из плит Rockwool - 50 мм	
			6. Монолитное перекрытие - 200 мм	
Офисы 2-5 этажей	5		1. Паркетная доска Polarwood - 14 мм	2265,13
			2. Вспененный полиэтилен - 3 мм	
			3. Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 - 40 мм	
			4. Звукоизоляция Пенотерм НПП ЛЭ - 6 мм	
			5. Монолитное перекрытие - 200 мм	
Сан. узлы и КУИ 2-5 этажей	6		1. Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001 на клею - 10 мм	131.61
			2. Стяжка цементно-песчаным раствором М150 - 40 мм	
			3. Гидроизоляция Унифлекс ЭПП - 2,8 мм	
			4. Монолитное перекрытие - 200 мм	
Коридоры и обеденные зоны 2-5 этажей	7		1. Паркетная доска Polarwood - 14 мм	1516,04
			2. Вспененный полиэтилен - 3 мм	
			3. Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 - 40 мм	
			4. Монолитное перекрытие - 200 мм	

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

Естественное освещение выполнено согласно СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» [4] с учетом светового климата района строительства.

Естественное освещение имеют все офисные помещения. Защита от солнца и перегрева обеспечена техническими приспособлениями (устройствами) в витражной системе.

Размещение общественного здания и ориентация офисных и других помещений обеспечивает нормативную инсоляцию и нормативный КЕО, вытекающие из требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» [13] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» [14].

## **2.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия**

Мероприятия, которые предусмотрены в данном проекте для обеспечения защиты помещений от шума, вибрации и другого воздействия:

- применение в ограждающих конструкциях в качестве заполнителя минераловатных плит (в перегородках из ГКЛ, наружных сэндвич-панелях и конструкции кровли);
- обеспечение герметичности витражных систем за счет термовставок, герметизирующих лент и специальных уплотнителей, а также применение двухкамерного стеклопакета;
- использование в конструкции пола звукоизолирующих материалов;
- оснащение дверей герметичными притворами.

## **2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости)**

Так как высота проектируемого объекта менее 20 м, светоограждение объекта, обеспечивающее безопасность полета воздушных судов, не предусмотрено.

## **2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров - для объектов непроизводственного назначения**

При проектировании внутренней отделки помещений учтено многообразие свойств, влияющее на качество художественного восприятия окружающего

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

пространства и цветовой гаммы человеком: функциональную особенность помещения, качество строительного материала и др.

Во внутренней отделке помещений используются материалы, отвечающие санитарно-гигиеническим, эстетическим и противопожарным требованиям. Стены и потолки офисных помещений и конференц-залов выполнены в единой цветовой гамме.

## **2.9 Соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций**

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [5].

Исходные данные для расчета приняты по СП 131.13330.2012 [3] для г. Ростов-на-Дону.

### **2.9.1 Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций**

Наружные ограждающие конструкции принимаются из трехслойных сэндвич-панелей полной заводской готовности МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ МП ТСП-Z (раскладка стеновых панелей – вертикальная).

Согласно СП 50.13330.2012 [5, табл. 1], влажностный режим помещений зданий в холодный период года в зависимости от относительной влажности и температуры внутреннего воздуха – сухой.

Согласно СП 50.13330.2012 [5, прил. В] г. Ростов-на-Дону относится к сухой зоне влажности.

Согласно СП 50.13330.2012 [5, табл. 2] условия эксплуатации ограждающих конструкций – А.

Определим градусо-сутки отопительного периода по формуле СП 50.13330.2012 [5]

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot z_{ht} = (19 - (-0,1)) \cdot 166 = 3170,6^\circ\text{C} \cdot \text{сут} / \text{год}, \quad (2.1)$$

где  $t_{int} = 19^\circ\text{C}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, принимаемая по ГОСТ 30494-2011 [14] для помещений 2-й категории;

$t_{ht} = -0,1^\circ\text{C}$  – средняя температура наружного воздуха, принимаемая по СП 131.13330.2012 [3] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^\circ\text{C}$ ;

$z_{ht} = 166$  сут – продолжительность отопительного периода, принимаемая по СП 131.13330.2012 [3] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^\circ\text{C}$ .

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче по формуле СП 50.13330.2012 [5]

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

$$R_{req} = a \cdot D_d + b \quad (2.2)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным СП 50.13330.2012 [5, табл. 3] для соответствующих групп зданий (для ограждающей конструкции вида – наружные стены и типа здания – административное:  $a = 0,0003$ ,  $b = 1,2$ ).

$$R_{req} = 0,0003 \cdot 3170,6 + 1,2 = 2,15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Теплотехнические показатели материалов при эксплуатационной влажности для условий «А» приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Теплотехнические показатели материалов стенового ограждения

№ слоя	Наименование	Толщина слоя, $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda_A$ , Вт/(м·°С)
1	Профилированный лист из тонкой стали	0,0005	-
2	Минераловатные плиты на синтетическом связующем	x	0,045
3	Профилированный лист из тонкой стали	0,0005	-

Сопротивление теплопередаче однородной многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями следует определять по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \quad (2.3)$$

где  $\alpha_{int} = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, принимаемый по СП 50.13330.2012 [5];

$\alpha_{ext} = 23$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С) – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по СП 50.13330.2012 [5].

Необходимая толщина утеплителя определяется исходя из условия

$$R_0 \geq R_{req}, \quad (2.4)$$

$$\delta_2 \geq \left( R_{req} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \cdot \lambda_2, \quad (2.5)$$

$$\delta_2 \geq \left( 2,15 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045,$$

$$\delta_2 \geq 0,09 \text{ м.}$$

Принимаем толщину утеплителя из минеральной ваты 100 мм в трехслойной сэндвич-панели МЕТАЛЛ ПРОФИЛЬ.

## 2.9.2 Теплотехнический расчет плоской кровли

Кровля выполнена согласно технического решения по устройству кровли «Rockroof» по принципу однослойного теплоизоляционного решения кровли с устройством стяжки.

По формуле (2.2) определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи, при этом используем уже полученные ранее данные, но учитывая, что для ограждающей конструкции вида – покрытие и типа здания – административное:  $a = 0,0004$ ,  $b = 1,6$ .

$$R_{req} = 0,0004 \cdot 3170,6 + 1,6 = 2,87 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.}$$

Теплотехнические показатели материалов кровли при эксплуатационной влажности для условий «А» приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Теплотехнические показатели материалов кровли

№ слоя	Наименование	Толщина слоя, $\delta$ , м	Коэффициент теплопроводности, $\lambda_A$ , Вт/(м·°C)
1	Битумно-полимерный рулонный гидроизоляционный материал ИКОПАЛ	0,005	-
2	Цементно-песчаная стяжка ( $\gamma = 1800 \text{ кг/м}^3$ ), армированная металлической сеткой	0,05	0,93
3	Теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС СТЯЖКА	x	0,041
4	Пароизоляционная пленка	0,002	-
5	Железобетонное покрытие	0,2	2,04

Определим необходимую толщину утеплителя, используя формулы (2.3) и (2.4)

$$\delta_3 \geq \left( 2,87 - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} - \frac{0,05}{0,93} - \frac{0,2}{2,04} \right) \cdot 0,041,$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$\delta_2 \geq 0,105 \text{ м.}$$

Принимаем толщину утеплителя из минеральной ваты 110 мм.

### 2.9.3 Теплотехнический расчет светопрозрачных ограждающих конструкций

В качестве светопрозрачных ограждающих конструкций (фасадное остекление, светопрозрачная крыша, зенитные фонари) предусмотрено витражное остекление по системе СИАЛ КП50К с двухкамерным стеклопакетом толщиной 32 мм (6-8-4-8-6) и термовставкой Т50-02.

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи определяем интерполяцией по СП 50.13330.2012 [5, табл. 3], при этом используем уже полученные ранее данные, но учитываем, что вид ограждающей конструкции – светопрозрачная (кроме фонарей) и тип здания – административное

$$R_{req} = \frac{(3170,6 - 2000) \cdot (0,63 - 0,49)}{(4000 - 2000)} + 0,49 = 0,57 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.}$$

Для зенитных фонарей базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи по формуле (2.2) ( $a = 0,000025$ ,  $b = 0,25$ )

$$R_{req} = 0,000025 \cdot 3170,6 + 0,25 = 0,33 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт.}$$

В соответствии с сертификатами на светопрозрачные ограждающие конструкции, расчетное сопротивление следующих составляет  $R_0 = 0,644 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , что больше требуемого сопротивления.

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



### 3 Расчетно-конструктивный раздел

#### 3.1 Климатические условия района строительства

Здание находится в г. Ростов-на-Дону. Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [3] основные природно-климатические характеристики района строительства:

- строительно-климатический район – ШВ;
- абсолютная максимальная температура воздуха – (+40)°С;
- абсолютная минимальная температура воздуха – (-33)°С;
- среднегодовая температура со среднесуточной температурой ниже 0°С – (-2,8)°С; ниже (+8)°С – (-0,1)°С;
- температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – (-19)°С, обеспеченностью 0,98 – (-22)°С;
- продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°С – 97 суток; ниже (+8)°С – 166 суток;
- среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 82%;
- количество осадков за ноябрь-март – 219 мм;
- суточный максимум осадков – 100 мм.
- преобладающее направление ветров за декабрь-февраль – восточное, за июнь-август – северо-восточное.
- максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь – 4,8 м/с.

По совокупности всех метеорологических данных климат района строительства характеризуется как умеренно-континентальный, с мягкой зимой и жарким летом.

Согласно СП 20.13330.2016 [16] нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1 кПа (100 кгс/м<sup>2</sup>) – II снеговой район.

Нормативное ветровое давление – 0,38 кПа (38 кгс/м<sup>2</sup>) – III ветровой район.

Сейсмичность района по СП 14.13330.2018 [17] – 6 баллов для сейсмической опасности типа «А», «В» и 7 баллов для «С» с вероятностью в течении 50 лет соответственно.

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

## 3.2 Компоновка конструктивной схемы

### 3.2.1 Определение шага элементов и поперечных размеров каркаса конструкции

Конструктивная схема общественного здания запроектирована в каркасно-ствольном исполнении.

Каркас здания состоит из металлических колонн, ригелей, балок, связей и железобетонных элементов конструкций (перекрытия, покрытия и ядер жесткости), включенных в пространственную работу каркаса.

Геометрическая неизменяемость здания обеспечивается жесткими узлами опирания колонн, жестким соединением колонн и ригелей в единую пространственную конструкцию при помощи наклонных связей и совместной работой с монолитными ядрами жесткости.

Поперечная рама стального каркаса имеет пролет 12 м и консольные балки вылетом 4,8 м с обеих сторон, которые несут боковые зоны перекрытия.

Угол поворота цифровых осей полярной сетки колонн составляет  $4^\circ$ . Таким образом шаг колонн по оси А – 10 м, по оси Б – 10,84 м.

При заданной длине здания требуется устройство двух температурных швов, которые делят здания на три части. Ось температурного шва совмещается с осью ряда основной сетки. При этом расстояние между колоннами у температурного шва принимается 1000 мм.

Компоновка конструктивной схемы представлена на рисунках 3.1, 3.2.

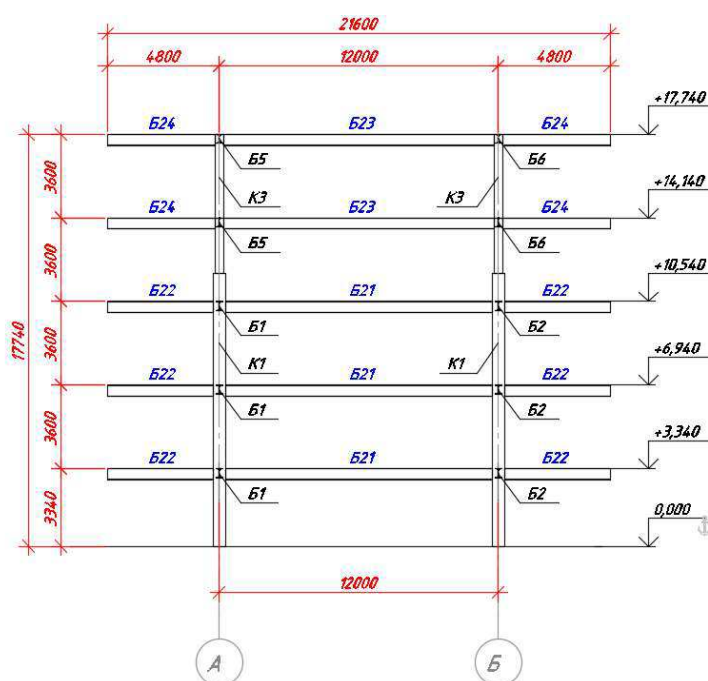


Рисунок 3.1 – Рама каркаса в осях А-Б (ось 2)

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист	23
------	----

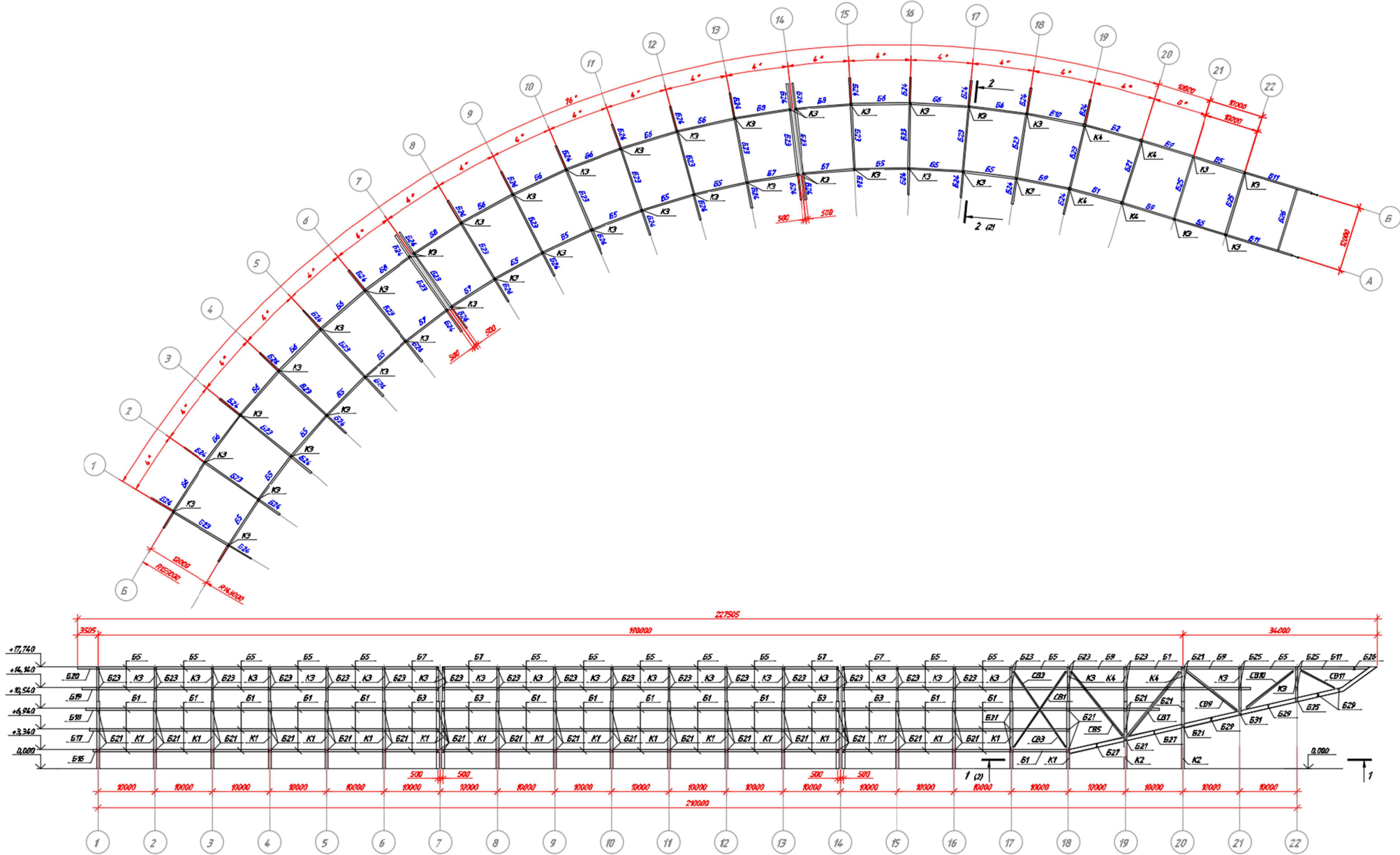


Рисунок 3.2 – Схема расположения основных элементов каркаса на отм. +17.740 и рама каркаса в осях 1-22 (ось А)

### 3.2.2 Устройство связей

В любом здании должна быть предусмотрена система связей согласно требованию СП 16.13330.2017 [18].

Они предназначены:

- для неизменяемости пространственной системы каркаса здания и устойчивости его элементов;
- для обеспечения надлежащей жесткости элементов каркаса, чтобы их перемещения не превышали предельных;
- для уменьшения расчетных длин элементов конструкций;
- для обеспечения пространственной работы каркаса и проектного положения элементов каркаса в процессе монтажа и эксплуатации.

При проектировании предусматриваем следующие системы связей:

- крестовые связи в плоскости наклонных балок в консольной части здания (рисунок 3.3);
- вертикальные наклонные связи в плоскости колонн в консольной части здания (рисунок 3.4).

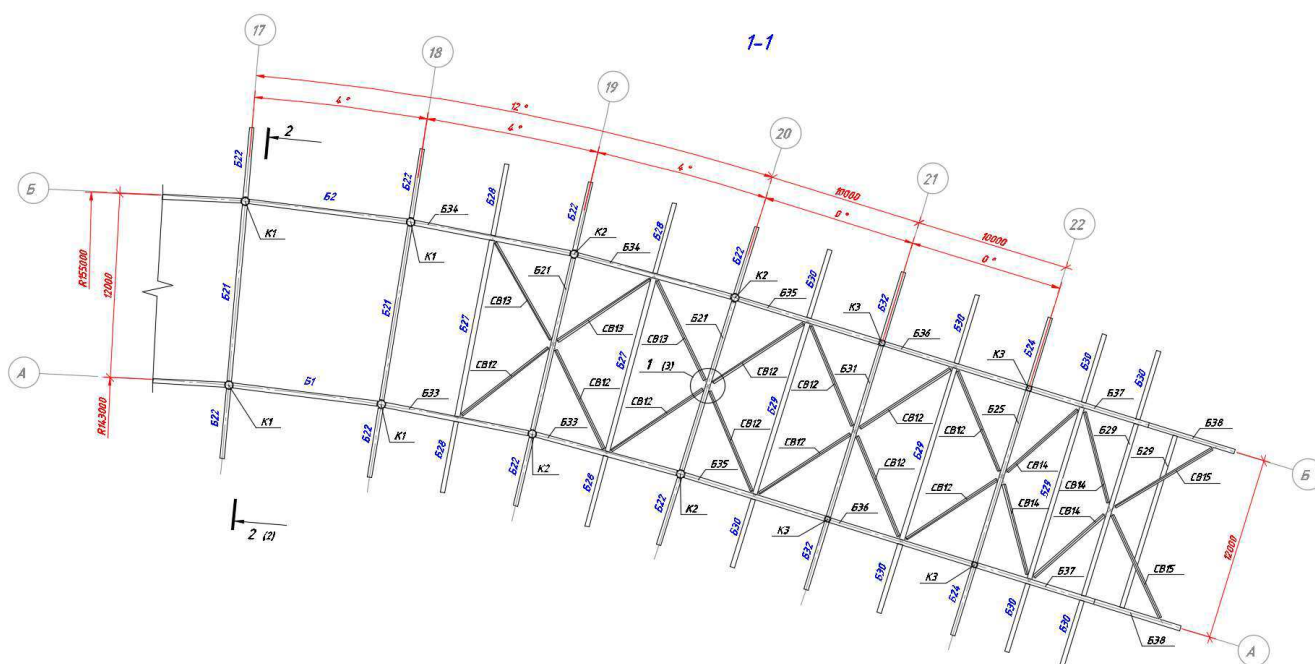


Рисунок 3.3 – Устройство крестовых связей в плоскости наклонных балок в консольной части здания

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



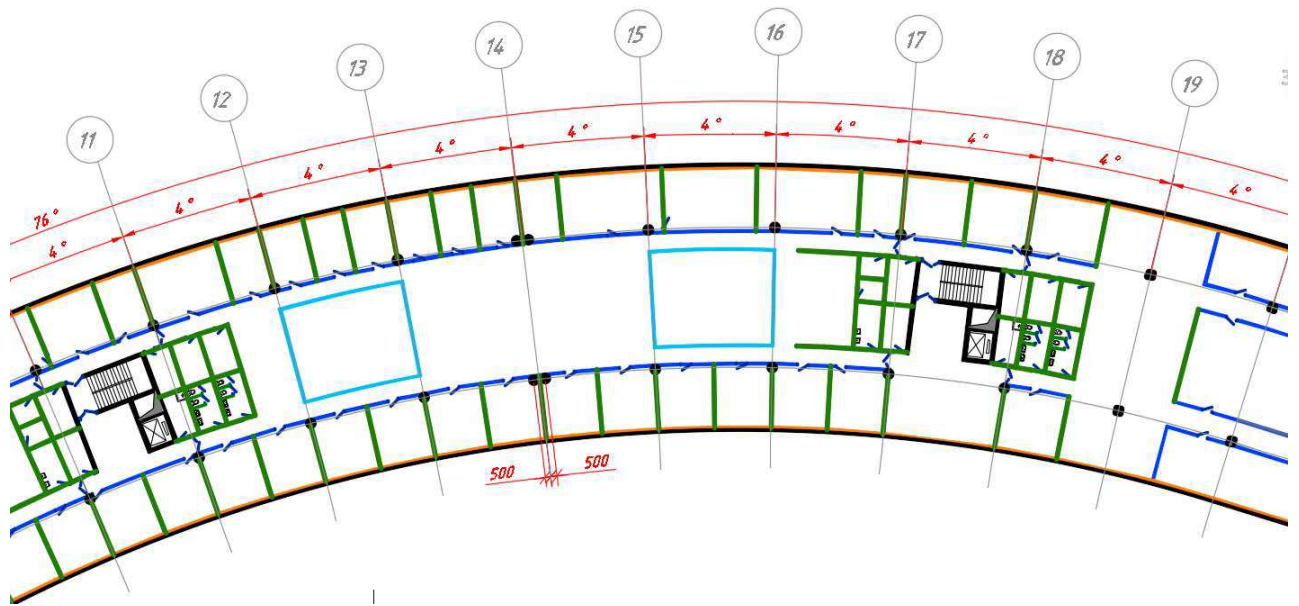


Рисунок 3.5 – Фрагмент плана срединных линий конструкций (формирование подложки)

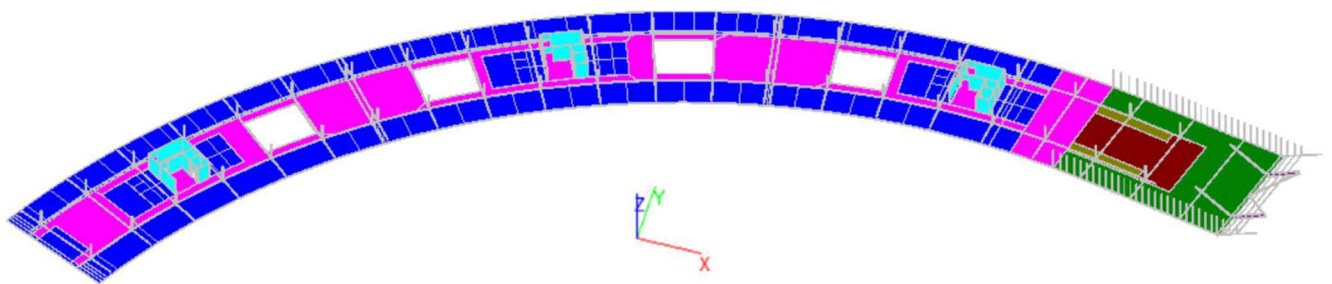


Рисунок 3.6 – Модель 5-го этажа в системе ФОРУМ

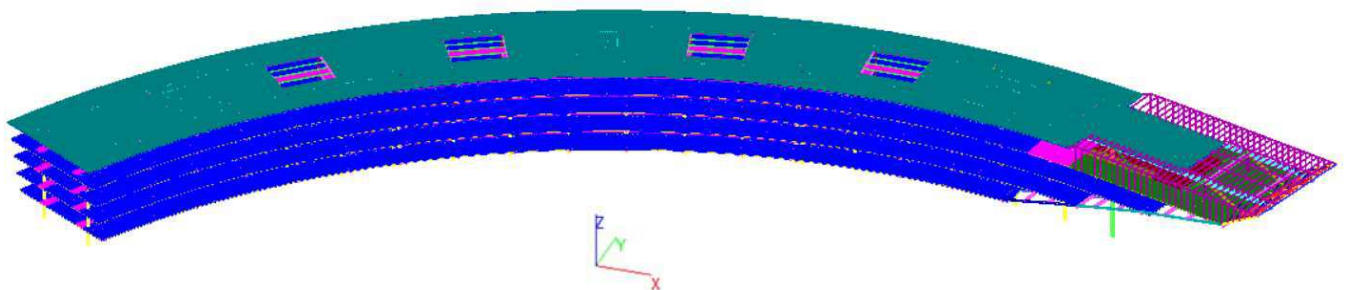


Рисунок 3.7 – Расчетная схема здания в системе SCAD

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

26

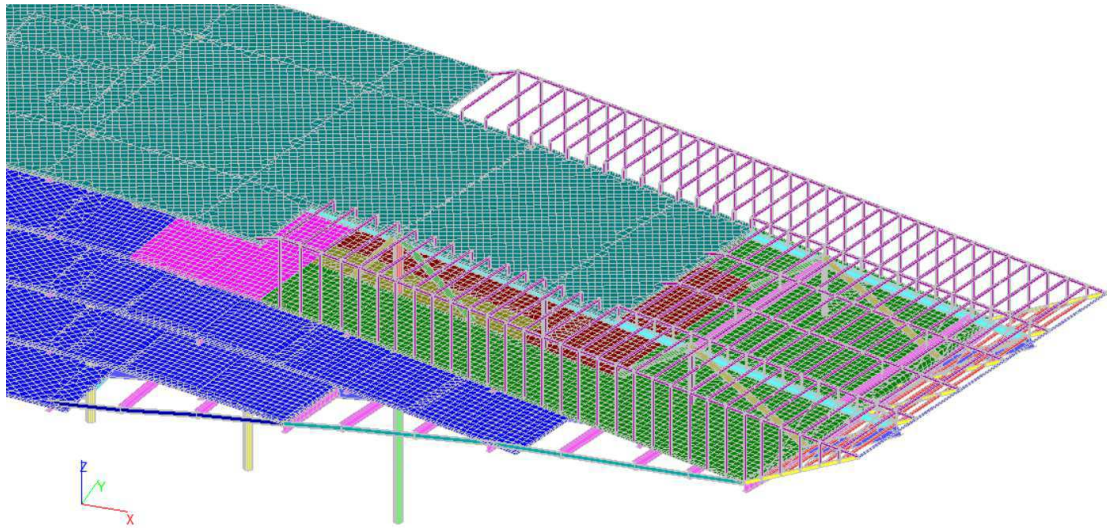


Рисунок 3.8 – Расчетная схема здания в системе SCAD (консольная часть)

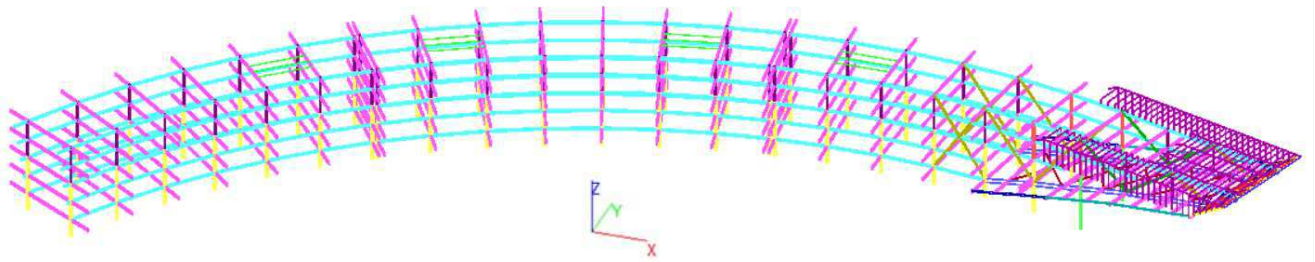


Рисунок 3.9 – Расчетная схема металлического каркаса здания в системе SCAD

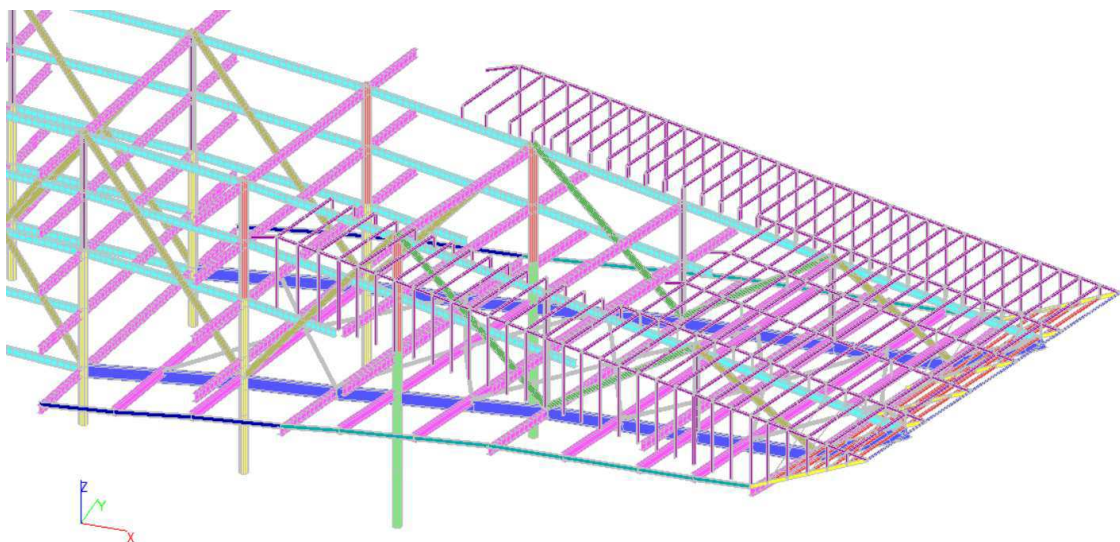


Рисунок 3.10 – Расчетная схема металлического каркаса здания в системе SCAD (консольная часть)

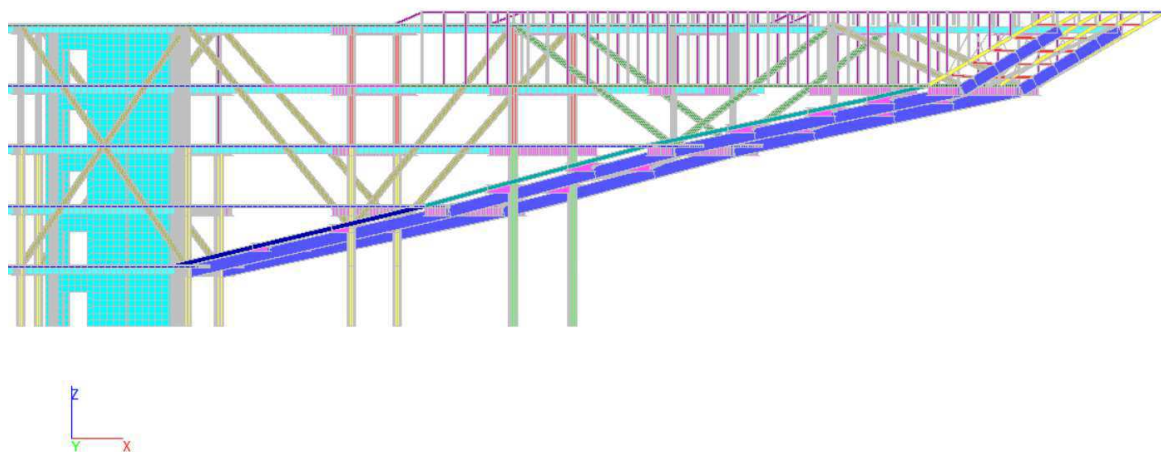


Рисунок 3.11 – Расчетная схема здания в системе SCAD (консольная часть, вид сбоку)

### 3.3.2 Сбор нагрузок

В качестве постоянных нагрузок принимаются нагрузки от собственного веса, веса ограждающих и отделочных конструкций. Для расчетов по первому и второму (по деформациям) предельным состояниям принимаются расчетные и нормативные значения нагрузок соответственно.

В качестве кратковременных нагрузок приняты: полезная нагрузка на перекрытия общественного офисного здания (вес людей), полезная нагрузка на покрытие, ветровая и снеговая нагрузки.

Коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для веса строительных конструкций принимаются по СП 20.13330.2016 [16].

Сбор нагрузок приведен в таблице 3.1.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



Таблица 3.1 – Сбор нагрузок

Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
<b>Постоянные нагрузки</b>			
Собственный вес металлоконструкций	Учен программным комплексом SCAD	1,05	Учен программным комплексом SCAD
Собственный вес железобетонного монолитного перекрытия, покрытия и стен лестнично-лифтового узла	Учен программным комплексом SCAD	1,1	Учен программным комплексом SCAD
Нагрузка от веса полов: - полы в санузлах и КУИ - полы на лестничной клетке (площадка и ступени) - полы в офисных помещениях	Таблица 4.2	Таблица 4.2	1,248 0,78 1,061
Нагрузка от веса кровли	Таблица 4.2	Таблица 4.2	1,348
Нагрузка от наружных стен	См. расчет ниже		
Нагрузка от перегородок	См. расчет ниже		
<b>Временные нагрузки (кратковременные)</b>			
Полезная нагрузка (от веса людей): - офисы, бытовые помещения - зал для собраний - коридоры, лестницы - коридоры, примыкающие к залу для собраний - зона отдыха - крыша	2 4 3 4 1,5 0,7	1,2 1,2 1,2 1,2 1,3 1,3	Учен программным комплексом SCAD
Снеговая нагрузка	1	1,4	1,4
Ветровая нагрузка	Таблица 4	1,4	Учен программным комплексом SCAD

Нагрузку от стен при высоте этажа 3,6 м прикладываем полосовой нормативной равномерно-распределенной нагрузкой:

- для наружных стен из сэндвич-панелей весом 19,61 кг/м<sup>2</sup>

$$q_{ст.н} = 19,61 \cdot 3,6 \cdot 9,81 / 1000 = 0,693 \text{ кН / м ;} \quad (3.1)$$

- для перегородок из ГКЛ с двухслойной обшивкой на металлическом каркасе весом 49 кг/м<sup>2</sup>

$$q_{пер.ГКЛ} = 49 \cdot 3,4 \cdot 9,81 / 1000 = 1,693 \text{ кН / м ;} \quad (3.2)$$

- для цельностеклянных перегородок NAYADA-Crystal весом 25 кг/м<sup>2</sup>

$$q_{пер.стекл.} = 25 \cdot 3,4 \cdot 9,81 / 1000 = 0,834 \text{ кН / м ;} \quad (3.3)$$

- для цельностеклянных ограждений NAYADA-Parapetto весом 23 кг/м<sup>2</sup>

$$q_{огр} = 23 \cdot 1,2 \cdot 9,81 / 1000 = 0,271 \text{ кН / м .} \quad (3.4)$$

Для учета возможных перепланировок определим нормативную равномерно распределенную нагрузку по площади перекрытия от веса всех перегородок

$$Q = \frac{q_{пер.ГКЛ} \cdot l_{пер.ГКЛ} + q_{пер.стекл.} \cdot l_{пер.стекл.}}{S}, \quad (3.5)$$

где  $l_{пер.ГКЛ}$  – длина всех перегородок из ГКЛ;

$l_{пер.стекл.}$  – длина всех цельностеклянных перегородок;

$S$  – площадь помещений.

$$Q = \frac{1,693 \cdot 668,494 + 0,834 \cdot 464,384}{4651,034} = 0,327 \text{ кН / м}^2.$$

Нагрузка на перекрытие от веса витража при плотности стекла 2500 кг/м<sup>3</sup>

$$q_{остекл.} = 2500 \cdot 0,016 \cdot 3,6 \cdot 9,81 / 1000 = 1,413 \text{ кН / м .} \quad (3.6)$$

Нагрузка на перекрытие от веса витража на верхнем этаже в консольной части при плотности стекла 2500 кг/м<sup>3</sup>

$$q_{остекл.} = 2500 \cdot 0,016 \cdot 4,1 \cdot 9,81 / 1000 = 1,609 \text{ кН / м .} \quad (3.7)$$

Нагрузка от веса светопрозрачной кровли на ригели витража на верхнем этаже в консольной части при плотности стекла 2500 кг/м<sup>3</sup>

$$q_{остекл.} = 2500 \cdot 0,016 \cdot 1,25 \cdot 9,81 / 1000 = 0,491 \text{ кН / м .} \quad (3.8)$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Таблица 3.2 – Сбор нагрузок от веса полов и кровли

Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Санузлы и КУИ			
Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001, на клею ( $\delta = 10$ мм, $\gamma = 24$ кН/м <sup>3</sup> );	0,24	1,3	0,312
Стяжка цементно-песчаным раствором М150 ( $\delta = 40$ мм, $\gamma = 18$ кН/м <sup>3</sup> )	0,72	1,3	0,936
Гидроизоляция Унифлекс ЭПП ( $\delta = 2,8$ мм)	-	-	-
Промазка битумным праймером ТЕХНОНИКОЛЬ №1, ТУ -5775-011-17925162-2003	-	-	-
Итого			1,248
Лестничная клетка (площадка, ступени)			
Керамическая плитка ГОСТ 6787-2001, на клею ( $\delta = 10$ мм, $\gamma = 24$ кН/м <sup>3</sup> )	0,24	1,3	0,312
Стяжка из цементно-песчаного раствора М150 ( $\delta = 20$ мм, $\gamma = 18$ кН/м <sup>3</sup> ).	0,36	1,3	0,468
Итого			0,78
Офисные помещения и др.			
Паркетная доска Polarwood ( $\delta = 14$ мм, $\gamma = 7,2$ кН/м <sup>3</sup> )	0,101	1,2	0,1212
Вспененный полиэтилен ( $\delta = 3$ мм, $\gamma = 0,3$ кН/м <sup>3</sup> )	0,001	1,2	0,0012
Стяжка цементно-песчаным раствором М200, армированная сеткой 4Ср ГОСТ 23279-2012 ( $\delta = 40$ мм, $\gamma = 18$ кН/м <sup>3</sup> )	0,72	1,3	0,936
Звукоизоляция Пенотерм НПП ЛЭ ТУ2246-028-00203430-2003 ( $\delta = 6$ мм, $\gamma = 0,4$ кН/м <sup>3</sup> )	0,002	1,2	0,0024
Итого			1,061
Кровля			
Битумно-полимерный рулонный гидроизоляционный материал ИКОПАЛ ( $\delta = 5$ мм, $\gamma = 0,04$ кН/м <sup>3</sup> )	0,0002	1,3	0,0003
Цементно-песчаная стяжка, армированная металлической сеткой ( $\delta = 50$ мм, $\gamma = 18$ кН/м <sup>3</sup> )	0,9	1,3	1,17
Теплоизоляционный слой из плит РУФ БАТТС СТЯЖКА ( $\delta = 110$ мм, $\gamma = 1,35$ кН/м <sup>3</sup> )	0,149	1,2	0,178
Пароизоляционная пленка	-	-	-
Итого			1,348

Ввиду большой протяженности здания (более 200 м) и небольшой высоты (около 18 м) при расчете ветровой нагрузки можно рассматривать здание как

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

прямоугольное в плане: этот вариант решения является наиболее близким согласно СП 20.13330.2016 [16].

Нормативные значения средней составляющей основной ветровой нагрузки в зависимости от эквивалентной высоты  $z_e$  над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \quad (3.9)$$

где  $w_0$  – нормативное значение ветрового давления (для ветрового района III  $w_0 = 0,38$  кПа);

$k(z_e)$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты  $z_e$ ;

$c$  – аэродинамический коэффициент.

Учитывая, что  $d$  – размер здания в направлении, перпендикулярном расчетному направлению ветра (поперечный размер), а  $h$  – высота здания, определим эквивалентную высоту: при  $h = 18$  м <  $d = (210$  м;  $22,8$  м)  $z_e = h = 18$  м.

Коэффициент  $k(z_e)$ , учитывающий изменение ветрового давления, для высот  $z_e < 10$  м определяется согласно СП 20.13330.2016 [16, табл. 11.2], а для высот  $10 \leq z_e \leq 300$  м вычисляется по формуле

$$k(z_e) = k_{10} (z_e / 10)^{2\alpha}, \quad (3.10)$$

где  $k_{10}$ ,  $\alpha$  – параметры согласно таблице 11.3 по СП 20.13330.2016 [16] (для типа местности В  $k_{10} = 0,65$ ,  $\alpha = 0,2$ ).

Аэродинамический коэффициент при вертикальных стенах прямоугольных в плане зданий с наветренной стороны равен  $c = 0,8$ , с подветренной  $c = -0,5$ .

Результаты расчет сведены в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты расчета ветровой нагрузки

Высота $h$ , м	Высота $z_e$ , м	Коэффициент $k(z_e)$	$w_m$ , кН/м <sup>2</sup>		$w_m$ , кН/м	
			Наветренная сторона	Подветренная сторона	Наветренная сторона	Подветренная сторона
18	18	0,822	0,250	-0,156	0,900	-0,562

Ветровую нагрузку прикладываем равномерно-распределенной в зависимости от направления ветра. Получаем 4 варианта загрузений.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (3.11)$$

где  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов;

$c_t$  – термический коэффициент;

$\mu$  – коэффициент формы, учитывающий переход от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие (в данном случае при плоской кровле  $\mu=1$ );

$S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли (для снегового района II  $S_g = 1$  кПа).

Снижение снеговой нагрузки, предусматриваемое СП 20.13330.2016 [16, п. 10.7, 10.8], не распространяется на покрытия зданий в районах со среднемесячной температурой воздуха в январе выше минус 5°C, поэтому принимаем для г. Ростов-на-Дону, где среднемесячная температура января минус 3,8°C,  $c_e = 1$ .

При определении снеговых нагрузок для неутепленных покрытий зданий с повышенными тепловыделениями, приводящими к таянию снега, при уклонах кровли свыше 3% и обеспечении надлежащего отвода талой воды следует вводить термический коэффициент  $c_t = 0,8$ . В остальных случаях  $c_t = 1$ .

$$S_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \text{ кН} / \text{м}^2.$$

Загружения от постоянных нагрузок в ПК SCAD представлены на рисунках 3.12-3.16, от временных нагрузок – 3.17-3.20.

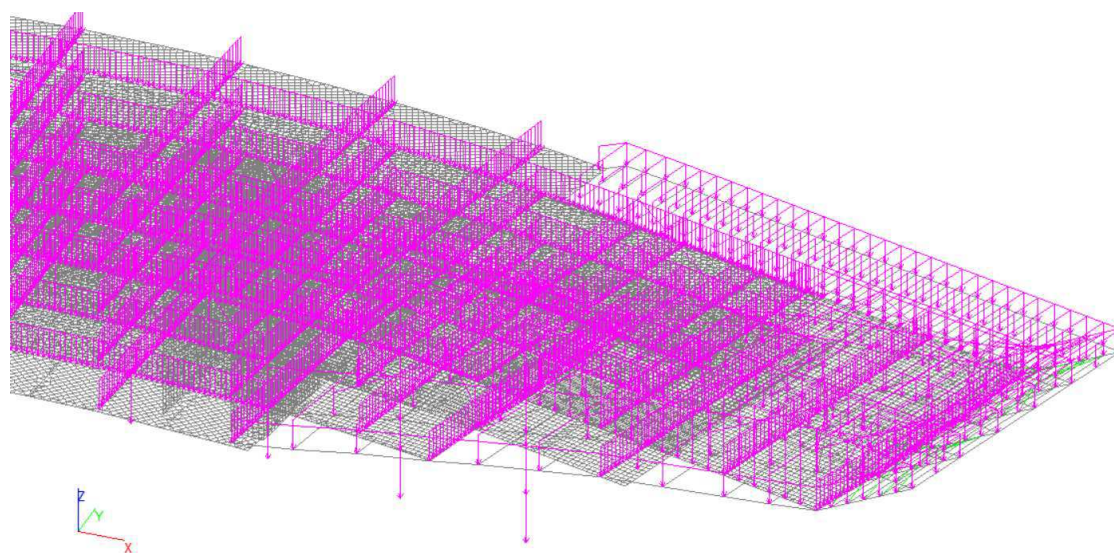


Рисунок 3.12 – Нагрузка от собственного веса металлоконструкций (фрагмент здания)

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

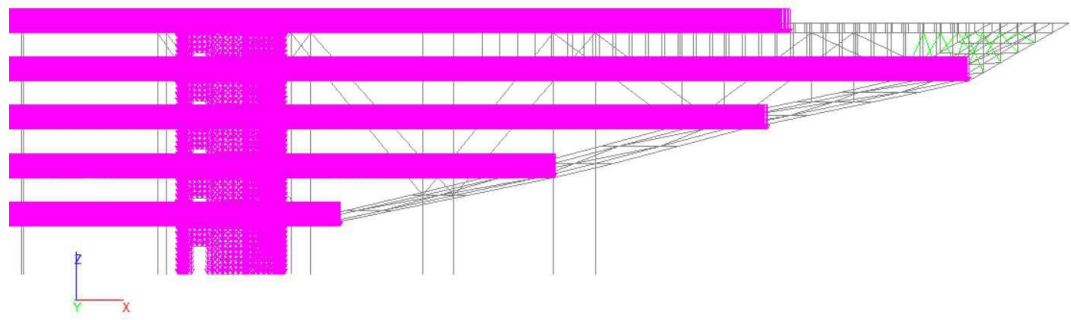


Рисунок 3.13 – Нагрузка от собственного веса железобетонных конструкций (фрагмент здания)

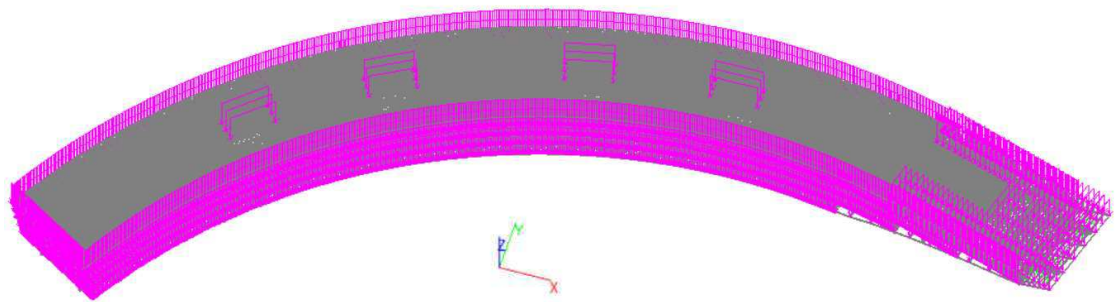


Рисунок 3.14 – Нагрузка от веса наружных ограждающих конструкций

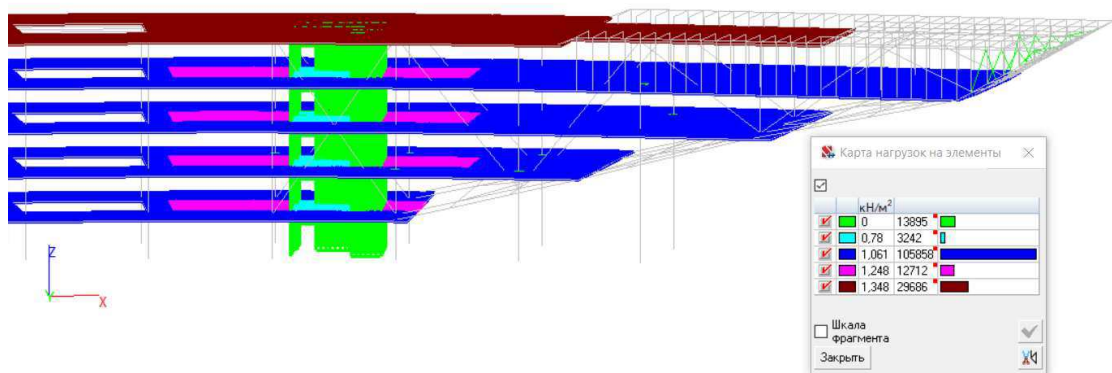


Рисунок 3.15 – Нагрузка от веса полов и кровли (фрагмент здания)

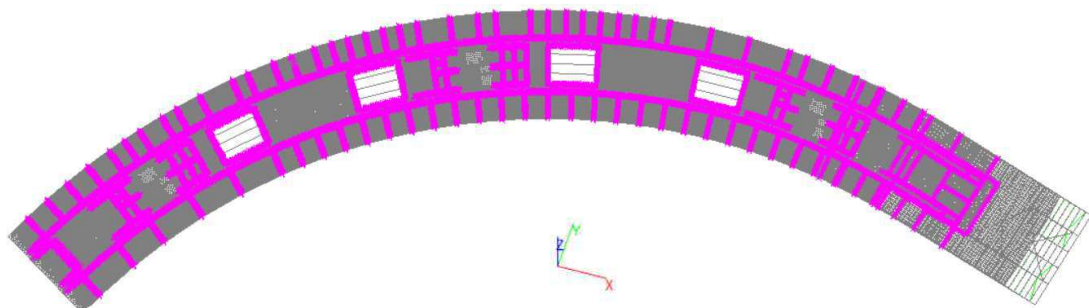


Рисунок 3.16 – Нагрузка от веса перегородок

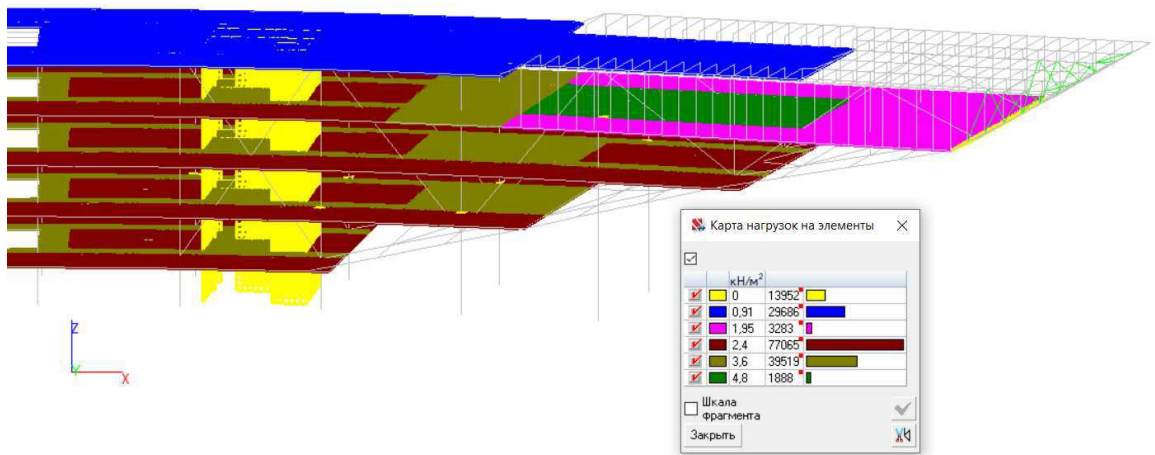


Рисунок 3.17 – Полезная нагрузка от веса людей (фрагмент здания)

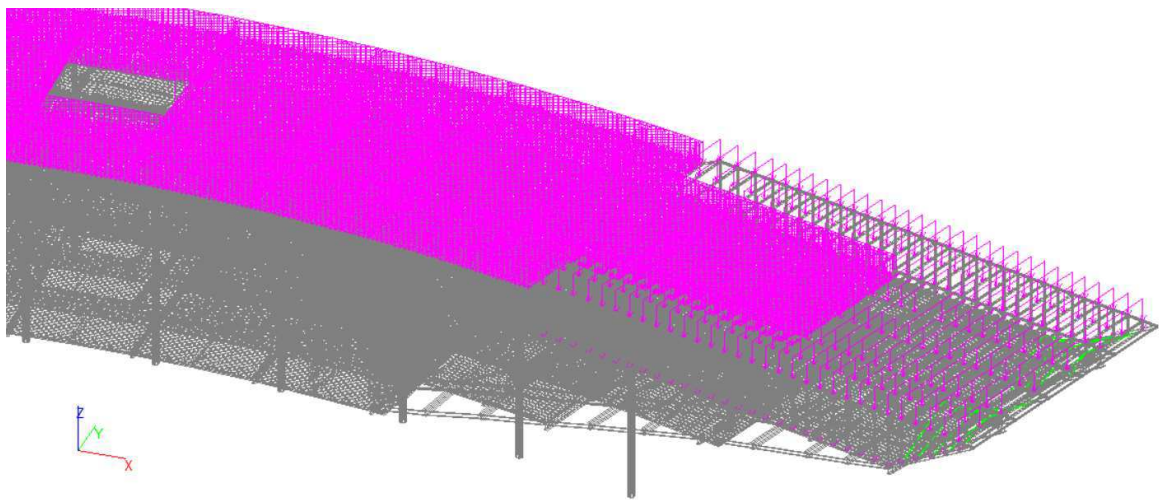


Рисунок 3.18 – Снеговая нагрузка (фрагмент здания)

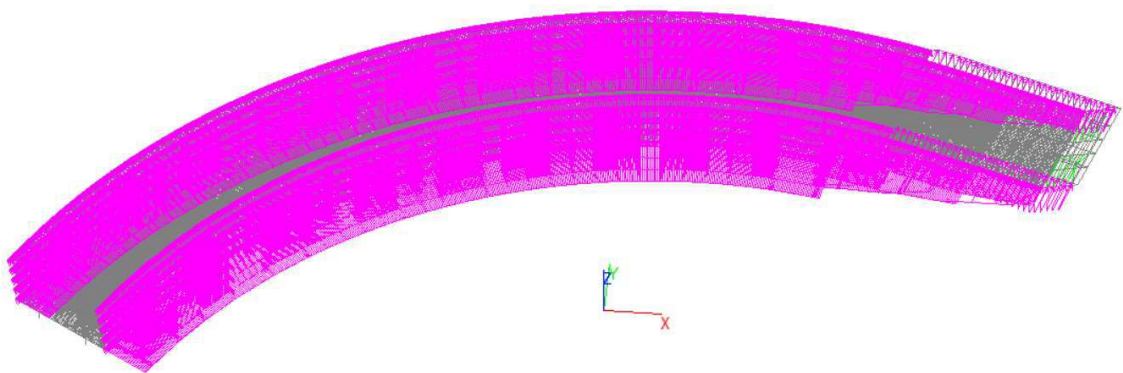


Рисунок 3.19 – Ветровая нагрузка (направление 1+)

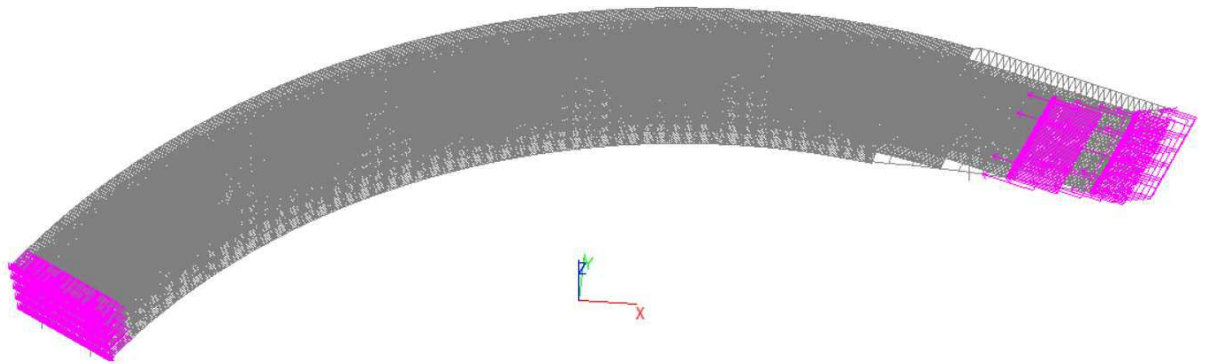


Рисунок 3.20 – Ветровая нагрузка (направление 2-)

Пульсационная составляющая ветрового давления учтена программным комплексом SCAD Office как динамическое воздействие. Параметры задания пульсационной составляющей ветровой нагрузки (направление 1+) показаны на рисунке 3.21. Порядок задания пульсационной составляющих для направления 1-, 2+, 2- аналогичен.

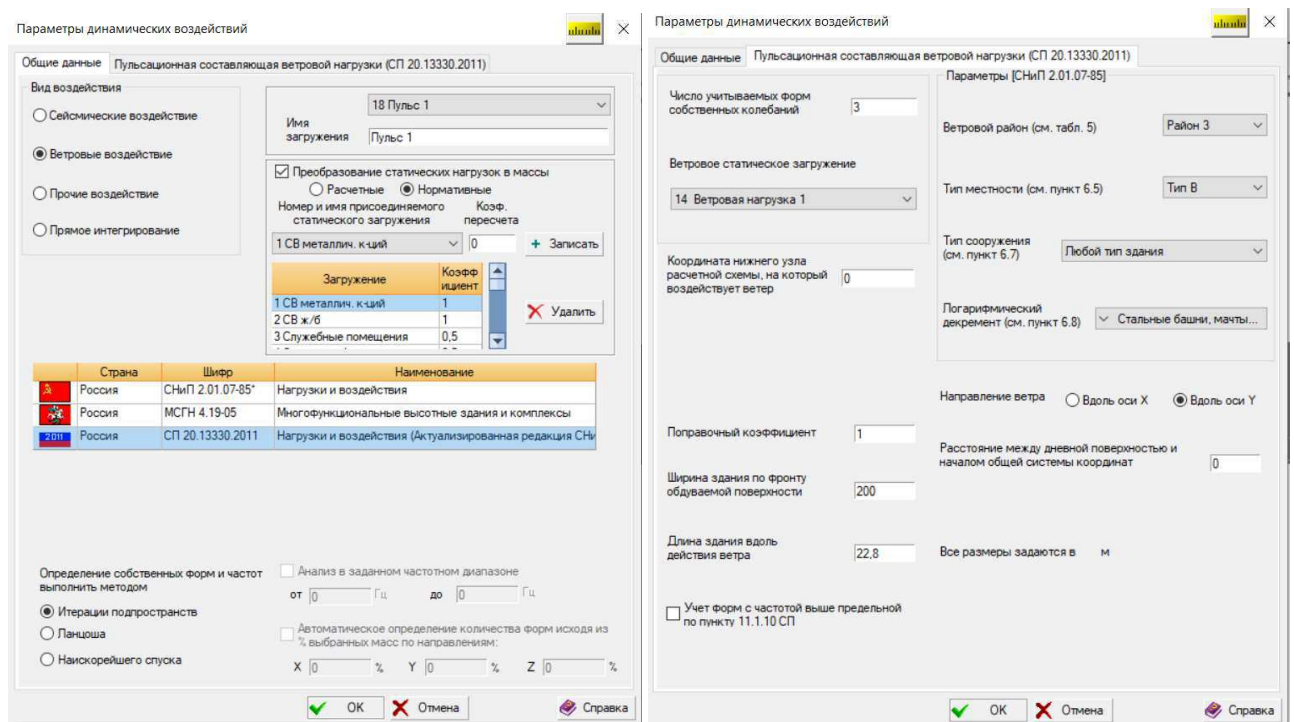


Рисунок 3.21 – Параметры пульсационной составляющей ветрового давления (направление 1+)

### 3.3.3 Формирование комбинаций загружений и расчетных сочетаний усилий

После задания загружений формируем их комбинации (рисунок 3.22) и расчетные сочетания усилий (рисунок 3.23)



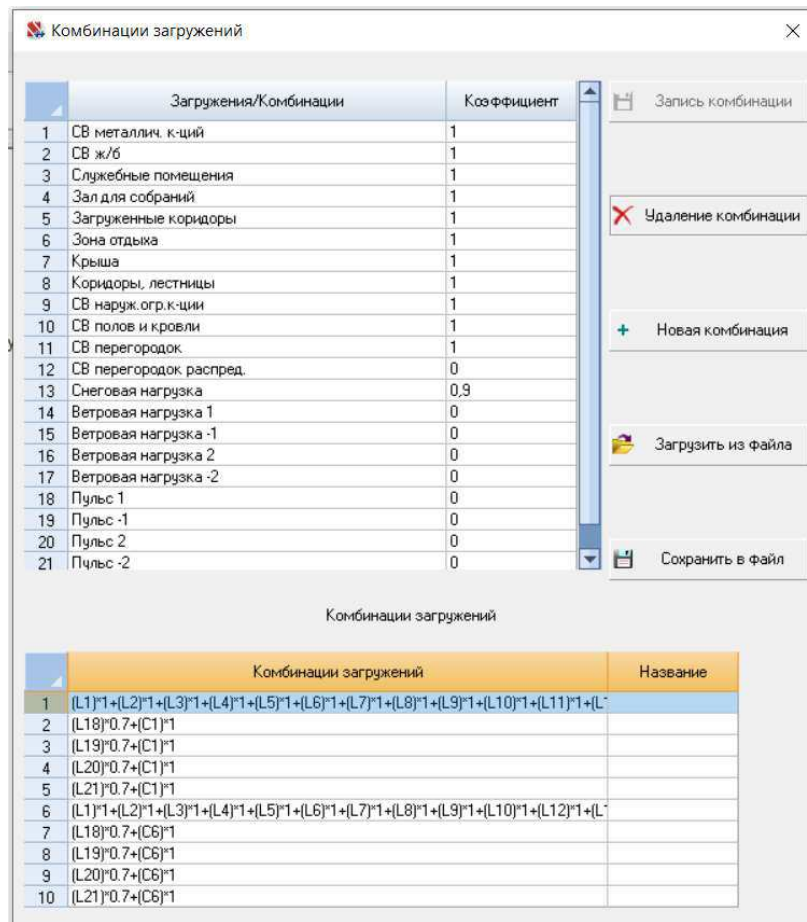


Рисунок 3.22 – Комбинации загружений

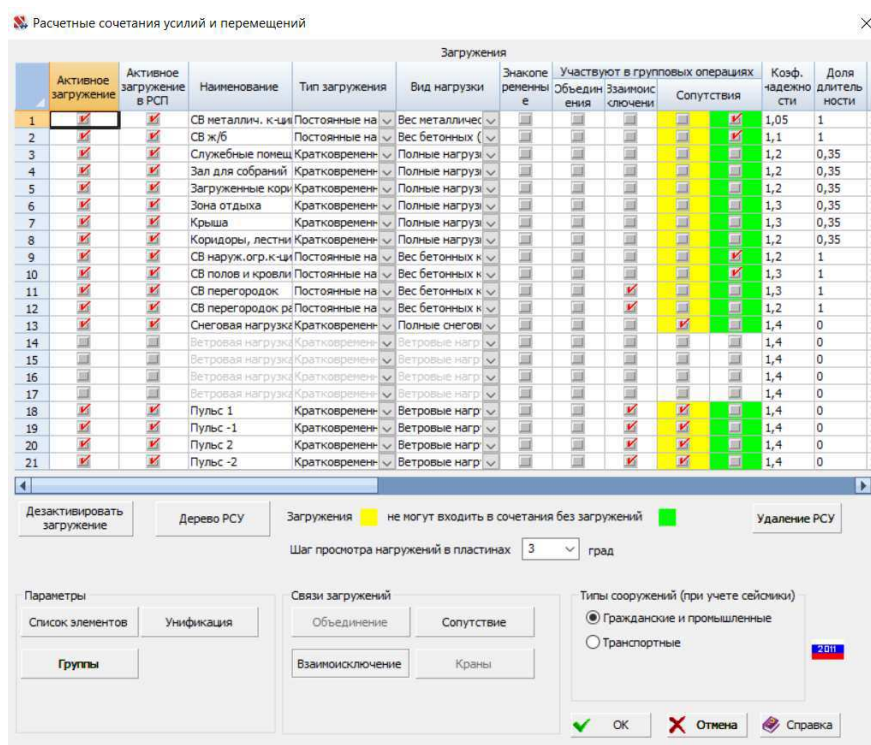


Рисунок 3.23 – Расчетные сочетания усилий (PCY)

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

### 3.3.4 Основные результаты расчета

После задания нагрузок и предварительного назначения жесткостных характеристик конструкций, осуществляем расчет и подбор сечений элементов. Результаты подбора представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты подбора сечений

Наименование группы элементов	Подобранное сечение
Колонны верхние	Трубы электросварные прямошовные 355,6×8 по ГОСТ 10704-91
Колонны верхние усиленные	Трубы электросварные прямошовные 530×11 по ГОСТ 10704-91
Колонны нижние	Трубы электросварные прямошовные 530×13 по ГОСТ 10704-91
Колонны нижние усиленные	Трубы электросварные прямошовные 530×17 по ГОСТ 10704-91
Ригели 1	Двутавр широкополочный 40Ш1 по ГОСТ Р 57837-2017
Ригели 1 усиленные	Двутавр широкополочный 70Ш5 по ГОСТ Р 57837-2017
Ригели 2	Двутавр широкополочный 50Ш1 по ГОСТ Р 57837-2017
Связи крестовые	Трубы электросварные прямошовные 193,7×5 по ГОСТ 10704-91
Связи вертикальные наклонные	Трубы электросварные прямошовные 273×6 по ГОСТ 10704-91
Связи вертикальные наклонные усиленные	Трубы электросварные прямошовные 355,6×16 по ГОСТ 10704-91

Результаты расчета представим в виде отчета о перемещениях (рисунки 3.24-3.26) и усилиях, полученных в программном комплексе SCAD (таблицы 3.5-3.14).

Максимальное нормативное горизонтальное перемещение составило 20,328 мм, что меньше предельного горизонтального перемещения, которое определяется согласно СП 20.13330.2016 [16, табл. Д.4] по формуле

$$f_u = h / 500 = 18000 / 500 = 36 \text{ мм}, \quad (3.12)$$

где  $h$  – высота здания.

Максимальное вертикальное перемещение составило 214,751 мм, что меньше предельного прогиба, который определяется согласно СП 20.13330.2016 [16, табл. Д.1] по формуле

$$f_u = l / 300 = 70000 / 300 = 233,33 \text{ мм}, \quad (3.13)$$

где  $l$  – расчетный пролет элемента конструкции (для консоли принимается удвоенный ее вылет).

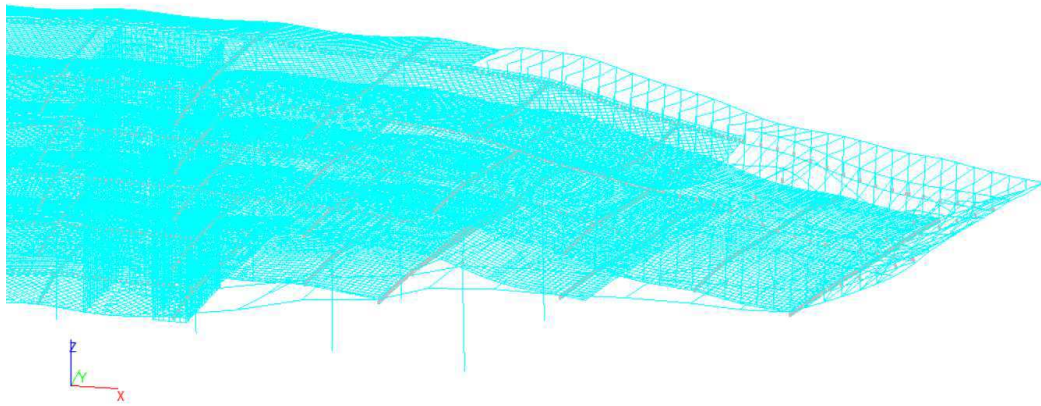


Рисунок 3.24 – Схема деформирования от комбинации нагрузок с ветровой нагрузкой

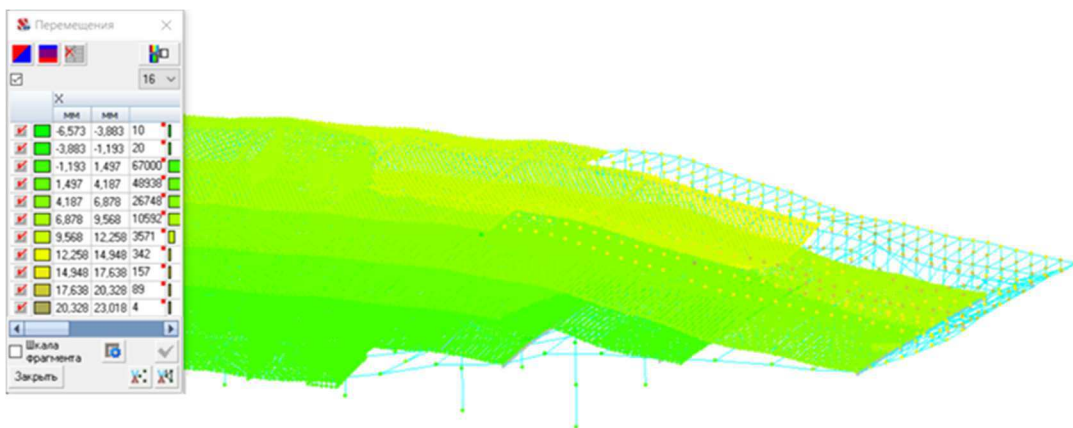


Рисунок 3.25 – Цветовая индикация величин горизонтальных перемещений в узлах (мм)

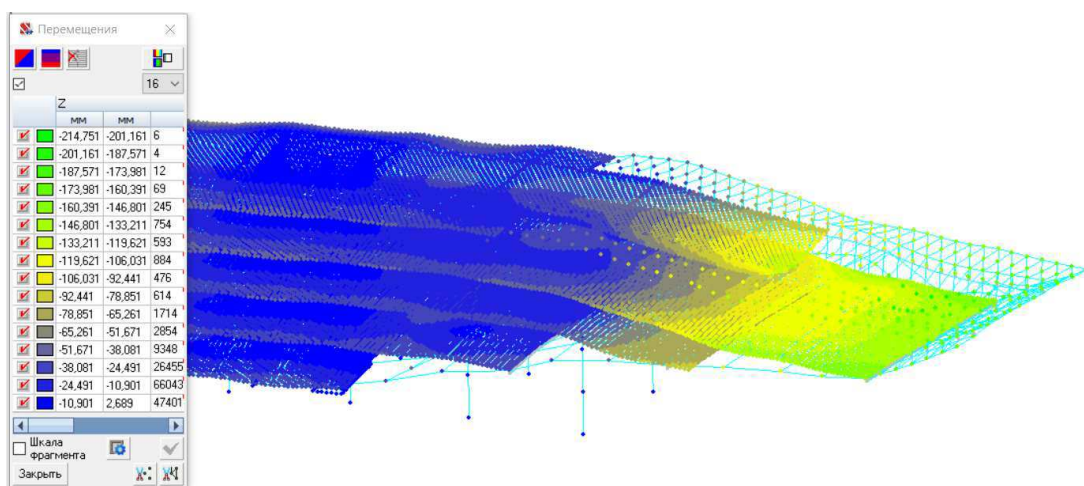


Рисунок 3.26 – Цветовая индикация величин вертикальных перемещений в узлах (мм)

Таблица 3.5 – Выборка величин усилий в верхних колоннах

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	1088,861	556	3	4	-2458	443	1	2
$M_y$ , кН·м	219,144	483	1	3	-230,564	483	3	3
$M_z$ , кН·м	230,34	1	1	9	-124,919	483	1	3
$Q_z$ , кН	225,003	466	3	3	-216,034	454	1	8
$Q_y$ , кН	133,93	59	1	2	-121,72	466	1	8

Таблица 3.6 – Выборка величин усилий в верхних усиленных колоннах

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	-1042,46	447	3	9	-5155,952	402	1	4
$M_y$ , кН·м	398,583	445	1	2	-309,599	402	1	5
$M_z$ , кН·м	161,12	445	1	2	-71,51	447	1	3
$Q_z$ , кН	390,112	445	3	7	-480,792	446	3	8
$Q_y$ , кН	166,032	446	1	8	-133,497	445	1	7

Таблица 3.7 – Выборка величин усилий в нижних колоннах

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	-1608,792	364	3	8	-6451,55	57	1	2
$M_y$ , кН·м	482,5	395	1	3	-570,407	395	3	3
$M_z$ , кН·м	231,421	394	1	7	-292,474	395	1	3
$Q_z$ , кН	562,51	364	3	8	-510,888	379	3	7
$Q_y$ , кН	260,75	379	1	7	-286,871	364	1	8

Таблица 3.8 – Выборка величин усилий в нижних усиленных колоннах

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	-6239,147	197463	3	7	-7861,172	15	1	3
$M_y$ , кН·м	607,347	197463	1	3	-173,681	197463	3	10
$M_z$ , кН·м	34,629	197471	1	2	-304,299	197463	1	3
$Q_z$ , кН	220,366	197472	3	8	-322,123	197472	1	3
$Q_y$ , кН	36,394	15	1	2	-211,518	197472	1	8

Таблица 3.9 – Выборка величин усилий в ригелях 1

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	1217,027	565	1	4	-1402,367	198652	1	2
$M_y$ , кН·м	117,681	571	3	3	-319,538	568	3	3
$M_z$ , кН·м	437,37	9941	1	3	-381,82	44705	3	3
$Q_z$ , кН	24,364	576	3	10	-24,775	592	3	8
$Q_y$ , кН	53,812	79224	1	3	-48,951	10081	1	8

Таблица 3.10 – Выборка величин усилий в ригелях 1 усиленных

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	-192,172	197517	1	10	-2473,533	198660	1	5
$M_y$ , кН·м	1028,343	198677	1	3	-1347,392	198677	3	3
$M_z$ , кН·м	309,244	198660	1	4	-526,645	198677	3	3
$Q_z$ , кН	89,93	198677	3	5	-37,162	198677	1	2
$Q_y$ , кН	10,178	197521	1	8	-16,779	198677	1	5

1

Таблица 3.11 – Выборка величин усилий в ригелях 2

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	1716,514	173183	1	2	-1909,757	141535	1	2
$M_y$ , кН·м	236,926	173184	1	2	-488,076	44781	1	3
$M_z$ , кН·м	910,87	198655	1	3	-599,474	53555	3	2
$Q_z$ , кН	95,344	104651	3	10	-41,611	198673	1	2
$Q_y$ , кН	286,914	198655	1	10	-259,875	105401	3	9

Таблица 3.12 – Выборка величин усилий в крестовых связях

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	76,247	198017	3	3	-329,107	104	3	3
$M_y$ , кН·м	5,09	198668	1	4	-5,971	111	1	2
$M_z$ , кН·м	1,734	111	1	2	-2,237	104	3	4
$Q_z$ , кН	1,546	198665	3	2	-1,485	111	1	3
$Q_y$ , кН	0,352	107	1	3	-0,393	198665	1	2

Таблица 3.13 – Выборка величин усилий в вертикальных наклонных связях

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	320,841	123	1	8	-700,504	124	1	3
$M_y$ , кН·м	47,596	198166	1	4	-52,493	126	1	3
$M_z$ , кН·м	20,269	533	1	2	-17,202	552	3	3
$Q_z$ , кН	101,304	126	3	3	-97,979	126	1	3
$Q_y$ , кН	37,242	545	1	3	-44,227	126	1	3

Таблица 3.14 – Выборка величин усилий в вертикальных наклонных связях усиленных

Наименование	Максимальные значения				Минимальные значения			
	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация	Значение	Элемент	Сечение	Комбинация
$N$ , кН	4821,868	549	3	3	-2454,551	113	1	3
$M_y$ , кН·м	71,582	115	3	3	-145,482	113	3	3
$M_z$ , кН·м	24,796	549	1	2	-22,382	113	3	3
$Q_z$ , кН	82,262	549	3	7	-74,113	551	3	8
$Q_y$ , кН	15,089	551	1	8	-17,094	549	1	7

### 3.4 Проверка сечений элементов

#### 3.4.1 Сечение колонны

Произведем проверку сечения самой нагруженной колонны.

Сечение и материал колонны: круглая стальная труба профилем 530×17 по ГОСТ 10704-91 [19], марка стали – 09Г2С по ГОСТ 19281-2014 [20].

Геометрические характеристики сечения колонны представлены на рисунке 3.27.

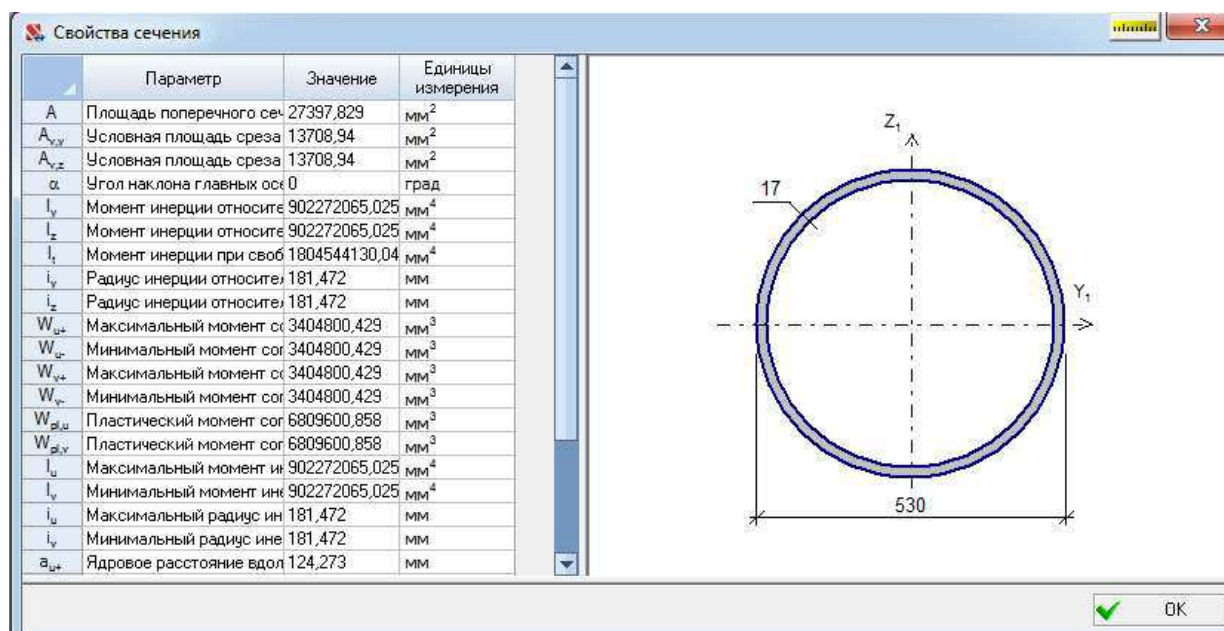


Рисунок 3.27 – Геометрические характеристики сечения колонны

Расчет на прочность внецентренно-сжатых (сжато-изгибаемых) элементов сплошного сечения из стали с нормативным сопротивлением  $R_y \leq 440$  Н/мм, не подвергающихся непосредственному воздействию динамических нагрузок, при напряжениях  $\tau < 0,5 \cdot R_s$  и  $\sigma = \frac{N}{A_n} > 0,1 \cdot R_y$  согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 9.1.1] следует выполнять по формуле

$$\left( \frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \right)^n + \frac{M_x}{c_x \cdot W_{xn,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y \cdot W_{yn,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} + \frac{B}{W_{on,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.14)$$

где  $N, M_x, M_y$  – продольная сила и изгибающие моменты соответственно при наиболее неблагоприятном их сочетании;

$A_n$  – площадь поперечного сечения профиля нетто, т.е. с учетом ослабления его отверстиями;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 1];

$c_x, c_y, n$  – коэффициенты согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Е.1];

$W_{xn,min}, W_{yn,min}$  – моменты сопротивления сечения.

Проверим условия выполнения расчета

$$\tau = \frac{Q_y \cdot S_x}{I_x \cdot t} \leq 0,5 \cdot R_s, \quad (3.15)$$

где  $Q_y = 36,549$  кН – поперечная сила в сечении (согласно расчету по ПК SCAD);

$S_x = 2237,76$  см<sup>3</sup> – статический момент полусечения;

$I_x = 90227,22$  см<sup>4</sup> – момент инерции сечения;

$t = 17$  мм – толщина трубы.

$R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 315 = 182,7$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление стали сдвигу.

$$\tau = \frac{36,549 \cdot 10^3 \cdot 2237,76 \cdot 10^3}{90227,22 \cdot 10^4 \cdot 17} = 5,332 \text{ Н / мм}^2 \leq 0,5 \cdot 182,7 = 91,35 \text{ Н / мм}^2,$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n} > 0,1 \cdot R_y, \quad (3.16)$$

где  $N = 7861,172$  кН – продольная сила в сечении (согласно расчету по ПК SCAD);

$A_n = 273,98$  см<sup>2</sup> – площадь поперечного сечения профиля нетто, т.е. с учетом ослабления его отверстиями.

$$\sigma = \frac{7861,172 \cdot 10^3}{273,98 \cdot 10^2} = 286,925 \text{ Н / мм}^2 > 0,1 \cdot 315 = 31,5 \text{ Н / мм}^2.$$

Произведем проверочный расчет на прочность по формуле (3.14)

$$\left( \frac{7861,172 \cdot 10^3}{273,98 \cdot 10^2 \cdot 315 \cdot 0,95} \right)^{1,5} + \frac{-109,508 \cdot 10^6}{1,26 \cdot 3404,8 \cdot 10^3 \cdot 315 \cdot 0,95} + \frac{110,035 \cdot 10^6}{1,26 \cdot 3404,8 \cdot 10^3 \cdot 315 \cdot 0,95} =$$

$$= 0,94 < 1.$$

Условие выполняется.

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

Расчет на устойчивость внецентренно сжатых (сжато-изгибаемых) элементов постоянного сечения (колонн многоэтажных зданий - в пределах этажа) в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 9.2.2] следует выполнять по формуле

$$\frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.17)$$

где  $\varphi_e$  – коэффициент устойчивости при сжатии с изгибом, принимаемый в зависимости от условной гибкости и приведенного относительного эксцентриситета согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Д.3].

Вычислим расчетную длину колонны

$$l_{ef,x(y)} = \mu_{x(y)} \cdot l_{x(y)}, \quad (3.18)$$

где  $\mu_{x(y)} = 0,5$  – коэффициент расчетной длины, зависящий от условий закрепления концов колонны;

$l_{x(y)} = 7,2$  м – геометрическая длина колонны.

$$l_{ef,x(y)} = 0,5 \cdot 7,2 = 3,6 \text{ м.}$$

Условная гибкость согласно СП 16.13330.2017 [18]

$$\bar{\lambda} = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{l_{ef,y}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (3.19)$$

где  $i_{x(y)} = 181,472$  мм – радиус инерции сечения;

$E = 2,06 \cdot 10^5$  МПа – модуль упругости стали.

$$\bar{\lambda} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{181,472} \cdot \sqrt{\frac{315}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,776.$$

Приведенный эксцентриситет согласно СП 16.13330.2017 [18]

$$m_{ef} = \eta \cdot m = \frac{\eta \cdot e \cdot A}{W_c} = \frac{\eta \cdot M \cdot A}{N \cdot W_c}, \quad (3.20)$$

где  $\eta$  – коэффициент влияния формы сечения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Д.2];

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



$W_c$  – момент сопротивления сечения, вычисленный для наиболее сжатого волокна;

$N, M$  – расчетные значения продольной силы и изгибающего момента, принимаемые для одного и того же сочетания нагрузок (значение  $M$  следует принимать равным для колонны постоянного сечения – наибольшему моменту в пределах длины колонны).

$$m = \frac{M \cdot A}{N \cdot W_c} = \frac{109,508 \cdot 10^3 \cdot 273,98 \cdot 10^2}{7861,172 \cdot 3404,8 \cdot 10^3} = 0,112, \quad (3.21)$$

$$\eta = (1,35 - 0,05 \cdot m) - 0,01(5 - m) \cdot \bar{\lambda}, \quad (3.22)$$

$$\eta = (1,35 - 0,05 \cdot 0,112) - 0,01(5 - 0,112) \cdot 0,776 = 1,306,$$

$$m_{ef} = \eta \cdot m = 1,306 \cdot 0,112 = 0,146.$$

Произведем проверочный расчет на устойчивость по формуле (3.17), учитывая, что  $\varphi_e = 925$

$$\frac{7861,172 \cdot 10^3}{0,925 \cdot 273,98 \cdot 10^2 \cdot 315 \cdot 0,95} = 0,98 < 1.$$

Условие выполняется.

Гибкости элементов  $\lambda = l_{ef} / i$  не должны превышать предельных значений  $\lambda_u$ , приведенных в СП 16.13330.2017 [18, табл. 32] для сжатых элементов

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha, \quad (3.23)$$

где  $\alpha = \frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = 0,98$  – коэффициент, принимаемый не менее 0,5.

$$\lambda_u = 180 - 60 \cdot 0,98 = 121,2$$

Произведем проверку гибкости

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3600}{181,472} = 19,94 < \lambda_u = 121,2. \quad (3.24)$$

Условие выполняется.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

### 3.4.2 Проверка сечения балки

Произведем проверку сечения самого нагруженного ригеля.

Сечение и материал ригеля: двутавр широкополочный профилем 50Ш1 по ГОСТ Р 57837-2017 [21], марка стали – С345 по ГОСТ 27772-2015 [22].

Геометрические характеристики сечения ригеля представлены на рисунке 3.28.

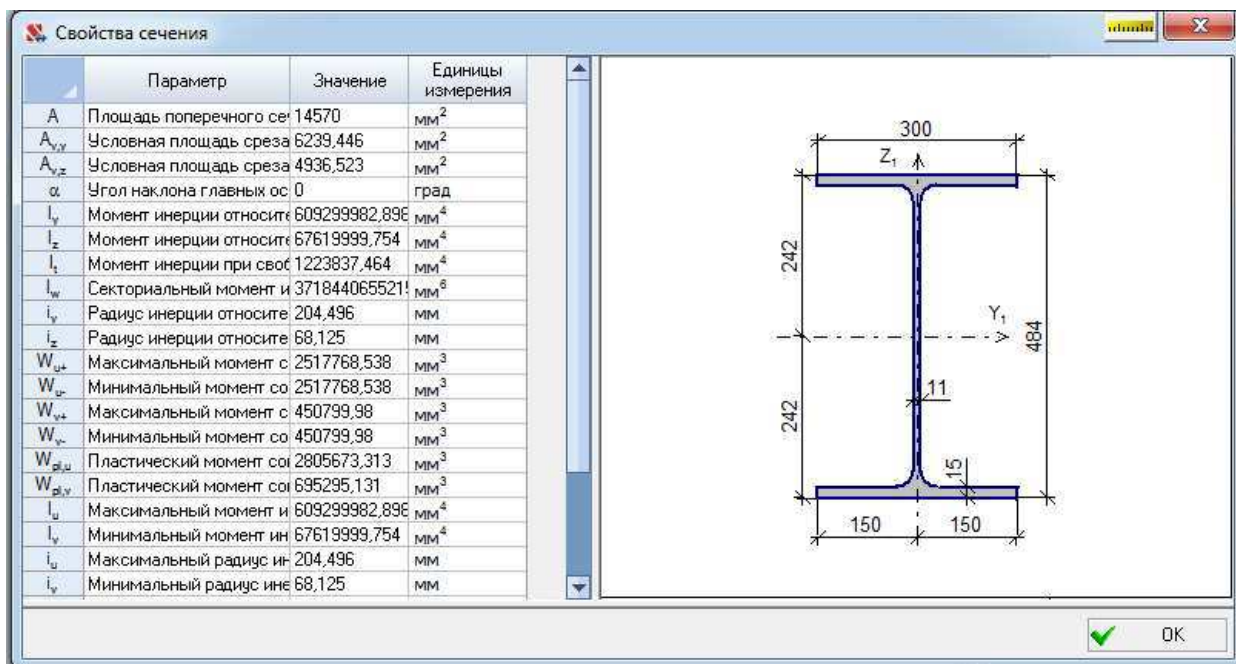


Рисунок 3.28 – Геометрические характеристики сечения ригеля

Расчет на прочность изгибаемых элементов (балок) согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 8.2.1] следует выполнять по следующим формулам.

Проверка прочности балки по нормальным напряжениям

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

$$\frac{M}{W_{n,min} \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.26)$$

где  $M = M_y = 85,09$  кН·м – максимальный изгибающий момент в одной из главных плоскостей (согласно расчету по ПК SCAD);

$W_{n,min} = W_y = 451$  см<sup>3</sup> – момент сопротивления сечения нетто;

$R_y = 315$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;

$\gamma_c = 0,9$  – коэффициент условий работы согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 1].

$$\frac{85,09 \cdot 10^6}{451 \cdot 10^3 \cdot 315 \cdot 0,9} = 0,67 < 1$$

Условие выполняется.

Проверка прочности балки по касательным напряжениям

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w} \leq R_s \cdot \gamma_c, \quad (3.27)$$

$$\frac{Q \cdot S}{I \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.28)$$

где  $Q = Q_x = 286,914$  кН – поперечная сила (согласно расчету по ПК SCAD);

$S = S_x = 1403$  см<sup>3</sup> – статический момент полусечения;

$I = I_x = 60930$  см<sup>4</sup> – момент инерции сечения;

$t_w = 11$  мм – толщина стенки;

$R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 315 = 182,7$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление стали сдвигу.

$$\frac{286,914 \cdot 10^3 \cdot 1403 \cdot 10^3}{60930 \cdot 10^4 \cdot 11 \cdot 182,7 \cdot 0,9} = 0,37 < 1.$$

Условие выполняется.

Проверка деформативности (жесткости) балок относится ко второй группе предельных состояний и направлена на предотвращение условий, затрудняющих их нормальную эксплуатацию. Суть проверки: максимальный прогиб балок  $f_{max}$  не должен превышать предельных значений  $f_u$ , установленных нормами проектирования.

Согласно СП 20.13330.2016 [16, табл. Д.1] при пролете 12 м  $f_u = l / 250 = 12000 / 250 = 48$  мм.

Максимальный прогиб балки следует определять от нормативных нагрузок. Согласно расчету по ПК SCAD  $f_{max} = 38,71$  мм, что меньше  $f_u = 48$  мм. Следовательно, жесткость балки обеспечена.

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

### 3.4.5 Проверка сечения связи

Произведем проверку сечения самой нагруженной связи.

Сечение и материал связи: круглая стальная труба профилем 355,6×16 по ГОСТ 10704-91 [19], марка стали – 09Г2С по ГОСТ 19281-2014 [20].

Геометрические характеристики сечения колонны представлены на рисунке 3.29.

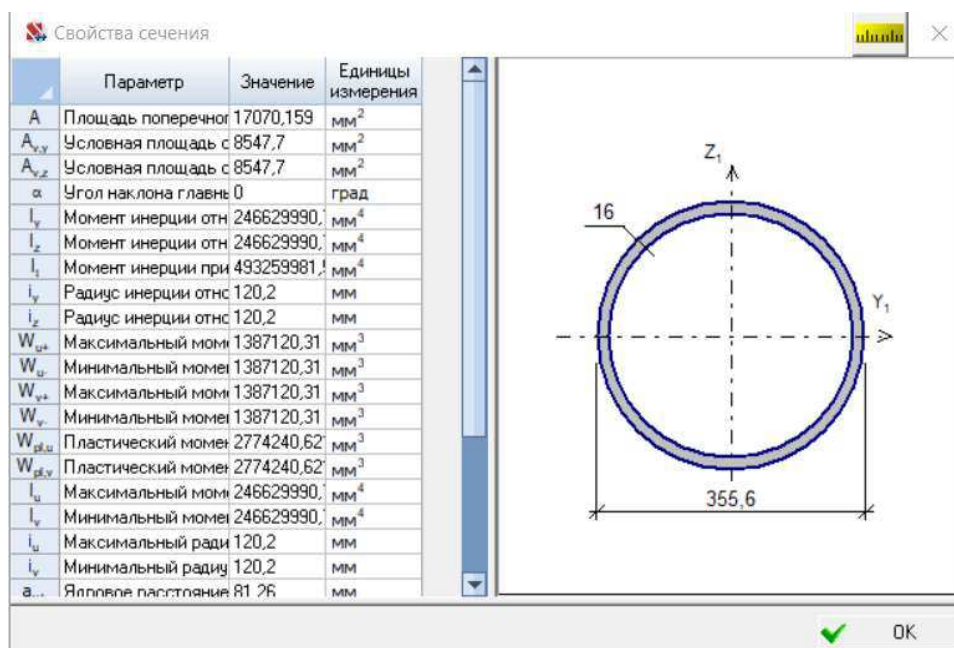


Рисунок 3.29 – Геометрические характеристики сечения связи

Расчет на прочность элементов при центральном растяжении или сжатии согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 7.1.1] следует выполнять по следующей формуле

$$\frac{N}{A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.29)$$

где  $N = 4821,868$  кН – продольная сила в сечении (согласно расчету по ПК SCAD);

$A_n = 170,7$  см<sup>2</sup> – площадь поперечного сечения профиля нетто, т.е. с учетом ослабления его отверстиями.

$R_y = 315$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;

$\gamma_c = 0,9$  – коэффициент условий работы согласно СП 16.13330.2017 [18, табл.1].

$$\frac{4821,868 \cdot 10^3}{170,7 \cdot 10^2 \cdot 315 \cdot 0,9} = 0,996 < 1.$$

Условие выполняется.

Гибкости элементов  $\lambda = l_{ef} / i$  не должны превышать предельных значений  $\lambda_u$ . Согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 33] для растянутых элементов  $\lambda_u = 400$

Произведем проверку гибкости

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{12,3 \cdot 10^3}{120,2} = 102,33 < \lambda_u = 400, \quad (3.30)$$

где  $l_{ef} = l = 12,3$  м – расчетная длина элемента согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 26];

$i = 120,2$  см<sup>2</sup> – радиус инерции сечения.

Условие выполняется.

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

### 3.5 Расчет и конструирование узлов

#### 3.5.1 Фланцевое соединение колонн

Рассчитаем фланцевое соединение колонн.

Болтовые монтажные стыки трубчатых элементов, работающих на сжатие, рекомендуется выполнять с применением толстых кольцевых фланцев с двумя поясами угловых (лобовых) швов. Центры болтовых отверстий следует располагать по окружности минимального радиуса.

Принимаем толщину фланцев 20 мм из стали С345, болты – нормальной точности М24 с классом прочности 5.6, диаметр отверстий – 27 мм, диаметр шайбы – 44 мм. Болты размещаем так, чтобы соблюдались конструктивные требования расположения. Расчетное усилие  $N = -2458$  кН.

Необходимо выбрать тип электрода для ручной сварки, обеспечивающий требуемую несущую способность соединения. Принимаем тип электрода Э50, Э50А для сварочной проволоки Св-08Г2С Г.2 согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.1].

Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (3.31)$$

где  $\beta_f = 0,9$ ,  $\beta_z = 1,05$  – коэффициенты, зависящие от катета, положения шва и вида сварки, принятые согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 39];

$R_{wf} = 215$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление металла углового шва сварного соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.2];

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 470 = 211,5$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление металла на границе сплавления (принят металл фланца, так как его сопротивление меньше сопротивления металла колонны).

$$0,9 \cdot 215 < 1,05 \cdot 211,5,$$

$$193,5 < 222,08.$$

Проверяем прочность по металлу шва согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.16]

$$\sigma_{wf} = \frac{N}{k_f \cdot \beta_f \cdot \sum l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (3.32)$$

где  $N = 2458$  кН – расчетное сжимающее усилие (согласно расчету по ПК SCAD);

$k_f = 7$  мм – катет шва, принятый согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.7, табл. 38];

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

$\sum l_w$  – расчетная длина швов в сварном соединении, равная суммарной длине всех его участков за вычетом по 1 см на каждом непрерывном участке шва;  
 $\gamma_{wf} = 1$  – коэффициент условий работы шва.

$$\sum l_w = l_1 + 2 \cdot n \cdot l_2, \quad (3.33)$$

где  $l_1 = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 355,6 - 10 = 1106,58$  – длина шва по периметру колонны;  
 $l_2 = 120 - 10 = 110$  мм – длина шва соединения ребра жесткости с колонной;  
 $n$  – количество ребер жесткости.

$$\sum l_w = 1106,58 + 2 \cdot 4 \cdot 110 = 1986,58 \text{ мм},$$

$$\sigma_{wf} = \frac{2458 \cdot 10^3}{7 \cdot 0,9 \cdot 1986,58} < 215 \cdot 1 \cdot 0,95,$$

$$196,4 \text{ МПа} < 204,25 \text{ МПа}.$$

Прочность шва обеспечена. Принимаем 4 ребра жесткости размером  $140 \times 200$  мм и толщиной 10 мм.

Требуемое количество болтов из условия среза

$$n \geq \frac{N_{bs}}{R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c}, \quad (3.34)$$

где  $N_{bs} = 260,75$  кН – расчетное усилие в соединении (согласно расчету по ПК SCAD);

$R_{bs} = 210$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление болтов класса прочности 5.6 на срез согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.5];

$A_b = 4,52$  см<sup>2</sup> – площадь сечения болта брутто согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.9];

$n_s = 1$  – число расчетных срезов одного болта (так как болт соединяет две пластины, число срезов принимается 1);

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициент условий работы болтового соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 41].

$$n \geq \frac{260,75 \cdot 10^3}{210 \cdot 4,52 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,95} = 3,21.$$

Требуемое количество болтов из условия смятия

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

$$n \geq \frac{N_{bp}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c}, \quad (3.35)$$

где  $N_{bp} = 260,75$  кН – расчетное усилие в соединении (согласно расчету по ПК SCAD);

$R_{bp} = 605$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление болтов класса прочности 5.6 смятию согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.6];

$\sum t = 25$  мм – наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении (принята толщина одной пластины);

$d_b$  – диаметр стержня болта;

$\gamma_b = 0,83$  – коэффициент условий работы болтового соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 41].

$$n \geq \frac{260,75 \cdot 10^3}{605 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 0,83 \cdot 0,95} = 0,91$$

Принимаем 12 болтов М24 ввиду требований по конструктивному расположению.

Проверка прочности фланцевого соединения для сжатых элементов на действие сдвигающих сил  $Q$  следует проверять по рекомендациям [23, формула 26]

$$Q \leq \mu \cdot N_c, \quad (3.36)$$

где  $N_c = 2458$  кН – усилие сжатия во фланцевом соединении от действия внешней нагрузки (согласно расчету по ПК SCAD);

$\mu = 0,25$  – коэффициент трения соединяемых поверхностей фланцев согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 42].

$$260,75 < 0,25 \cdot 2458 = 614,5 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



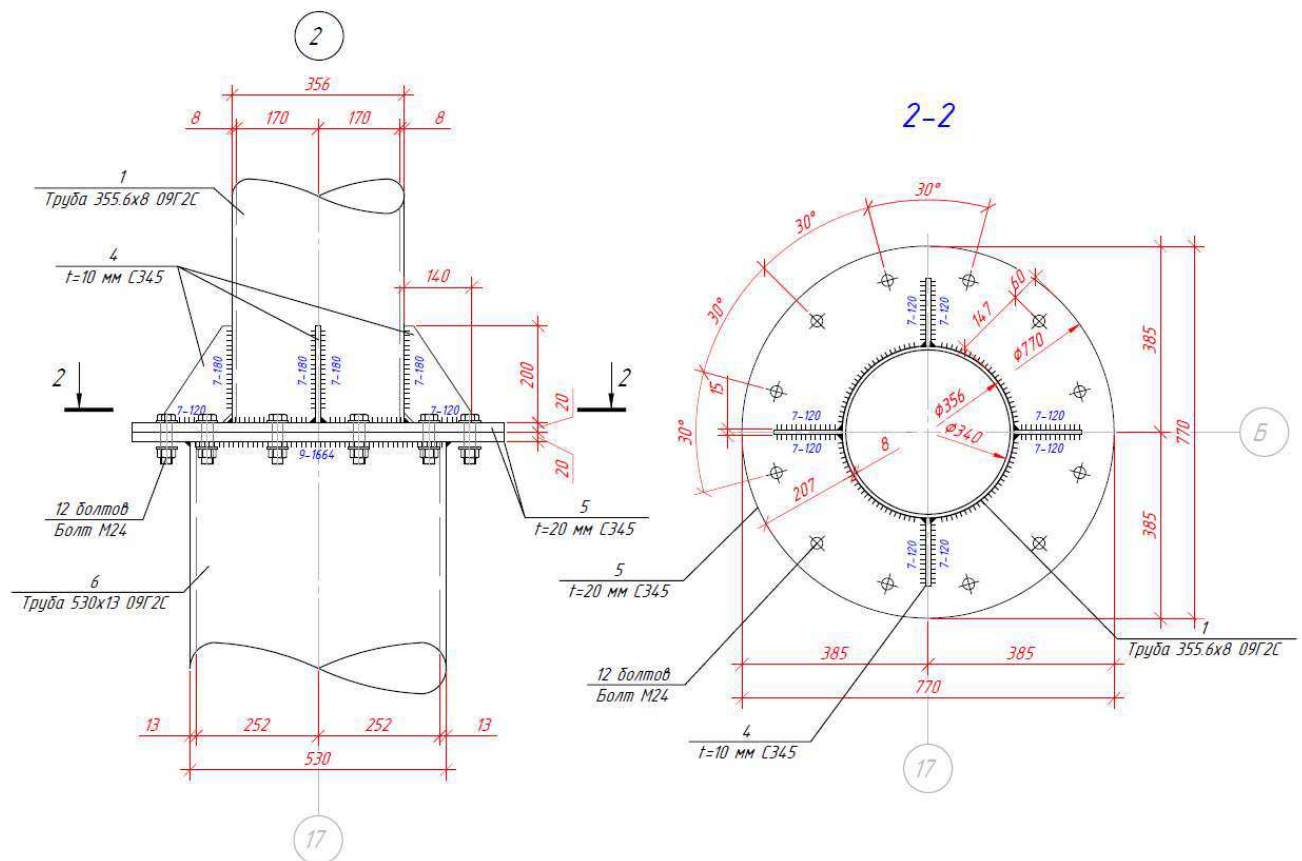


Рисунок 3.30 – Фланцевое соединение колонн

### 3.5.2 Сопряжение ригелей с колонной

Рассчитаем соединение ригеля профилем 50Ш1 с колонной.

Усилие для расчета верхней и нижней накладки

$$N_{расч} = \frac{M}{H + h_g} \pm \frac{N}{2}, \quad (3.37)$$

где  $M = -320,412$  кН·м – опорный момент в ригеле (согласно расчету по ПК SCAD);

$N = -1587,869$  кН – нормальная сила в ригеле (согласно расчету по ПК SCAD);

$H = 484$  мм – высота ригеля.

$h_g = 200$  мм – высота вута.

$$N_{расч} = \frac{320,412}{0,484 + 0,2} + \frac{1587,869}{2} = 1262,37 \text{ кН},$$

$$N_{расч} = \frac{320,412}{0,484 + 0,2} - \frac{1587,869}{2} = -325,5 \text{ кН}.$$

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

Принимаем наибольшее усилие в качестве расчетного.

Толщина сечения колонны должна быть не менее 0,7 толщины примыкающей накладке по ригелю. Примем горизонтальные накладки толщиной 18 мм из стали С345.

В расчетных сечениях эти накладки испытывают два вида воздействий: растяжение или сжатие и поперечный изгиб, обусловленный вертикальными деформациями вертикальных накладок и швов их крепления. Поперечный изгиб горизонтальных накладок можно не учитывать, поскольку вертикальные деформации ограничены.

Проверим верхнюю накладку на нормальное растягивающее напряжение согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 7.1.1]

$$\frac{N_{расч}}{F_{в.н} \cdot R_y \cdot \gamma_c} < 1, \quad (3.38)$$

где  $F_{в.н} = 260 \cdot 18 = 4680 \text{ мм}^2$  – площадь поперечного сечения верхней накладки нетто.

$R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести (для накладки толщиной 18 мм из стали С345) согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. В.2];

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 1].

$$\frac{1262,37 \cdot 10^3}{4680 \cdot 320 \cdot 1} = 0,84 < 1$$

Рассчитаем длину фланговых швов, крепящих накладку к ригелю. Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (3.39)$$

где  $\beta_f = 0,7$ ,  $\beta_z = 1$  – коэффициенты, зависящие от катета, положения шва и вида сварки, принятые согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 39];

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла углового шва сварного соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.2];

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла на границе сплавления.

$$0,7 \cdot 215 = 150,5 < 1 \cdot 211,5.$$

Длина фланговых швов, крепящих накладку к ригелю

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$l_w \geq \frac{N_{расч}}{k_f \cdot \beta_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c} + 10, \quad (3.40)$$

где  $k_f = 10$  мм – катет шва, принятый согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.7, табл. 38].

$$l_w = \frac{1262,37 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9} + 10 = 475,99 \text{ мм}.$$

Принимаем длину фланговых швов 480 мм (при двух швах по накладке).

Аналогично рассчитываем длину угловых швов, крепящих накладку к колонне, принимая  $k_f = 10$  мм

$$l_w = \frac{1262,37 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,95} + 10 = 451,47 \text{ мм}.$$

Принимаем длину швов  $272+200=472$  мм (учитывая ребро жесткости размером 200 мм для верхней накладки и вут – для нижней).

Произведем расчет вертикальных накладок по стенке ригеля.

Ширину накладки по стенке ригеля принимаем  $b=100$  мм, толщину – 10 мм (по катету шва  $k_f = 10$  мм). Высота накладки

$$h = h_w - a \cdot 2 = 454 - 40 \cdot 2 = 380 \text{ мм}, \quad (3.41)$$

где  $h_w$  – высота стенки ригеля;

$a = 37$  мм – расстояние для прокатных ригелей, принимаемое 35-40 мм.

Примем  $h = 380$  мм. Расчетная длина вертикального шва

$$l_w = h - 10 = 380 - 10 = 370 \text{ мм} \quad (3.42)$$

Согласно материалам Троицкого П.Н. [24, формула 1] произведем проверку на предельное срезающее усилие, воспринимаемое швами вертикальных накладок

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot M_{np.u} \cdot Q_{np.u}}{\sqrt{M_{np.u}^2 + (Q_{np.u} \cdot b)^2}} \geq Q, \quad (3.43)$$

где  $M_{np.u}, Q_{np.u}$  – предельные усилия, воспринимаемые швами вертикальных накладок;

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

$Q = 353,85 \text{ кН}$  – поперечная сила в опорном сечении ригеля (согласно расчету по ПК SCAD).

$$Q_{np.u} = 2 \cdot k_f \cdot \beta_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (3.44)$$

$$Q_{np.u} = 2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 370 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1002330 \text{ Н},$$

$$M_{np.u} = \frac{2 \cdot k_f \cdot \beta_f \cdot l_w^2 \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c \cdot 1,3}{6 \cdot 0,817}, \quad (3.45)$$

$$M_{np.u} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 370^2 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3}{6 \cdot 0,817} = 98351842 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot 98351842 \cdot 1002330}{\sqrt{98351842^2 + (1002330 \cdot 100)^2}} = 561607 \text{ Н} = 561,61 \text{ кН} > 353,85.$$

Условие выполняется.

Монтажные болты размещаются по конструктивным соображениям.

Аналогично рассчитываем сопряжения ригеля профилем 50Ш1 (консольная часть) с колонной.

Усилие для расчета верхней и нижней накладки по формуле (3.37)

$$N_{расч} = \frac{481,083}{0,484 + 0,2 \cdot 2} + \frac{1909,757}{2} = 1499,09 \text{ кН},$$

$$N_{расч} = \frac{481,083}{0,484 + 0,2 \cdot 2} - \frac{1909,757}{2} = -410,67 \text{ кН}$$

Принимаем наибольшее усилие в качестве расчетного.

Проверим верхнюю накладку толщиной 18 мм из стали С345 на нормальное растягивающее напряжение по формуле (3.38)

$$\frac{1499,09 \cdot 10^3}{4680 \cdot 320 \cdot 1} = 1$$

Длина фланговых швов, крепящих накладку к ригелю (расчет ведем по металлу шва) по формуле (3.40)

$$l_w = \frac{1499,09 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9} + 10 = 563,4 \text{ мм}.$$

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

Принимаем длину фланговых швов 570 мм (при двух швах по накладке).

Аналогично рассчитываем длину угловых швов, крепящих накладку к колонне, принимая  $k_f = 10$  мм

$$l_w = \frac{1499,09 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,95} + 10 = 534,2 \text{ мм}.$$

Принимаем длину швов  $272+200+260=732$  мм (учитывая вут с размером стенки 200 мм и размером полки 260 мм для верхней и нижней накладки).

Произведем расчет вертикальных накладок по стенке ригеля.

Ширину накладки по стенке ригеля принимаем  $b=100$  мм, толщину – 10 мм (по катету шва  $k_f = 10$  мм). Высота накладки по формуле (3.41)

$$h = 454 - 37 \cdot 2 = 380 \text{ мм},$$

Примем  $h = 380$  мм. Расчетная длина вертикального шва по формуле (3.42)

$$l_w = 380 - 10 = 370 \text{ мм}$$

Согласно материалам Троицкого П.Н. [24, формула 1] и формулам (3.44) и (3.45) произведем проверку на предельное срезающее усилие, воспринимаемое швами вертикальных накладок

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot M_{np.u} \cdot Q_{np.u}}{\sqrt{M_{np.u}^2 + (Q_{np.u} \cdot b)^2}} \geq Q,$$

где  $M_{np.u}, Q_{np.u}$  – предельные усилия, воспринимаемые швами вертикальных накладок;

$Q = 559,16$  кН – поперечная сила в опорном сечении ригеля (согласно расчету по ПК SCAD).

$$Q_{np.u} = 2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 370 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 = 1002330 \text{ Н},$$

$$M_{np.u} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 370^2 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3}{6 \cdot 0,817} = 98351842 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot 98351842 \cdot 1002330}{\sqrt{98351842^2 + (1002330 \cdot 100)^2}} = 561607 \text{ Н} = 561,61 \text{ кН} > 559,16$$

Условие выполняется.

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

Аналогично рассчитываем сопряжения ригеля профилем 40Ш1 с колонной.  
Усилие для расчета верхней и нижней накладки по формуле (3.37)

$$N_{расч} = \frac{229,314}{0,388} + \frac{1402,367}{2} = 1292,2 кН ,$$

$$N_{расч} = \frac{229,314}{0,388} - \frac{1402,367}{2} = -110,17 кН .$$

Принимаем наибольшее усилие в качестве расчетного.

Проверим верхнюю накладку толщиной 18 мм из стали С345 на нормальное растягивающее напряжение по формуле (3.38)

$$\frac{1292,2 \cdot 10^3}{4680 \cdot 320 \cdot 1} = 0,86 < 1$$

Длина фланговых швов, крепящих накладку к ригелю (расчет ведем по металлу шва) по формуле (3.40)

$$l_w = \frac{1292,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9} + 10 = 487 мм .$$

Принимаем длину фланговых швов 490 мм (при двух швах по накладке).

Аналогично рассчитываем длину угловых швов, крепящих накладку к колонне, принимая  $k_f = 10$  мм

$$l_w = \frac{1292,2 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,95} + 10 = 461,9 мм .$$

Принимаем длину швов  $472+200=472$  мм (учитывая ребро жесткости размером 200 мм для верхней и нижней накладки).

Произведем расчет вертикальных накладок по стенке ригеля.

Ширину накладки по стенке ригеля принимаем  $b=100$  мм, толщину – 10 мм (по катету шва  $k_f = 10$  мм). Высота накладки по формуле (3.41)

$$h = 360 - 40 \cdot 2 = 280 мм ,$$

Примем  $h = 280$  мм . Расчетная длина вертикального шва по формуле (3.42)

$$l_w = 280 - 10 = 270 мм$$

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

Согласно материалам Троицкого П.Н. [24, формула 1] и формулам (3.44) и (3.45) произведем проверку на предельное сдвигающее усилие, воспринимаемое швами вертикальных накладок

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot M_{np.u} \cdot Q_{np.u}}{\sqrt{M_{np.u}^2 + (Q_{np.u} \cdot b)^2}} \geq Q,$$

где  $M_{np.u}, Q_{np.u}$  – предельные усилия, воспринимаемые швами вертикальных накладок;

$Q = 302,74$  кН – поперечная сила в опорном сечении ригеля (согласно расчету по ПК SCAD).

$$Q_{np.u} = 2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 270 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 = 731430 \text{ Н},$$

$$M_{np.u} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 270^2 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3}{6 \cdot 0,817} = 52372894 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot 52372894 \cdot 731430}{\sqrt{52372894^2 + (731430 \cdot 100)^2}} = 340659 \text{ Н} = 340,66 \text{ кН} > 302,74.$$

Условие выполняется.

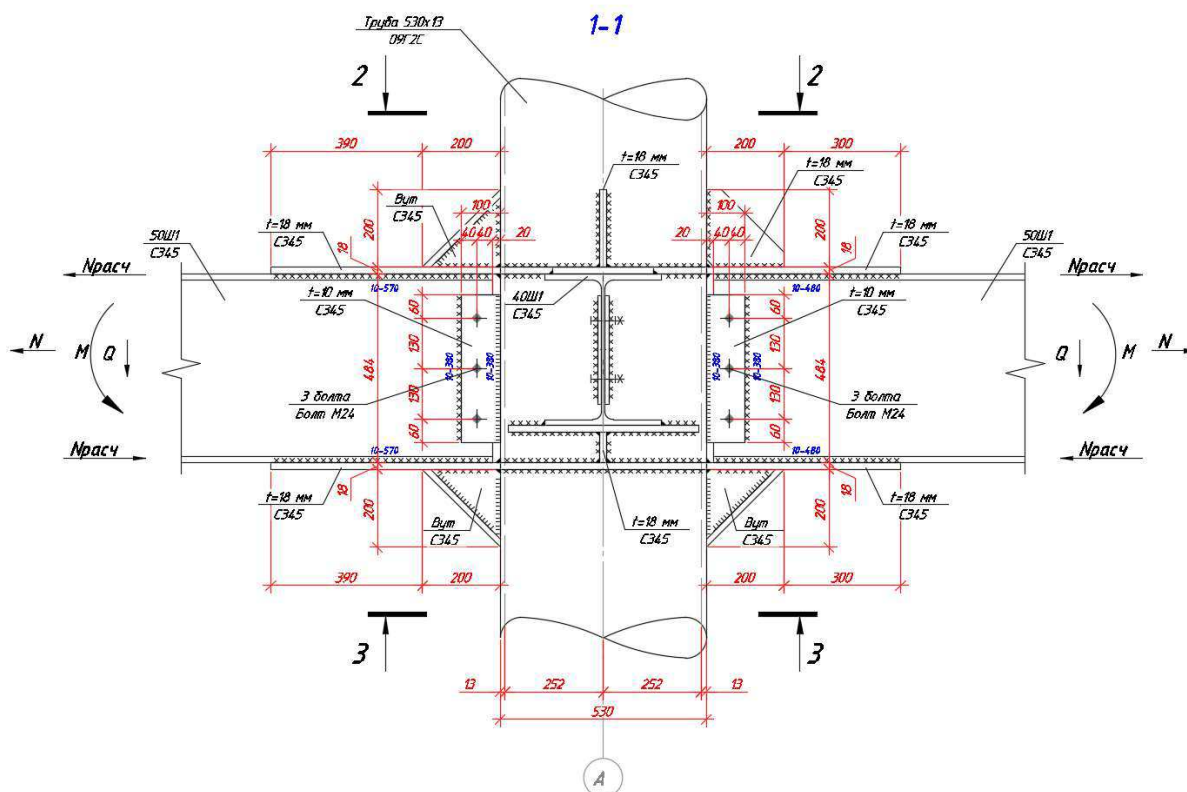


Рисунок 3.31 – Сопряжение ригелей с колонной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

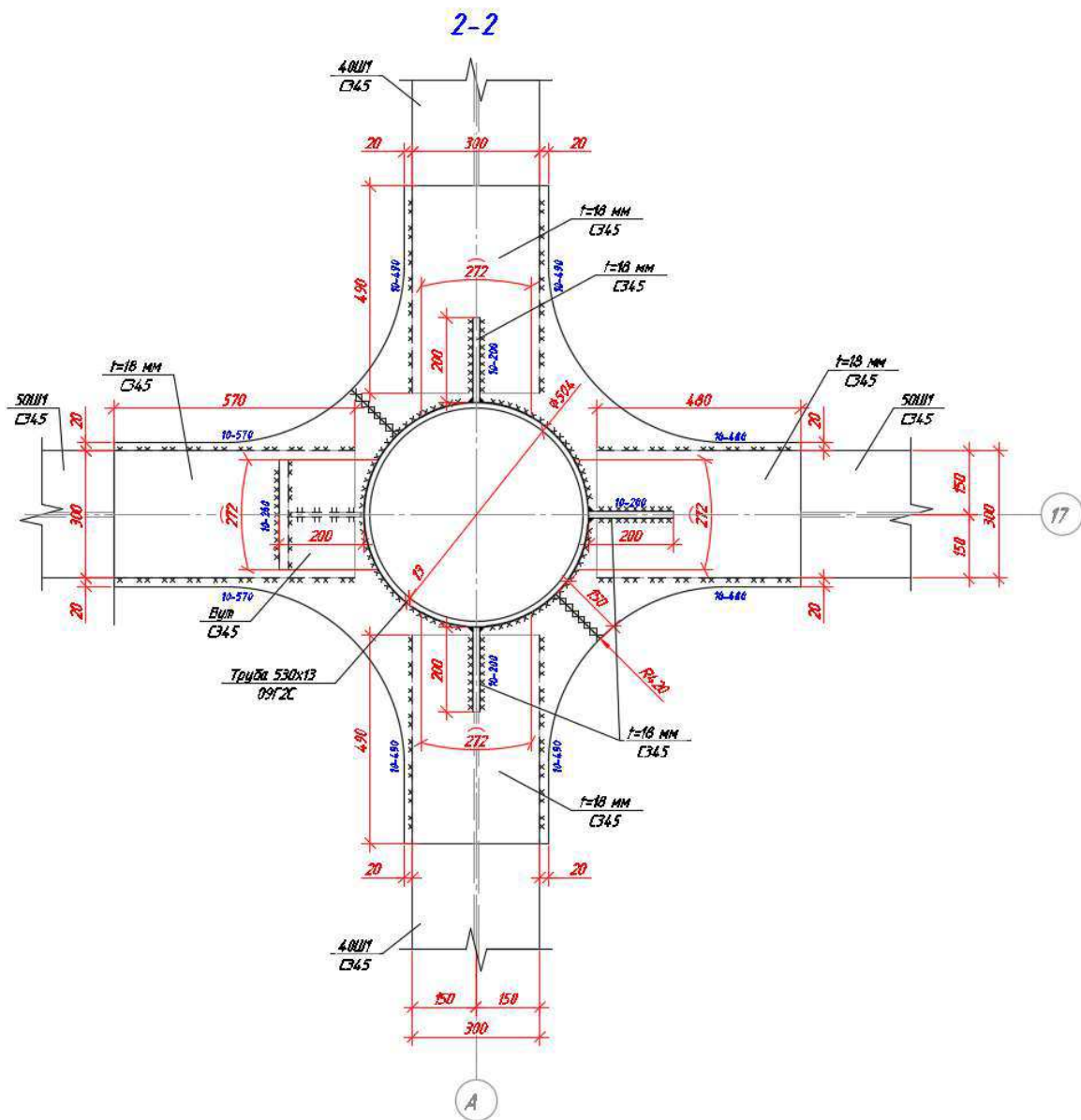


Рисунок 3.32 – Сопряжение ригелей с колонной. Разрез 1-1

### 3.5.3 Болтовое соединение крестовых связей с балкой

Рассчитаем узел с фасонкой с прикреплением к трубчатому стержню связи при помощи болтового монтажного соединения.

Принимаем толщину соединительной пластины 8 мм из стали С345, болты – нормальной точности М24 с классом прочности 5.6, диаметр отверстий – 25 мм, диаметр шайбы – 44 мм. Болты размещаем так, чтобы соблюдались конструктивные требования расположения. Расчетные усилия:  $N_1 = 178,824$  кН,  $N_2 = -28,756$  кН,  $N_3 = -150,023$  кН,  $N_4 = -35,01$  кН.

Необходимо выбрать тип электрода для ручной сварки, обеспечивающий требуемую несущую способность соединения. Принимаем тип электрода Э50, Э50А для сварочной проволоки Св-08Г2С Г.2 согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.1].

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



Проверим длину сварного соединения пластины и трубчатой связи. Расчет ведем по металлу шва, так как

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (3.46)$$

где  $\beta_f = 0,9$ ,  $\beta_z = 1,05$  – коэффициенты, зависящие от катета, положения шва и вида сварки, принятые согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 39];

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла углового шва сварного соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.2];

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 490 = 220,5 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла на границе сплавления.

$$0,9 \cdot 215 < 1,05 \cdot 220,5,$$

$$193,5 < 231,53$$

Проверяем прочность по металлу шва согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.16] для наибольшего расчетного усилия

$$\sigma_{wf} = \frac{N}{k_f \cdot \beta_f \cdot \sum l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (3.47)$$

где  $N$  – расчетное сжимающее усилие (согласно расчету по ПК SCAD);

$k_f = 7$  мм – катет шва, принятый согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.7, табл. 38];

$\sum l_w = (234 - 10) \cdot 2 = 448$  мм – расчетная длина швов в сварном соединении, равная суммарной длине всех его участков за вычетом по 1 см на каждом непрерывном участке шва;

$\gamma_{wf} = 1$  – коэффициент условий работы шва;

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 1];

$$\sigma_{wf} = \frac{178,824 \cdot 10^3}{7 \cdot 0,9 \cdot 448} < 215 \cdot 1 \cdot 1,$$

$$63,36 \text{ МПа} < 215 \text{ МПа}.$$

Прочность шва обеспечена.

Произведем расчет болтового соединения.

Требуемое количество болтов из условия среза

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

$$n \geq \frac{N_{bs}}{R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c}, \quad (3.48)$$

где  $N_{bs} = 178,824 \text{ кН}$  – расчетное усилие в соединении (согласно расчету по ПК SCAD);

$R_{bs} = 210 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление болтов класса прочности 5.6 на срез согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.5];

$A_b = 4,52 \text{ см}^2$  – площадь сечения болта брутто согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.9];

$n_s = 1$  – число расчетных срезов одного болта (так как болт соединяет две пластины, число срезов принимается 1);

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициент условий работы болтового соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 41].

$$n \geq \frac{178,824 \cdot 10^3}{210 \cdot 4,52 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1} = 2,09.$$

Требуемое количество болтов из условия смятия

$$n \geq \frac{N_{bp}}{R_{bp} \cdot d_b \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c}, \quad (3.49)$$

где  $N_{bp} = 178,824 \text{ кН}$  – расчетное усилие в соединении (согласно расчету по ПК SCAD);

$R_{bp} = 645 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление смятию элементов, соединяемых болтами, согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.6];

$\sum t = 8 \text{ мм}$  – наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении (принята толщина одной пластины);

$d_b$  – диаметр стержня болта;

$\gamma_b = 0,93$  – коэффициент условий работы болтового соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 41].

$$n \geq \frac{178,824 \cdot 10^3}{645 \cdot 24 \cdot 8 \cdot 0,93 \cdot 1} = 1,55$$

Принимаем 3 болта ( $k = 3$ ) М24 с диаметром отверстий  $d = 25 \text{ мм}$ .

Проверим прочность листа по ослабленному отверстиями сечению

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

$$\frac{N}{A_n} \leq R_y \cdot \gamma_c, \quad (3.50)$$

где  $A_n$ , мм<sup>2</sup> – площадь поперечного сечения листа нетто.

$R_y = 340$  Н/мм<sup>2</sup> – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести (для пластины толщиной 8 мм из стали С345) согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. В.2];

$$A_n = (b - k \cdot d) \cdot t = (234 - 3 \cdot 25) \cdot 8 = 1272 \text{ мм}^2 \quad (3.51)$$

где  $b = 234$  мм – ширина пластины;

$k = 3$  – количество отверстий в направлении, перпендикулярном усилию;

$d = 25$  мм – диаметр отверстий;

$t = 8$  мм – толщина пластины.

$$\frac{178,824 \cdot 10^3}{1272} < 340 \cdot 1,$$

$$140,58 \text{ МПа} < 340 \text{ МПа} .$$

Условие выполняется.

Аналогично производим расчет болтового соединения для остальных расчетных усилий: принимаем по два болта М24.

Прочность швов, прикрепляющих фасонку к балке, рассчитываем на совместное действие продольного усилия  $N_1$  и  $N_2$ .

$$\sigma_{wf} = \frac{N_1 \cdot \cos 43^\circ + N_2 \cdot \cos 39^\circ}{k_f \cdot \beta_f \cdot \sum l_w} \leq R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c, \quad (3.52)$$

$$\sigma_{wf} = \frac{(178,824 \cdot \cos 43^\circ + 28,756 \cdot \cos 39^\circ) \cdot 10^3}{7 \cdot 0,9 \cdot 650} < 215 \cdot 1 \cdot 0,9,$$

$$37,39 \text{ МПа} < 193,5 \text{ МПа} .$$

Прочность шва обеспечена.

Аналогично проверяем прочность шва второй фасонки на совместное действие продольного усилия  $N_3$  и  $N_4$ .

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

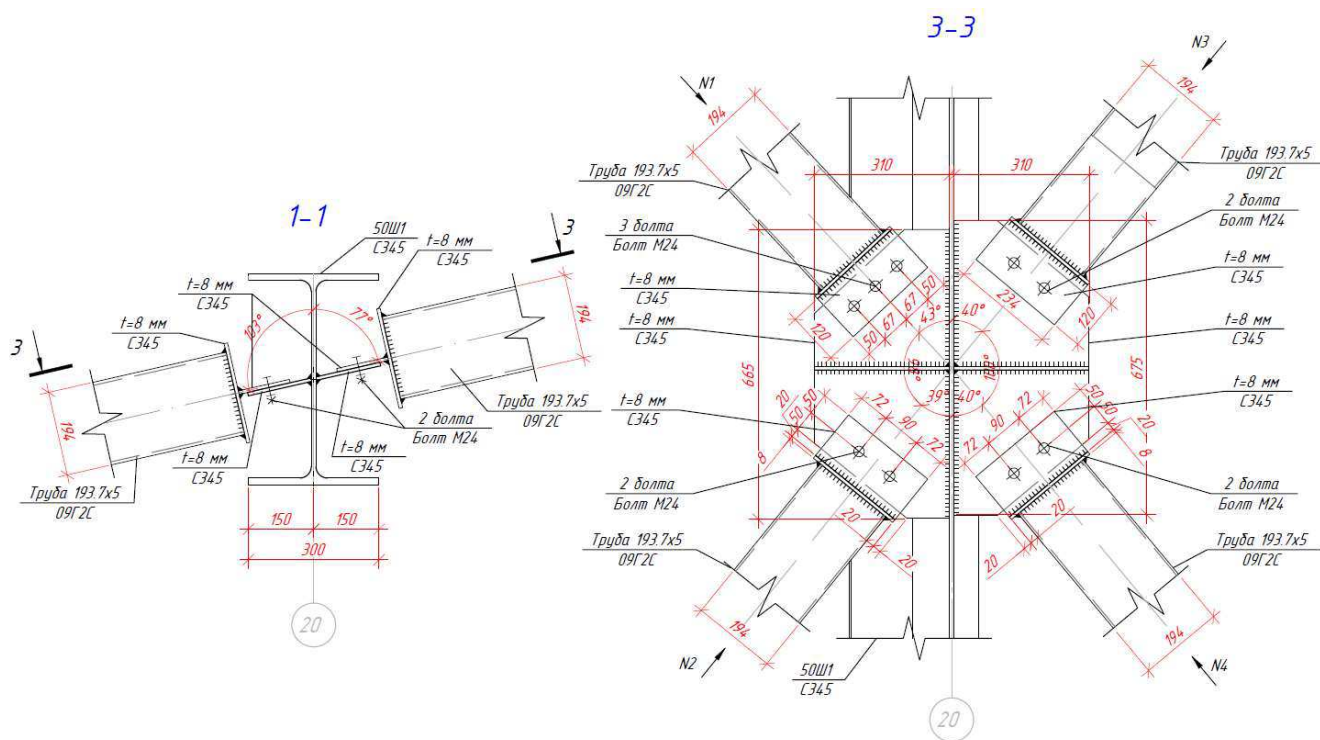


Рисунок 3.33 – Болтовое соединение крестовых связей с балкой

### 3.5.4 Сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной

Рассчитаем сопряжение балки профилем 70Ш5 с колонной (с правой стороны).

Усилие для расчета верхней и нижней накладки по формуле (3.37)

$$N_{расч} = \frac{911,344}{0,718+0,45} + \frac{2463,411}{2} = 2011,97 \text{ кН},$$

$$N_{расч} = \frac{911,344}{0,718+0,45} - \frac{2463,411}{2} = -451,29 \text{ кН}.$$

Принимаем наибольшее усилие в качестве расчетного.

Толщина сечения колонны должна быть не менее 0,7 толщины примыкающей накладки по балке. Примем горизонтальные накладки толщиной 24 мм из стали С345.

В расчетных сечениях эти накладки испытывают два вида воздействий: растяжение или сжатие и поперечный изгиб, обусловленный вертикальными деформациями вертикальных накладок и швов их крепления. Поперечный изгиб горизонтальных накладок можно не учитывать, поскольку вертикальные деформации ограничены.

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

Проверим верхнюю накладку толщиной 24 мм из стали С345 на нормальное растягивающее напряжение по формуле (3.38)

$$\frac{2011,97 \cdot 10^3}{6720 \cdot 300 \cdot 1} = 0,99 < 1.$$

Рассчитаем длину фланговых швов, крепящих накладку к ригелю. Расчет ведем по металлу шва, так как согласно формуле (3.39)

$$0,7 \cdot 215 = 150,5 < 1 \cdot 207.$$

Длина фланговых швов, крепящих накладку к балке по формуле (3.40)

$$l_w = \frac{2011,97 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9} + 10 = 505,13 \text{ мм}.$$

Принимаем длину фланговых швов 510 мм (при двух швах по накладке).

Аналогично рассчитываем длину угловых швов, крепящих накладку к колонне, принимая  $k_f = 15$  мм

$$l_w = \frac{2011,97 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,95} + 10 = 479,07 \text{ мм}.$$

Учитывая размеры фасонки для верхней накладки и вут – для нижней, можно считать, что прочность швов обеспечена.

Произведем расчет вертикальных накладок по стенке балки.

Ширину накладки по стенке балки принимаем  $b=100$  мм, толщину – 15 мм (по катету шва  $k_f = 15$  мм). Высота накладки по формуле (3.41)

$$h = 645 - 40 \cdot 2 = 565 \text{ мм},$$

Примем  $h = 565$  мм. Расчетная длина вертикального шва по формуле (3.42)

$$l_w = 565 - 10 = 555 \text{ мм}$$

Согласно материалам Троицкого П.Н. [24, формула 1] и формулам (3.44) и (3.45) произведем проверку на предельное сдвигающее усилие, воспринимаемое швами вертикальных накладок

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot M_{np.ш} \cdot Q_{np.ш}}{\sqrt{M_{np.ш}^2 + (Q_{np.ш} \cdot b)^2}} \geq Q,$$

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

где  $M_{np.u}$ ,  $Q_{np.u}$  – предельные усилия, воспринимаемые швами вертикальных накладок;

$Q = 245,524$  кН – поперечная сила в опорном сечении балки (согласно расчету по ПК SCAD).

$$Q_{np.u} = 2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 555 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 = 2255242 \text{ Н} ,$$

$$M_{np.u} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 555^2 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3}{6 \cdot 0,817} = 331937467 \text{ Н} \cdot \text{мм} ,$$

$$Q_{np} = \frac{0,8 \cdot 331937467 \cdot 2255242}{\sqrt{331937467^2 + (2255242 \cdot 100)^2}} = 1492339 \text{ Н} = 1492,34 \text{ кН} > 245,52 .$$

Условие выполняется.

Монтажные болты размещаются по конструктивным соображениям.

Аналогично рассчитываем сопряжение балки профилем 70Ш5 с колонной (с левой стороны).

Усилие для расчета верхней и нижней накладки по формуле (3.37)

$$N_{расч} = \frac{330,501}{0,718} + \frac{1710,975}{2} = 1315,8 \text{ кН} ,$$

$$N_{расч} = \frac{330,501}{0,718} - \frac{1710,975}{2} = -395,18 \text{ кН} .$$

Принимаем наибольшее усилие в качестве расчетного.

Проверим верхнюю накладку толщиной 24 мм из стали С345 на нормальное растягивающее напряжение по формуле (3.38)

$$\frac{1315,8 \cdot 10^3}{6720 \cdot 300 \cdot 1} = 0,65 < 1 .$$

Длина фланговых швов, крепящих накладку к балке (расчет ведем по металлу шва) по формуле (3.40)

$$l_w = \frac{1315,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,9} + 10 = 333,81 \text{ мм} .$$

Принимаем длину фланговых швов 340 мм (при двух швах по накладке).

Аналогично рассчитываем длину угловых швов, крепящих накладку к колонне, принимая  $k_f = 15$  мм

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

$$l_w = \frac{1315,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 215 \cdot 1 \cdot 0,95} + 10 = 316,77 \text{ мм}.$$

Прочность швов обеспечена.

Произведем расчет вертикальных накладок по стенке балки.

Ширину накладки по стенке балки принимаем  $b=100$  мм, толщину – 15 мм (по катету шва  $k_f = 15$  мм). Высота накладки по формуле (3.41)

$$h = 645 - 40 \cdot 2 = 565 \text{ мм},$$

Примем  $h = 565$  мм. Расчетная длина вертикального шва по формуле (3.42)

$$l_w = 565 - 10 = 555 \text{ мм}$$

Аналогично расчетам, приведенным выше, согласно материалам Троицкого П.Н. [24, формула 1] и формулам (3.44) и (3.45) произведем проверку на предельное срезающее усилие, воспринимаемое швами вертикальных накладок при поперечной силе в опорном сечении балки  $Q = 58,817$  кН (согласно расчету по ПК SCAD).

Условие выполняется.

Рассчитаем соединение трубчатого стержня вертикальной связи при помощи болтового монтажного соединения к фасонке.

Принимаем толщину соединительной пластины 18 мм из стали С345, болты – нормальной точности М24 с классом прочности 5.6, диаметр отверстий – 25 мм, диаметр шайбы – 44 мм. Болты размещаем так, чтобы соблюдались конструктивные требования расположения. Расчетные усилия:  $N_1 = -1615,61$  кН,  $N_2 = -1350,356$  кН.

Необходимо выбрать тип электрода для ручной сварки, обеспечивающий требуемую несущую способность соединения. Принимаем тип электрода Э50, Э50А для сварочной проволоки Св-08Г2С Г.2 согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.1].

Проверим длину сварного соединения пластины и трубчатой связи. Расчет ведем по металлу шва, так как согласно формуле (3.46)

$$0,7 \cdot 215 < 1 \cdot 211,5,$$

$$150,5 < 211,5$$

Проверяем прочность по металлу шва по формуле (3.47)

$$\sigma_{wf} = \frac{1615,61 \cdot 10^3}{14 \cdot 0,7 \cdot 771,2} < 215 \cdot 1,1,$$

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

$213,77 \text{ МПа} < 215 \text{ МПа} .$

Прочность шва обеспечена.

Произведем расчет болтового соединения.

Требуемое количество болтов из условия среза по формуле (3.48)

$$n \geq \frac{1615,61 \cdot 10^3}{210 \cdot 4,52 \cdot 10^2 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1} = 18,91.$$

Требуемое количество болтов из условия смятия по формуле (3.49)

$$n \geq \frac{1615,61 \cdot 10^3}{620 \cdot 24 \cdot 18 \cdot 0,93 \cdot 1} = 6,49$$

Принимаем 20 болтов М24 с диаметром отверстий  $d = 25 \text{ мм}$ .

Найдем площадь поперечного сечения листа нетто по формуле (3.51)

$$A_n = (395,6 - 4 \cdot 25) \cdot 18 = 5320,8 \text{ мм}^2.$$

Проверим прочность листа по ослабленному отверстиями сечению по формуле (3.50)

$$\frac{1615,61 \cdot 10^3}{5320,8} < 320 \cdot 1,$$

$303,64 \text{ МПа} < 320 \text{ МПа} .$

Условие выполняется.

Аналогично производим расчет болтового соединения для второго расчетного усилия: принимаем 16 болтов М24.

Проверим прочность швов, прикрепляющих фасонку к балке и колонне соответственно, используя формулу (3.52)

$$\sigma_{wf} = \frac{1615,61 \cdot \sin 51^\circ \cdot 10^3}{14 \cdot 0,7 \cdot 715} < 215 \cdot 1 \cdot 0,9,$$

$179,19 \text{ МПа} < 193,5 \text{ МПа} ,$

$$\sigma_{wf} = \frac{1615,61 \cdot \cos 51^\circ \cdot 10^3}{14 \cdot 0,7 \cdot 550} < 215 \cdot 1 \cdot 0,95 ,$$

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



188,63 МПа < 204,25 МПа .

Прочность швов обеспечена.

Аналогично проверяем прочность швов для второго расчетного усилия.

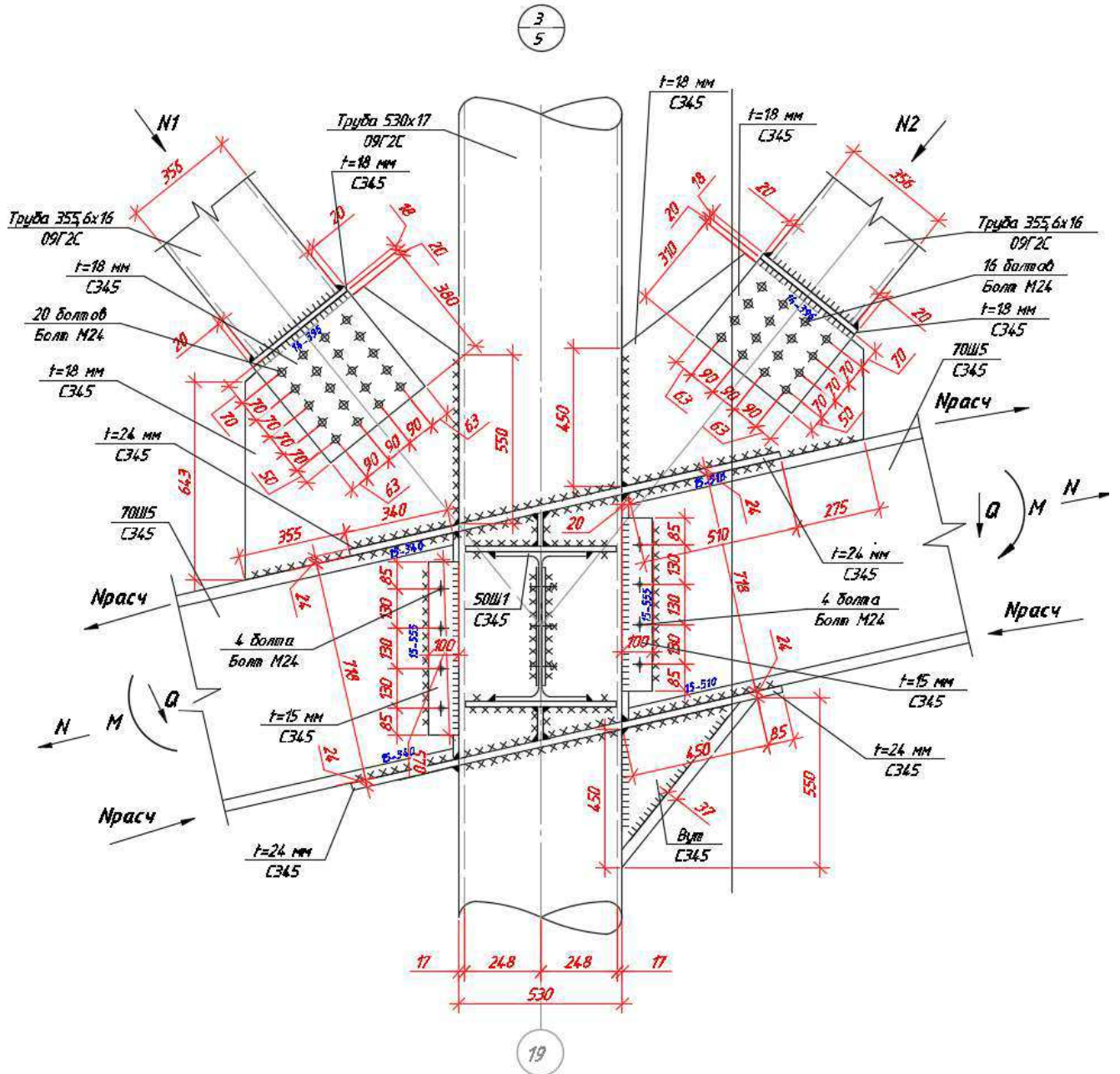


Рисунок 3.34 – Сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

69

### 3.5.5 База колонны

Выполним расчет опорного узла колонны.

*Определим размеры опорной плиты в плане*

Конструктивно назначаем диаметр опорной плиты по формуле

$$D = d + 2 \cdot c, \quad (3.53)$$

где  $d = 530$  мм – диаметр трубы колонны;

$c = 185$  мм – вылет консоли плиты.

$$D = 530 + 2 \cdot 185 = 900 \text{ мм}.$$

Примем диаметр опорной пластины  $D = 900$  мм.

Площадь опорной плиты определим из условия прочности при местном смятии по формуле

$$\frac{N}{A \cdot R_{b,loc}} + \frac{M_x}{W_x \cdot R_{b,loc}} + \frac{M_y}{W_y \cdot R_{b,loc}} \leq 1, \quad (3.54)$$

где  $N, M_x, M_y$  – продольная сила и изгибающие моменты соответственно при наиболее неблагоприятном их сочетании;

$A$  – площадь опорной пластины<sup>2</sup>;

$R_{b,loc}$  – расчетное сопротивление бетона смятию;

$W_{x(y)}$  – момент сопротивления опорной пластины.

Определим расчетное сопротивление бетона смятию по формуле:

$$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b, \quad (3.55)$$

где  $\varphi_b = 1,3$  – коэффициент увеличения расчетного сопротивления бетона сжатию, зависящий от отношения площади верхнего обреза фундамента к площади опорной плиты и принимаемые не более 1,5;

$R_b = 1,15$  кН/см<sup>2</sup> – расчетное сопротивление сжатию бетона класса В20 согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8].

$$R_{b,loc} = 1,3 \cdot 1,15 = 1,495 \text{ кН / см}^2.$$

Вычислим площадь опорной пластины и ее момент сопротивления

$$A = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = 3,14 \cdot \frac{90^2}{4} = 6358,5 \text{ см}^2, \quad (3.56)$$

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

$$W_{x(y)} = \pi \cdot \frac{D^3}{32} = 3,14 \cdot \frac{90^3}{32} = 71533,125 \text{ см}^3. \quad (3.57)$$

Принимая  $N = -7861,172 \text{ кН}$ ,  $M_y = -124,22 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $M_x = -1,864 \text{ кН}\cdot\text{м}$  согласно расчету по ПК SCAD, проверим условия прочности

$$\frac{7861,172}{6358,5 \cdot 1,495} + \frac{1,864 \cdot 100}{71533,125 \cdot 1,495} + \frac{124,22 \cdot 100}{71533,125 \cdot 1,495} = 0,945 < 1.$$

Условие прочности при местном смятии выполняется, окончательно принимаем опорную плиту диаметром 900 мм.

*Определим толщину опорной плиты*

Краевые напряжения в бетоне фундамента под опорной плитой

$$\sigma_{\max(\min)} = \frac{N}{A} \pm \left( \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \right), \quad (3.58)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{7861,172}{6358,5} + \left( \frac{1,864 \cdot 100}{71533,125} + \frac{124,22 \cdot 100}{71533,125} \right) = 1,41 \text{ кН} / \text{см}^2,$$

$$\sigma_{\min} = \frac{7861,172}{6358,5} - \left( \frac{1,864 \cdot 100}{71533,125} + \frac{124,22 \cdot 100}{71533,125} \right) = 1,06 \text{ кН} / \text{см}^2.$$

Принимаем 8 ребер жесткости толщиной  $h_p = 18 \text{ мм}$ , расположенных с углом  $45^\circ$  в радиальном направлении и прикрепляющих колонну к опорной плите. Следовательно, образуется 8 участков плиты, опертых по трем сторонам. Наиболее опасным местом такой плиты является середина ее свободного края участка. Момент в этом сечении вычисляется по формуле

$$M_n = \alpha \cdot \sigma_{\max} \cdot d^2 = 0,067 \cdot 1,41 \cdot (335 \cdot 10^{-1})^2 = 106,02 \text{ кН}\cdot\text{см}, \quad (3.59)$$

где  $\alpha = 0,067$  – коэффициент для расчета на изгиб пластинок, опертых по трем сторонам в зависимости от отношения длины закрепленной стороны (вдоль ребра) к свободной  $d$ ;

$d = 335 \text{ мм}$  – длина свободного края участка.

Толщина опорной плиты

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_n}{R_y \cdot \gamma_c}}, \quad (3.60)$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

где  $R_y = 280 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести (для плиты толщиной св. 40 до 60 мм из стали С345) согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. В.3];

$\gamma_c = 1,15$  – коэффициент условий работы для опорных плит толщиной св. 40 до 60 мм согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 1].

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot 106,02}{280 \cdot 10^{-1} \cdot 1,15}} = 4,44 \text{ см}.$$

Принимаем толщину опорной плиты  $t_{pl} = 45$  мм. Катет сварных швов, присоединяемых колонну к опорной плите  $k_f = 14$  мм.

*Выполним расчет ребер усиления опорной плиты.*

Нагрузка на одно ребро определяется по формуле

$$q_s = \sigma_{max} \cdot L_{cp} = 1,41 \cdot 18,5 = 26,085 \text{ кН / см}, \quad (3.61)$$

где  $L_{cp} = 18,5$  см – ширина грузовой площади.

Изгибающий момент в месте приварки ребра к колонне определяется по формуле

$$M_s = \frac{q_s \cdot a^2}{2} = \frac{26,085 \cdot 18,5^2}{2} = 4225,77 \text{ кН} \cdot \text{см}, \quad (3.62)$$

где  $a = 18,5$  см – ширина ребра.

Требуемая высота ребра вычисляется по формуле:

$$h_p = \sqrt{\frac{6 \cdot M_s}{t_p \cdot R_y}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 4225,77}{1,8 \cdot 320 \cdot 10^{-1}}} = 20,98 \text{ см}, \quad (3.63)$$

где  $t_s = 1,8$  см – толщина ребра;

$R_y = 320 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести (для ребра толщиной 18 мм из стали С345) согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. В.3].

Принимаем высоту ребра жесткости  $h_p = 210$  мм. Катет сварных швов колонны и ребра жесткости принимаем  $k_f = 10$  мм, катет швов ребра жесткости и опорной плиты  $k_f = 14$  мм принимаются согласно СП 16.13330.2017 [18, п. 14.1.7, табл. 38].

*Проверим прочность сварных швов ребер жесткости*

Расчет ведем по металлу шва, так как

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

$$\beta_f \cdot R_{wf} < \beta_z \cdot R_{wz}, \quad (3.64)$$

где  $\beta_f = 0,9$ ,  $\beta_z = 1,05$  – коэффициенты, зависящие от катета, положения шва и вида сварки, принятые согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 39];

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла углового шва сварного соединения согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.2];

$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{um} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление металла на границе сплавления.

$$0,9 \cdot 215 < 1,05 \cdot 211,5,$$

$$193,5 < 222,08$$

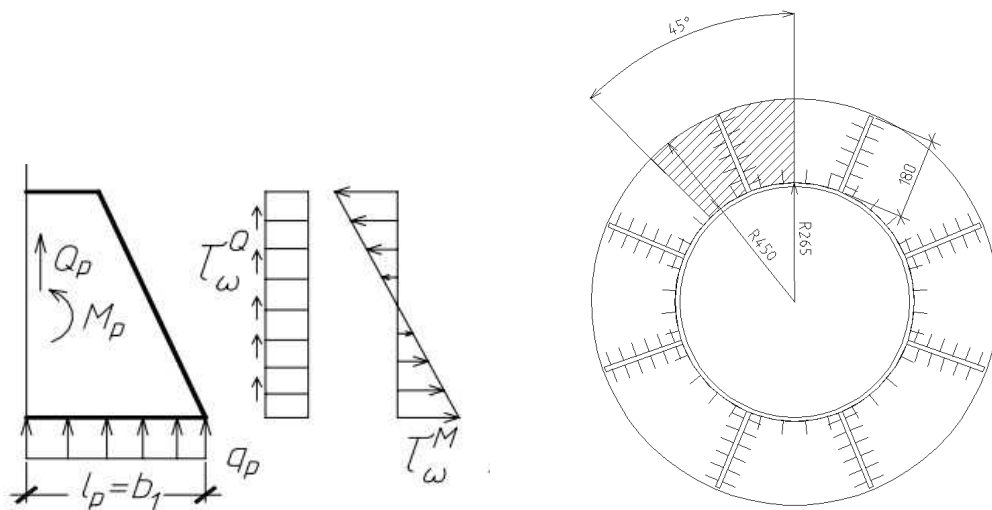


Рисунок 3.35 – Расчет крепления ребра

Вычислим геометрические характеристики шва: его длину с учетом непровара, площадь и момент сопротивления расчетных сечений сварного соединения по металлу шва соответственно

$$\sum l_w = h_p - 2 - 1 = 21 - 2 - 1 = 18 \text{ см}, \quad (3.65)$$

$$A_w = 2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w = 2 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 18 = 32,4 \text{ см}^2, \quad (3.66)$$

$$W_\omega = \frac{2 \cdot \beta_f \cdot k_f \cdot l_w^2}{6} = \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 18^2}{6} = 97,2 \text{ см}^3. \quad (3.67)$$

Нагрузка на ребро собирается с грузовой площади шириной

$$d_p = \sqrt{A_{zp}} = \sqrt{\frac{\pi \cdot \alpha}{360^\circ} (R^2 - r^2)} = \sqrt{\frac{3,14 \cdot 45^\circ}{360^\circ} (45^2 - 26,5^2)} = \sqrt{519,2} = 22,78 \text{ см}, \quad (3.68)$$

$$q_p = \sigma_{\max} \cdot d_p = 1,41 \cdot 22,78 = 32,12 \text{ кН / см}, \quad (3.69)$$

$$Q_p = q_p \cdot l_p = 32,12 \cdot 16,5 = 529,98 \text{ кН}, \quad (3.70)$$

$$M_p = \frac{q_p \cdot l_p^2}{2} = \frac{32,12 \cdot 16,5^2}{2} = 4372,34 \text{ кН} \cdot \text{см}. \quad (3.71)$$

Проверка прочности швов проводится по результирующему касательному напряжению

$$\tau_\omega^Q = \frac{Q_p}{A_\omega} = \frac{529,98}{32,4} = 16,36 \text{ кН / см}^2, \quad (3.72)$$

$$\tau_\omega^M = \frac{M_p}{W_\omega} = \frac{4372,34}{97,2} = 44,98 \text{ кН / см}^2. \quad (3.73)$$

Прочность сварного соединения с угловыми швами проверяем по формуле:

$$\sqrt{(\tau_\omega^Q)^2 + (\tau_\omega^M)^2} \leq R_{wf} \gamma_c, \quad (3.74)$$

$$\sqrt{16,36^2 + 44,98^2} < 215 \cdot 10^{-1} \cdot 1,$$

$$47,86 \text{ кН / см}^2 < 21,5 \text{ кН / см}^2.$$

Прочность шва не обеспечена. Для снижения напряжений целесообразно увеличить  $l_w$ . Увеличиваем высоту ребра до  $h_p = 31$  см. Тогда согласно формулам (3.72), (3.73) и (3.74)

$$\tau_\omega^Q = \frac{529,98}{50,4} = 10,52 \text{ кН / см}^2,$$

$$\tau_\omega^M = \frac{4372,34}{235,2} = 18,59 \text{ кН / см}^2,$$

$$\sqrt{10,52^2 + 18,59^2} < 215 \cdot 10^{-1} \cdot 1,$$

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

$$21,36 \text{ кН} / \text{см}^2 < 21,5 \text{ кН} / \text{см}^2 .$$

Прочность шва обеспечена.

Произведем проверку прочности ребра жесткости, учитывая, что расчетное сопротивление стали сдвигу  $R_s = 0,58 \cdot R_y = 0,58 \cdot 320 = 185,6 \text{ Н/мм}^2$

$$A_p = t_p \cdot h_p = 1,8 \cdot 31 = 55,8 \text{ см}^2 , \quad (3.75)$$

$$W_p = \frac{t_p \cdot h_p^2}{6} = \frac{1,8 \cdot 31^2}{6} = 288,3 \text{ см}^3 , \quad (3.76)$$

$$\tau = \frac{Q_p}{A_p} < R_s \cdot \gamma_c , \quad (3.77)$$

$$\frac{529,98}{55,8} = 9,5 \text{ кН} / \text{см}^2 < 18,56 \cdot 1 \text{ кН} / \text{см}^2 ,$$

$$\sigma = \frac{M_p}{W_p} < R_y \cdot \gamma_c , \quad (3.78)$$

$$\frac{4372,34}{288,3} = 15,17 \text{ кН} / \text{см}^2 < 32 \cdot 1 \text{ кН} / \text{см}^2$$

$$\sigma_{прис} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < R_y \cdot \gamma_c , \quad (3.79)$$

$$\sqrt{15,17^2 + 3 \cdot 9,5^2} = 22,38 \text{ кН} / \text{см}^2 < 32 \cdot 1 \text{ кН} / \text{см}^2 .$$

Прочность ребер жесткости и прочность сварных швов, крепящих ребра к колонне обеспечена.

*Выполним расчет анкерных болтов.*

Все болты должны быть затянуты на величину предварительной затяжки  $F$ , которая для статических нагрузок должна приниматься равной:  $F = 0,75N$ .

При групповой установке болтов величина расчетной нагрузки, приходящаяся на один болт, должна определяться для наиболее нагруженного болта по формуле:

$$P = \frac{-N}{n} + \frac{M \cdot y_1}{\sum y_i^2} , \quad (3.80)$$

где  $n$  – общее количество болтов;

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

$y_1$  – расстояние от оси поворота до наиболее удаленного болта в растянутой зоне;

$y_i$  – расстояние от оси поворота до  $i$ -го болта, при этом учитывается как растянутые, так и сжатые болты.

Ось поворота проходит через центр тяжести опорной плиты колонны относительно наибольшего момента.

$$P = \frac{-(-7861,172)}{8} + \frac{-124,22 \cdot 0,355}{(0,255^2 \cdot 4 + 0,355^2 \cdot 2)} = 896,54 \text{ кН.}$$

Площадь поперечного сечения болтов (по резьбе) должна определяться из условия прочности по формуле

$$A_{sa} = \frac{k_0 \cdot P}{R_{ba}}, \quad (3.81)$$

где  $k_0 = 1,05$  – коэффициент для статических нагрузок;

$R_{ba} = 230$  МПа – расчетное сопротивление металла болтов растяжению для стали 09Г2С при диаметре болта 36 мм согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. Г.7].

$$A_{sa} = \frac{1,05 \cdot 896,54}{230 \cdot 10^3} = 0,000428 \text{ м}^2 = 4,28 \text{ см}^2.$$

Выбираем 8 анкерных болтов М36 по ГОСТ 24379.1-2012 [29] (с поперечной площадью сечения  $A_{sa} = 5,6 \text{ см}^2$ ) с анкерной плитой.

Глубина заделки болтов в бетон не менее

$$H = H_0 \cdot m_1 \cdot m_2 = 900 \cdot 0,63 \cdot 1,21 = 686,07 \text{ мм}, \quad (3.82)$$

где  $H_0 = 25 \cdot d = 25 \cdot 36 = 900$  – минимальная глубина заделки болтов типа I (с отгибом) из стали марки ВСтЗкп2 в фундаменте для бетона класса В12,5;

$$m_1 = \frac{0,66}{1,05} = 0,63 \text{ – отношение расчетного сопротивления растяжению бетона}$$

класса В12,5 к расчетному сопротивлению бетона принятого класса В25;

$$m_2 = \frac{230}{190} = 1,21 \text{ – отношение расчетного сопротивления растяжению металла}$$

болтов принятой марки стали 09Г2С к расчетному сопротивлению растяжению стали марки ВСтЗкп2.

Принимаем глубину заделки  $H = 700$  мм.

Конструкция узла представлена на рисунке 3.36.

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



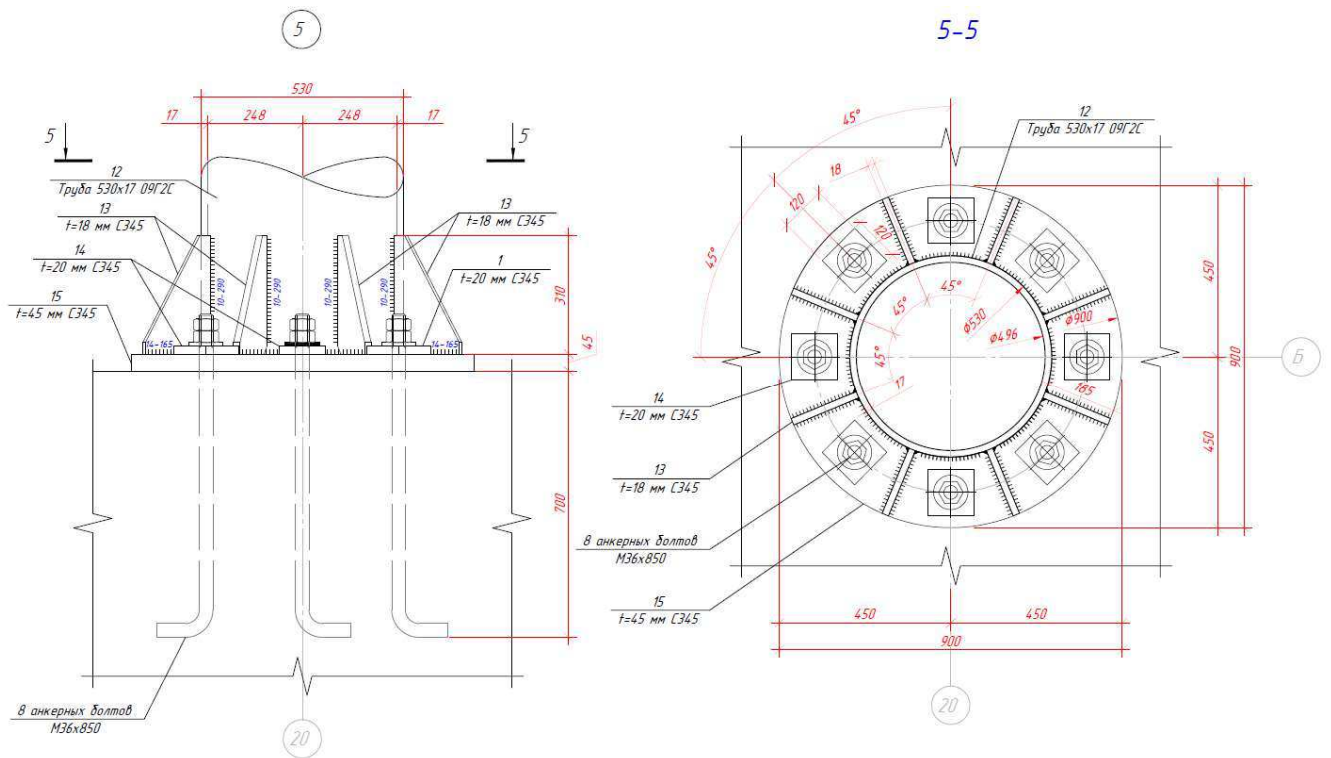


Рисунок 3.36 – Опорный узел колонны

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

## 4 Проектирование фундаментов

### 4.1 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства

Проектирование фундаментов начинается с оценки грунтовых условий площадки, нахождения расчетных значений, которые заносятся в таблицу 4.1. Инженерно-геологическая колонка представлена на рисунке 4.1. За относительную отметку 0,000 принята планировочная отметка земли.

Таблица 4.1 – Расчетные характеристики грунтов

Полное наименование грунта	h, м	w, д.е.	e, д.е.	Плотность, т/м <sup>3</sup>			$\gamma (\gamma_{sb}),$ кН/м <sup>3</sup>	$I_L,$ д.е.	$S_r,$ д.е.	Расчетные характеристики			$R_0,$ кПа
				$\rho$	$\rho_s$	$\rho_d$				$\varphi_{II},$ град	$C_{II},$ кПа	$E,$ МПа	
Песок пылеватый, средней плотности, влажный	1,5	0,15	0,77	1,72	2,66	1,5	17,2	-	0,52	25,4	1,6	10,1	150
Песок мелкий, средней плотности, влажный	2,9	0,16	0,74	1,77	2,66	1,53	17,7	-	0,58	28,4	0,2	19	200
Песок пылеватый, средней плотности, влажный	0,7	0,18	0,69	1,85	2,66	1,57	18,5	-	0,69	28,4	3,2	15,2	150
Песок пылеватый, средней плотности, насыщенный водой	0,4	0,26	0,69	1,98	2,66	1,57	(9,82)	-	1	28,4	3,2	15,2	100
Песок средней крупности, средней плотности, насыщенный водой	16,75	0,23	0,62	2,02	2,66	1,64	(10,25)	-	1	35,9	1,3	33	400

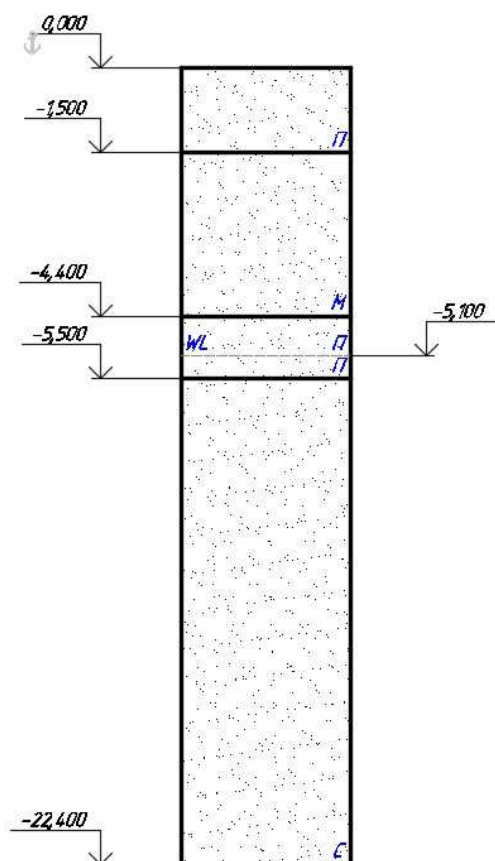


Рисунок 4.1 – Инженерно-геологическая колонка

## 4.2 Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-20

### 4.2.1 Определение глубины заложения

Глубина заложения фундамента принимается как наибольшая из следующих трех условий:

- конструктивного;
- промерзания в пучинистых грунтах;
- заглубления подошвы фундамента в слой грунта с лучшими строительными свойствами (более прочный и менее деформационный).

Расчетная глубина промерзания определяется по формуле

$$d_f = k_n \cdot d_{fn}, \quad (4.1)$$

где  $k_n$  – коэффициент влияния теплового режима отапливаемого сооружения для наружных фундаментов (принимается  $k_n = 0,5$ ) согласно СП 50-101-2004 [26, табл. 12.1];

$d_{fn}$  – нормативная глубина промерзания (для г. Ростов-на-Дону  $d_{fn} = 0,8$  м, увеличенная на 25% как для супесей, мелких и пылеватых песков).

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

$$d_f = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4 \text{ м.}$$

Расстояние от расчетной глубины промерзания до уровня подземных вод составляет 4,7 м, что больше 2 м, следовательно грунты не пучинистые.

Учитывая следующие условия, а также суммарную нагрузку  $N_{max} = 7861,172 \text{ кН}$ , принимаем глубину заложения фундамента  $d = 3,75 \text{ м}$ , высоту фундамента 3,6 м:

- глубина заложения фундамента выше уровня грунтовых вод не менее чем на 0,5 м;
- заглубления подошвы фундамента в кровлю слоя грунта не менее чем на 0,3 м;
- глубина заложения фундамента кратна 150 мм, а высота – 300 мм.

#### 4.2.2 Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание

На обрест фундамента (на отм. -0,15 м) действуют следующие нагрузки:  $N_{max} = -7861,172 \text{ кН}$ ,  $M_{соот} = -124,22 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $Q = 34,499 \text{ кН}$ .

Нагрузка от фундамента определяется по формуле

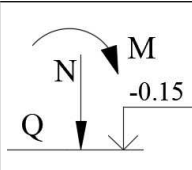
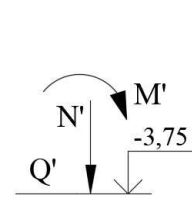
$$G = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{\text{мт}}, \quad (4.2)$$

где  $b, l$  – ширина и длина подошвы фундамента соответственно (смотреть п. 4.2.4);

$\gamma_{\text{мт}}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное  $20 \text{ кН/м}^3$ .

$$G = 4,5 \cdot 4,5 \cdot 3,75 \cdot 20 = 1518,75 \text{ кН}$$

Таблица 4.2 – Сбор нагрузок

Расчетная схема	Вид расчета	$N, \text{ кН}; M, \text{ кН}\cdot\text{м}; Q, \text{ кН}$
	Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	$N_{max} = 7861,172 ;$ $M_{соот} = 124,22 ;$ $Q = 34,499$
	Для расчета основания по II предельному состоянию	$\frac{N_{max}}{1,15} + G = \frac{7861,172}{1,15} + 1518,75 = 8354,55 ;$ $\frac{M_{соот}}{1,15} + \frac{Q \cdot (d - 0,15)}{1,15} = \frac{124,22}{1,15} + \frac{34,499 \cdot (3,75 - 0,15)}{1,15} = 216,01 ;$ $Q = \frac{34,499}{1,15} = 30$

### 4.2.3 Определение размеров подошвы фундамента

Вычислим максимальную сумму нормативных вертикальных нагрузок

$$N_{0II} = \frac{N_{max}}{\gamma_f} = \frac{7861,172}{1,15} = 6835,8 \text{ кН}, \quad (4.3)$$

где  $\gamma_f = 1,15$  – коэффициент надежности по нагрузке согласно СП 16.13330.2017 [18, табл. 7.1].

Площадь подошвы определяется по формуле

$$A = \frac{N_{0II}}{R_0 - \gamma_{mI} \cdot d}, \quad (4.4)$$

где  $R_0$  – расчетное сопротивление грунта (принимается  $R_0 = 200$  кПа согласно таблице 4.1);

$\gamma_{mI}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное  $20 \text{ кН/м}^3$ .

$$A = \frac{6835,8}{200 - 20 \cdot 3,75} = 54,69 \text{ м}^2.$$

Принимаем квадратный фундамент. Тогда в первом приближении ширина и длина подошвы фундамента  $b = l = \sqrt{A} = 7,5$  м (кратно модулю 300 мм).

### 4.2.4 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Вычислим осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины  $z = b$ ) и выше подошвы соответственно

$$\gamma_{II} = \frac{0,65 \cdot 17,7 + 0,7 \cdot 18,5 + 0,4 \cdot 9,82 + 5,75 \cdot 10,25}{7,5} = 11,64 \text{ кН/м}^3, \quad (4.5)$$

$$\gamma'_{II} = \frac{1,5 \cdot 17,2 + 2,25 \cdot 17,7}{3,75} = 17,5 \text{ кН/м}^3. \quad (4.6)$$

Расчетное сопротивление грунта для бесподвальных здания при  $b < 10$  м

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_\gamma \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}], \quad (4.7)$$

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

где  $\gamma_{c_1}, \gamma_{c_2}$  – коэффициенты условий работы (принимаем  $\gamma_{c_1} = 1,3, \gamma_{c_2} = 1$ ) согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. 5.4];

$k$  – коэффициент, принимаемый равным 1,1, если прочностные характеристики грунта приняты по таблицам (табл. 4.1);

$M_\gamma, M_q, M_c$  – коэффициенты (принимаем  $M_\gamma = 1,012, M_q = 5,058, M_c = 7,508$ ) согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. 5.5];

$C_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента (принимаем  $C_{II} = 0,2$  кПа согласно табл. 4.1)

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 7,5 \cdot 11,64 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 498,47 \text{ кПа},$$

$$\frac{R - R_0}{R} \cdot 100\% = \frac{498,47 - 200}{498,47} = 59,88\%. \quad (4.8)$$

Так как расчетное сопротивление больше табличного более чем на 20% определяем площадь подошвы фундамента во втором приближении по формуле (4.4)

$$A = \frac{6835,8}{498,47 - 20 \cdot 3,75} = 16,14 \text{ м}^2.$$

Тогда ширина и длина подошвы фундамента  $b = l = \sqrt{A} = 4,2$  м Определяем расчетное сопротивление грунта во втором приближении по формуле 4.7

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 4,2 \cdot 12,74 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 458,05 \text{ кПа}$$

При этом значении расчетного сопротивления грунта требуется площадь

$$A = \frac{6835,8}{458,05 - 20 \cdot 3,75} = 17,85 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $b = l = 4,5$  м,  $A = 20,25 \text{ м}^2$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

#### 4.2.5 Проверка условий расчета основания по деформациям

Основными критериями расчета основания фундамента неглубокого заложения по деформациям являются следующие условия

$$P_{II} = \frac{N'_{II}}{A} \leq R, \quad (4.9)$$

$$P_{max} = \frac{N'_{II}}{A} + \left| \frac{M'_{II}}{W} \right| \leq 1,2 \cdot R, \quad (4.10)$$

$$P_{min} = \frac{N'_{II}}{A} - \left| \frac{M'_{II}}{W} \right| \geq 0, \quad (4.11)$$

где  $W$  – момент сопротивления площади подошвы фундамента;

$M'_{II}$  – расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента (принимаем  $M'_{II} = 216,01$  кН·м согласно табл. 4.2);

$N'_{II}$  – наибольшая вертикальная нагрузка (принимаем  $N'_{II} = 8354,55$  кН согласно табл. 4.2).

Момент сопротивления квадратного в плане фундамента

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{4,5 \cdot 4,5^2}{6} = 15,19 \text{ м}^3. \quad (4.12)$$

Тогда вышеприведенные условия примут вид

$$P_{II} = \frac{8354,55}{20,25} = 412,57 \text{ кПа} < 458,05 \text{ кПа}.$$

Условие  $P_{II} \leq R$  удовлетворено и разница составляет не более 10%, поэтому размеры фундамента остаются без изменения.

$$P_{max} = \frac{8354,55}{20,25} + \left| \frac{216,01}{15,19} \right| = 426,79 \text{ кПа} < 549,66 \text{ кПа},$$

$$P_{min} = \frac{8354,55}{20,25} - \left| \frac{216,01}{15,19} \right| = 398,35 > 0.$$

Все условия выполняются.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

## 4.2.6 Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

Расчет осадки методом послойного суммирования представлен в таблице 4.3

Основание разделяем на горизонтальные слои толщиной не более  $0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 4,5 = 1,8$  м до глубины  $4 \cdot b = 4 \cdot 4,5 = 18$  м.

Определяем давление на уровне подошвы фундамента по формуле

$$\sigma_{zg0} = \gamma_1 \cdot h_1 + \gamma_2 \cdot h_2 = 17,2 \cdot 1,5 + 17,7 \cdot 2,25 = 65,63 \text{ кПа} . \quad (4.13)$$

Прибавляем давление от каждого нижележащего слоя согласно формуле

$$\sigma_{zgi} = \sigma_{zgi-1} + \gamma_i \cdot h_i . \quad (4.14)$$

Дополнительное давление на подошву фундамента находим по формуле

$$P_0 = P_{II} - \sigma_{zg0} = 412,57 - 65,63 = 346,94 \text{ кПа} . \quad (4.15)$$

Напряжение от дополнительного давления

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0 , \quad (4.16)$$

где  $\alpha$  – коэффициент рассеивания напряжений согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. 5.8];

Определяем нижнюю границу сжимаемой толщи по соотношению

$$0,2 \cdot \sigma_{zq} = \sigma_{zp} . \quad (4.17)$$

Для каждого из слоев в пределах сжимаемой толщи определяем среднее дополнительное вертикальное напряжение в слое по формуле

$$\frac{(\sigma_{zpi} + \sigma_{zpi-1})}{2} = \sigma_{zpi} . \quad (4.18)$$

Вычисляем среднюю осадку основания по формуле

$$S_i = \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i \cdot \beta}{E_i} , \quad (4.19)$$

где  $\beta$  – безразмерный коэффициент, равный 0,8.

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



Вычисляем среднюю осадку основания согласно таблице 4.3

$$S = \sum S_i = 4,81 \text{ см.} \quad (4.20)$$

Таким образом, полученное значение меньше предельного  $S_u = 20 \text{ см}$  согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. Г.1] и перепроектирование не требуется.

Таблица 4.3 – Определение средней осадки методом послойного суммирования

Глубина, м	Тип грунта	Толщина слоя $h$ , м	Расстояние от подошвы фундамента до подошвы слоя $z$ , м	$2z/b$	$\alpha$	Напряжение в грунте $\sigma_{zp}$ , кПа	Дополнительное давление $P_0$ , кПа	Напряжение в грунте $\sigma_{zp}$ , кПа	Среднее напряжение в слое $\sigma_{ср}$ , кПа	Модуль общей деформации $E_s$ , кПа	Осадка слоя $S_p$ , см
-0,000	II	0	0	0	1	65,63		346,94	-	-	-
-1,500	II	0,65	0,65	0,29	0,971	77,13		336,88	341,91	19000	0,94
-4,400	M	0,7	1,35	0,6	0,88	90,08		305,31	321,09	15200	1,18
WL	II	0,4	1,75	0,78	0,808	94,01		280,33	292,82	15200	0,62
-5,100	II	1	2,75	1,22	0,598	104,26		207,47	243,9	33000	0,59
-5,500	II	1	3,75	1,67	0,429	114,51		148,84	178,15	33000	0,43
		1	4,75	2,11	0,314	124,76		108,94	128,89	33000	0,31
		1	5,75	2,56	0,235	135,01		81,53	95,24	33000	0,23
		1	6,75	3	0,181	145,26		62,8	72,16	33000	0,17
		1	7,75	3,44	0,142	155,51		49,27	56,03	33000	0,14
		1	8,75	3,89	0,114	165,76		39,55	44,41	33000	0,11
		1	9,75	4,33	0,094	176,01	346,94	32,61	36,08	33000	0,09
		1	10,75	4,78	0,078	186,26		27,06	29,84	33000	-
		1	11,75	5,22	0,066	196,51		22,9	24,98	33000	-
		1	12,75	5,67	0,057	206,76		19,78	21,34	33000	-
		1	13,75	6,11	0,049	217,01		17	18,39	33000	-
		1	14,75	6,56	0,043	227,26		14,92	15,96	33000	-
		1	15,75	7	0,038	237,51		13,18	14,05	33000	-
		1	16,75	7,44	0,034	247,76		11,8	12,49	33000	-
		1,25	18	8	0,029	260,58		10,06	10,93	33000	-
										$\Sigma$	4,81

#### 4.2.7 Конструирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника. Параметры фундамента:  $d = 3,75$  м,  $b = l = 4,5$  м, сечение подколонника  $b_{cf} = l_{cf} = 1200$  мм, высота фундамента  $h = 3,6$  м, высота подколонника  $h_{cf} = 2,7$  м. Подколонник проектируем полнотелым с постоянным сечением.

Назначаем количество и размеры ступеней. Суммарный вылет ступеней в обоих направлениях составит

$$(l - l_{cf}) / 2 = (4,5 - 1,2) / 2 = 1,65 \text{ м} = 1650 \text{ мм}. \quad (4.21)$$

Принимаем высоту ступеней 300 мм и учитывая, что отношение вылета ступени к ее высоте рекомендуется от 1 до 2, принимаем 3 ступени с вылетом двух нижних 600 мм и верхней 450 мм.

Высокий внецентренно нагруженный квадратный фундамент рассчитывается на продавливание плитной части подколонником, этим расчетом проверяется принятая высота ступеней фундамента

$$F \leq k \cdot b_a \cdot h_0 \cdot R_{bt} \quad (4.22)$$

где  $k$  – безразмерный коэффициент, равный 1.

$$b_a = 2 \cdot (l_c - b_c + 2 \cdot h_0) = 4 \cdot h_0 = 4 \cdot 0,85 = 3,4 \text{ м}, \quad (4.23)$$

где  $h_0 = h - h_{cf} - 0,05 = 3,6 - 2,7 - 0,05 = 0,85$  м – рабочая высота плитной части фундамента.

$R_{bt} = 900$  кПа – расчетное сопротивление растяжению бетона класса В20 согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8].

Найдем силу продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента

$$F = A_0 \cdot P_{max} \quad (4.24)$$

где  $P_{max}$  – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок в уровне верха плитной части (обреза верхней ступени).

$$A_0 = 0,5 \cdot b \cdot (l - l_{cf} - 2 \cdot h_0) - 0,25 \cdot (b - b_{cf} - 2 \cdot h_0)^2, \quad (4.25)$$

$$A_0 = 0,5 \cdot 4,5 \cdot (4,5 - 1,2 - 2 \cdot 0,85) - 0,25 \cdot (4,5 - 1,2 - 2 \cdot 0,85)^2 = 2,96 \text{ м}^2,$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

$$F = 2,96 \cdot 426,79 = 1263,3 \text{ кН}.$$

Тогда условие расчета согласно формуле (4.22) примет вид

$$1263,3 \text{ кН} < 1,3 \cdot 4 \cdot 0,85 \cdot 900 = 2601 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется

#### 4.2.8 Определение сечений арматуры плитной части фундамента

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты, которые определяются, считая ступени, работающие как консоль, защемленная в теле фундамента по формуле

$$M_{x_i} = \frac{N \cdot c_{x_i}^2}{2 \cdot l} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot e_{0x}}{l} - \frac{4 \cdot e_{0x} \cdot c_{x_i}}{l^2} \right), \quad (4.26)$$

$$M_{y_i} = \frac{N \cdot c_{y_i}^2}{2 \cdot b}. \quad (4.28)$$

Расчетные усилия  $N$  определяются без учета фундамента и грунта на обрезах, момент приводится к подошве

$$N = N_{max} = 7861,172 \text{ кН}, \quad (4.29)$$

$$M = M_{coom} + Q \cdot h = 124,22 + 34,499 \cdot 3,6 = 248,42 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (4.30)$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{248,42}{7861,172} = 0,032 \text{ м}. \quad (4.31)$$

Таблица 4.4 – Расчет арматуры плитной части фундамента

Сечение	Вылет $c_i$ , м	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$\left( 1 + \frac{6 \cdot e_0}{l} - \frac{4 \cdot e_0 \cdot c_i}{l^2} \right)$	$M$ , кН·м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}$	$A_{s_i}$ , см <sup>2</sup>
1-1	0,6	314,45	1,04	327,03	0,101	0,947	0,25	37,84
2-2	1,2	1257,79	1,04	1308,1	0,114	0,939	0,55	69,39
3-3	1,65	2378	1,03	2473,12	0,142	0,923	0,85	86,36
1'-1'	0,6	314,45	-	314,45	0,097	0,949	0,25	36,31
2'-2'	1,2	1257,79	-	1257,79	0,11	0,942	0,55	66,51
3'-3'	1,65	2378	-	2378	0,136	0,927	0,85	82,68

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры

$$A_{s_i} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (4.32)$$

где  $h_{0i}$  – рабочая высота каждого сечения, определяется как высота от верха сечения до центра рабочей арматуры;

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры (для арматуры класса А400 периодического профиля диаметром 10-40 мм  $R_s = 365000$  кПа) согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 3.14].;

$\xi$  – коэффициент в зависимости от  $\alpha_m$ .

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (4.33)$$

где  $b_i$  – ширина сжатой зоны сечения;

$R_b$  – расчетное сопротивление сжатию бетона (для бетона класса В20 принимаем  $R_b = 11500$  кПа) согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8].

Данные расчета заносим в таблицу 4.4.

По большему значению  $A_s$  подбираем требуемое число стержней и диаметр арматуры.

Армирование подошвы фундамента осуществляем сеткой С-1.

В направлении  $l$  сетка С-1 имеет рабочую арматуру в количестве

$$\frac{(b - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = \frac{(4,5 - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = 23 \text{ шт.} \quad (4.34)$$

Принимаем  $\varnothing 22$  А400  $A_s = 3,8 \cdot 23 = 87,4 \text{ см}^2 > 86,36 \text{ см}^2$ .

В направлении  $b$  – рабочая арматура в количестве 23 стержня  $\varnothing 22$  А400.

Длины стержней принимаем 4450 мм.

Подколонник армируем четырьмя вертикальными сварными плоскими сетками С-2 и С-3, объединяемыми в пространственный каркас. В сетке С-2 принимаем рабочую (продольную) арматуру конструктивно  $\varnothing 12$  А400 с шагом 200 мм, поперечную –  $\varnothing 8$  А240 с шагом 600 мм. Длина рабочих стержней – 3550 мм, поперечной арматуры – 1150 мм.

В торце подколонника применяем косвенное армирование четырьмя сетками С-3 с шагом 100 мм: арматура  $\varnothing 10$  А400 с шагом 100 мм в двух направлениях.

Армирование столбчатого фундамента представлено на рисунке 4.2.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

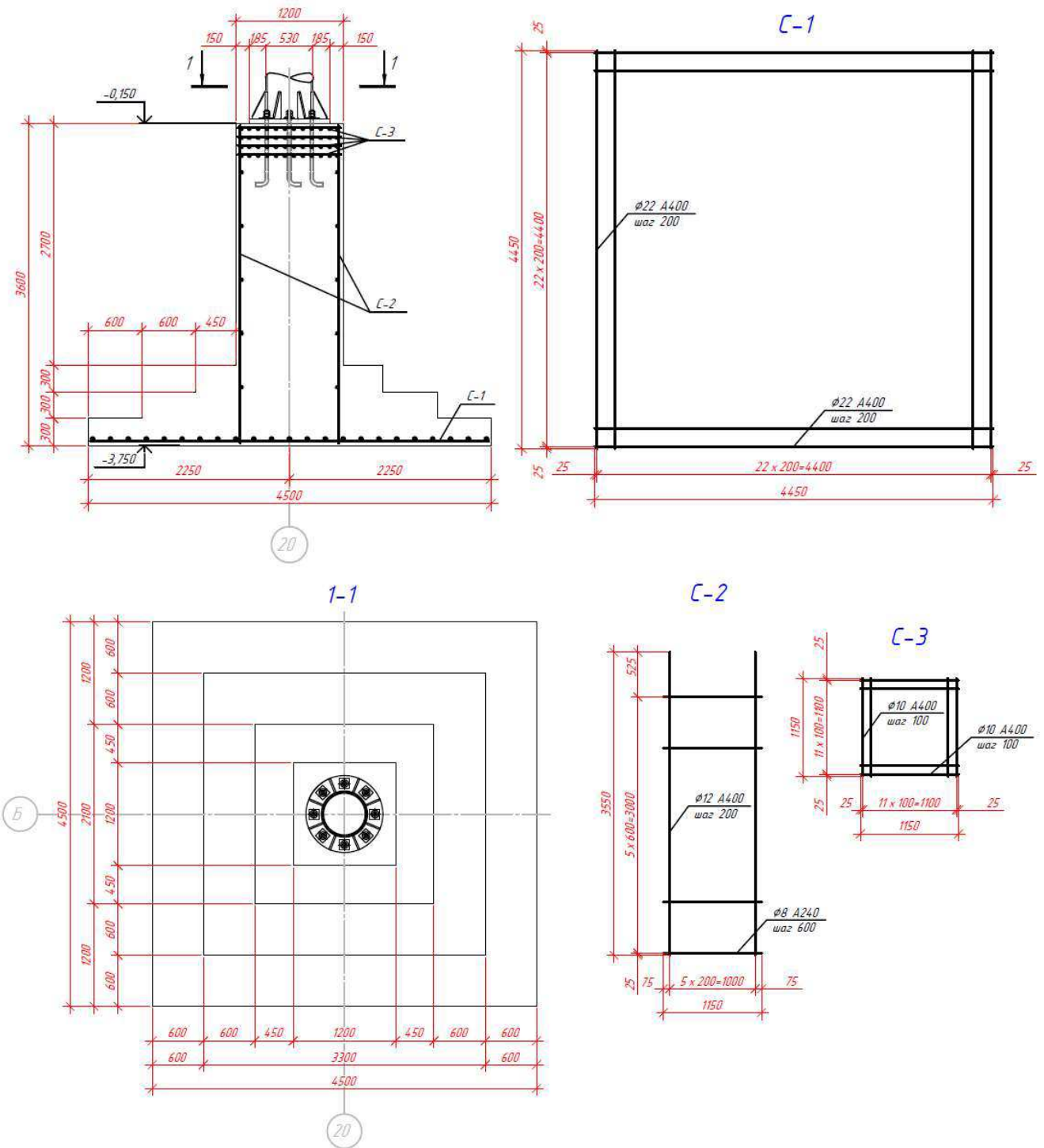


Рисунок 4.2 – Армирование столбчатого фундамента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

89

## 4.3 Проектирование свайного фундамента под колонну в осях Б-20

### 4.3.1 Назначение вида сваи и ее параметров

При заданных условиях принимаем висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью. Применим сваи сплошного квадратного сечения размером 300х300 мм и длиной 8 м (С 80.30-8 по ГОСТ 19804-2012 [28, табл. 1],  $m_{арм} = 44,5$  кг,  $m_{св} = 1,83$  т,  $V_б = 0,73$  м<sup>3</sup>).

Глубину заложения ростверка принимаем  $d_p = 1,35$  м, исходя только из конструктивных требований. Верх ростверка проектируем на отметке -0,15 м, а высоту принимаем 1,2 м.

В качестве несущего слоя выберем песок средней крупности. Отметка нижнего конца сваи составит -9,05 м, а заглубление в песок – на 3,55 м, если отметку головы сваи на 0,3 м выше подошвы ростверка. Сопряжение ростверка и сваи принимаем жестким.

### 4.3.2 Определение несущей способности забивной сваи

Так как свая висячая, то несущую способность определяем по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot \left( \gamma_{сR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum_i^h \gamma_{сf} \cdot f_i \cdot h_i \right), \quad (4.36)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте (принимаем  $\gamma_c = 1$ );

$R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;

$A$  – площадь поперечного сечения нижнего конца сваи;

$u$  – периметр сваи;

$f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта у боковой поверхности сваи;

$\gamma_{сf}$  – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности (принимаем  $\gamma_{сf} = 1$ );

$\gamma_{сR}$  – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи (принимаем  $\gamma_{сR} = 1$ ).

Данные заносим в таблицу 4.5.

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

Таблица 4.5 – Данные для расчета несущей способности

Отметка поверхности	Инженерно-геологическая колонка	Свая	Толщина слоя h, м	Расстояние от поверхности до середины слоя, м	f <sub>i</sub> , кПа	f <sub>i</sub> h <sub>i</sub> , кН
NL 0.000	П	С 80.30-6				
Голова -1.350 -1.500 FL -1.650						
	М		2	2,65	33,25	66,5
-4.400			0,75	4,025	38,05	28,54
	П		0,7	4,75	28,5	19,95
WL -5.100	П		0,4	5,3	29,6	11,84
-5.500	С		2	6,5	59	118
			1,85	8,425	62,64	115,88
Острие -9.350	С		R=3935 кПа		Σ	360,71

Тогда несущая способность составит

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 3905 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 345,86) = 766,48 \text{ кН}.$$

Согласно основному условию проектирования свайных фундаментов

$$N_{св} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} = \frac{766,48}{1,4} = 547,49 \text{ кН}, \quad (4.37)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности (принимаем  $\gamma_c = 1,4$ );

Данное значение нагрузки входит в допускаемые пределы для песков средней крупности (400-600 кН). Принимаем допускаемую нагрузку на одну сваю 547,49 кН.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

### 4.3.3 Определение числа свай в фундаменте и эскизное конструирование ростверка

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности по формуле

$$n = \frac{N_{0I}}{F_d / \gamma_k - \bar{A} \cdot d_p \cdot \gamma_{mt}}, \quad (4.38)$$

где  $N_{0I}$  – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обрез ростверка (принимается  $N_{0I} = 7861,172$  кН согласно табл. 4.2);

$\bar{A}$  – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю (принимается  $\bar{A} = 0,9$  м<sup>2</sup>);

$\gamma_{mt}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона, равное 20 кН/м<sup>3</sup>.

$$n = \frac{7861,172}{547,49 - 0,9 \cdot 1,35 \cdot 20} = 15,03 .$$

Принимаем 16 свай из условия конструирования симметричного ростверка для равномерного распределения усилий в обеих плоскостях восприятия нагрузки. Расстояние между осями свай не должно превышать  $3 \cdot d = 3 \cdot 300 = 900$  мм. Размеры ростверка в плане составляет, учитывая свесы его за наружные грани свай 150 мм – 3300х3300 мм.

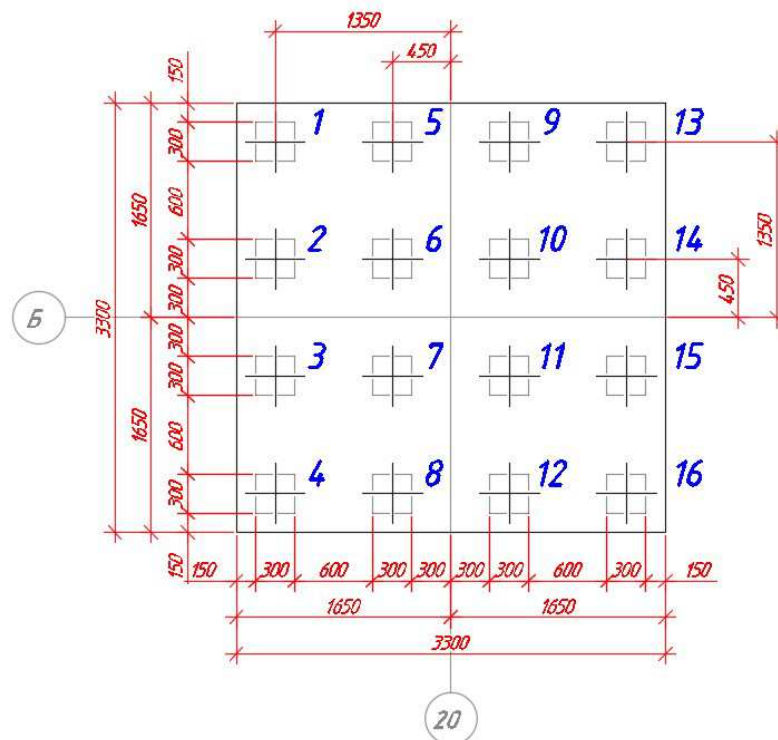


Рисунок 4.3 – Схема расположения свай

						ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			92



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

Ориентировочно вес ростверка определяется по формуле

$$G_p = b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt} = 3,3 \cdot 3,3 \cdot 1,2 \cdot 22 = 287,5 \text{ кН}, \quad (4.39)$$

где  $b_p, l_p$  – размеры ростверка в плане;

$d_p$  – высота ростверка;

$\gamma_{mt}$  – среднее значение удельного веса и грунта, принимаемое 22 кН/м<sup>3</sup>.

Приведем нагрузки к подошве ростверка

$$N' = N_{max} + G_p = 7861,172 + 287,5 = 8148,67 \text{ кН}, \quad (4.40)$$

$$M' = M_{сoот} + Q \cdot d_p = 124,22 + 34,499 \cdot 1,2 = 165,62 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (4.41)$$

Расчетная нагрузка на сваю определяется по формуле

$$N_{c_i} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot x}{\sum x_i^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot m_{ce}, \quad (4.42)$$

где  $n$  – число свай в фундаменте;

$m_{ce}$  – масса свай;

$x$  – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до свай, усилие в которой определяется;

$x_i$  – расстояние от главной оси до каждой из свай.

Таблица 4.6 – Усилия в сваях

№ свай	Усилия в сваях, кН
1,2,3,4	515,62
5,6,7,8	524,82
9,10,11,12	534,02
13,14,15,16	543,22

$$\sum x_i^2 = 1,35^2 \cdot 4 \cdot 2 + 0,45^2 \cdot 4 \cdot 2 = 16,2 \text{ м}^2 \quad (4.43)$$

$$N_{1,2,3,4} = \frac{8148,67}{16} - \frac{165,62 \cdot 1,35}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 515,62 \text{ кН},$$

$$N_{5,6,7,8} = \frac{8148,67}{16} - \frac{165,62 \cdot 0,45}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 524,82 \text{ кН},$$

$$N_{13,14,15,16} = \frac{8148,67}{16} + \frac{165,62 \cdot 1,35}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 543,22 \text{ кН},$$

$$N_{9,10,11,12} = \frac{8148,67}{16} + \frac{165,62 \cdot 0,45}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 534,02 \text{ кН}.$$

Проверяем основное условие проектирования свайных фундаментов с учетом того, что для крайних свай в кусте возможно превышение  $F_d / \gamma_k$  на 20%.

$$N_c \leq 1,2 \cdot F_d / \gamma_k, \quad (4.44)$$

$$543,22 \text{ кН} < 1,2 \cdot 547,49 = 656,99 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

#### 4.3.5 Расчет плиты ростверка на продавливание угловой сваей

Для стальной колонны круглого сечения  $530 \times 17$  с опорной плитой  $900 \times 900$  мм рационально принять фундамент без ступеней.

Производим проверку на продавливание угловой сваей по формуле

$$N_c \leq R_{bt} \cdot h_{01} \cdot [\beta_1 \cdot (b_{02} + 0,5 \cdot c_{02}) + \beta_2 \cdot (b_{01} + 0,5 \cdot c_{01})], \quad (4.45)$$

где  $N_c$  – усилие в угловой свае;

$h_{01}$  – рабочая высота ступени ростверка над сваей (принимаем  $h_{01} = 1,2 - 0,05 = 1,15$  м);

$b_{01}, b_{02}$  – расстояния от внутренних граней свай до наружных граней ростверка (принимаем  $b_{01} = b_{02} = 0,45$  м);

$c_{01}, c_{02}$  – расстояниям от плоскостей внутренних граней угловой сваи до соответствующих ближайших граней опорного стального листа базы колонны (принимаем  $c_{01}, c_{02} = 0,75$  м)

$\beta_1, \beta_2$  – коэффициенты, принимаемые в зависимости от  $h_{01} / c = 1,15 / 0,46 = 2,5$  (принимаем  $\beta_1 = \beta_2 = 1$ );

$R_{bt} = 900$  кПа – расчетное сопротивление растяжению бетона класса В20 согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8].

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

$$543,22 < 900 \cdot 1,15 \cdot [1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,75) + 1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,75)],$$

$$543,22 \text{ кН} < 1707,75 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

#### 4.3.6 Расчет плиты ростверка на продавливание колонной

При данном расчете улавливаются, что пирамида продавливания образуется плоскостями, проведенными от опорной плиты под углом  $45^\circ$  до центра рабочей арматуры плиты (на 50 мм выше подошвы ростверка). Если в пределах пирамиды продавливания оказываются сваи, то плоскости проводятся до граней свай, т.е. под углом большим чем  $45^\circ$ .

Суть проверки на продавливание заключается в том, чтобы продавливающая сила не превышала прочность на растяжение по граням пирамиды. Расчет ведем по формуле

$$F \leq 2 \cdot R_{bt} \cdot h_{0p} \cdot \left[ \frac{h_{0p}}{c_1} \cdot (b_{bas} + c_2) + \frac{h_{0p}}{c_2} \cdot (l_{bas} + c_1) \right], \quad (4.46)$$

где  $F$  – продавливающая сила, равная удвоенной сумме усилий в сваях, расположенных с одной наиболее нагруженной стороны от оси колонны и находящиеся за пределами нижнего основания пирамиды продавливания; усилия в сваях определяются от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка;

$R_{bt} = 900$  кПа – расчетное сопротивление растяжению бетона класса В20 согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8];

$h_{0p}$  – рабочая высота сечения ростверка (принимаем  $h_{0p} = 1,2 - 0,05 = 1,15$  м);

$c_1, c_2$  – расстояние от боковой или продольной соответственно грани опорной стальной плиты базы колонны до параллельной ей плоскости, проходящей по внутренней грани ближайшего ряда свай, расположенных за пределами нижнего основания пирамиды продавливания (принимаем  $c_{01} = c_{02} = 0,75$  м);

$b_{bas}, l_{bas}$  – размеры опорной плиты в плане ( $b_{bas} = l_{bas} = 900$  мм)

Вычислим усилия в сваях от нагрузок на обресте фундамента

$$N_{c_i} = \frac{N_{max}}{n} \pm \frac{M_{coom} \cdot x}{\sum x_i^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot m_{cs}, \quad (4.47)$$

$$N_{1,2,3,4} = \frac{7861,172}{16} - \frac{124,22 \cdot 1,35}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 501,1 \text{ кН},$$

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

$$N_{5,6,7,8} = \frac{7861,172}{16} - \frac{124,22 \cdot 0,45}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 508 \text{ кН},$$

$$N_{13,14,15,16} = \frac{7861,172}{16} + \frac{124,22 \cdot 1,35}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 521,8 \text{ кН},$$

$$N_{9,10,11,12} = \frac{7861,172}{16} + \frac{124,22 \cdot 0,45}{16,2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 1,83 = 514,9 \text{ кН}.$$

Тогда продавливающая сила

$$F = 2 \cdot (N_{13,14,15,16} \cdot 4 + N_{9,10,11,12} \cdot 2) = 2 \cdot (521,8 \cdot 4 + 514,9 \cdot 2) = 6234 \text{ кН}. \quad (4.48)$$

Тогда условие проверки на продавливание примет следующий вид

$$6234 < 2 \cdot 900 \cdot 1,15 \cdot \left[ \frac{1,15}{0,75} \cdot (0,9 + 0,75) + \frac{1,15}{0,75} \cdot (0,9 + 0,75) \right],$$

$$6234 \text{ кН} < 10474,2 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется.

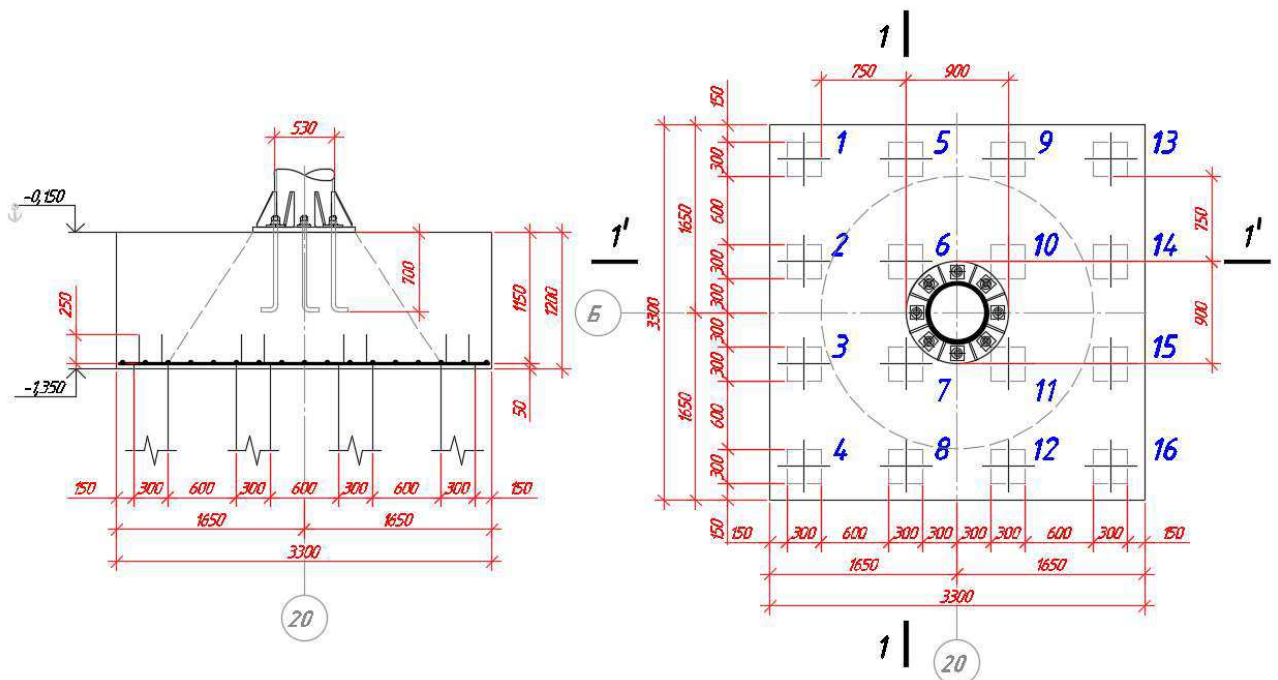


Рисунок 4.4 – Схема работы ростверка на продавливание колонной

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

#### 4.3.7 Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа

Сваебойное оборудование выбираем с учетом соотношения массы молота и массы сваи (предварительный подбор). Это отношение изменяется от 0,8 до 1,5.

Предварительно принимаем трубчатый дизель-молот С-996 с техническими характеристиками: масса ударной части  $m_4 = 1800$  кг, энергия удара  $E_d = 45,4$  кДж, полная масса молота  $m_1 = 3650$  кг.

Определяем расчетный отказ сваи

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (4.49)$$

где  $E_d$  – расчетная энергия удара для выбранного молота;

$m_1$  – полная масса молота;

$m_2$  – масса сваи;

$m_3$  – масса наголовника (принимаем  $m_3 = 200$  кг);

$A$  – площадь поперечного сечения сваи;

$\eta$  – коэффициент для железобетонных свай (принимаем  $\eta = 1500$  кН/м<sup>2</sup>);

$F_d$  – несущая способность сваи (принимаем  $F_d = 766,48$  кН);

$$S_a = \frac{45,4 \cdot 1500 \cdot 0,09}{766,48 \cdot (766,48 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{3650 + 0,2 \cdot (1830 + 200)}{3650 + 1830 + 200} = 0,0063 \text{ м.}$$

Расчетный отказ находится в пределах ( $0,005 < 0,0063 < 0,01$ ), сваебойное оборудование подобрано верно.

#### 4.3.8 Конструирование свайного фундамента, армирование плиты ростверка

Расчет плиты ростверка на изгиб и определение сечения арматуры производим аналогично столбчатому фундаментам с той разницей, что к плите ростверка прикладывается не распределенная, а сосредоточенная нагрузка в местах опирания на сваи. Моменты в сечениях ростверка

$$M_{x_i} = \sum N_{св_i} \cdot x_i, \quad (4.50)$$

$$M_{y_i} = \sum N_{св_i} \cdot y_i, \quad (4.51)$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $N_{св,i}$  – расчетная нагрузка на сваю;

$x_i, y_i$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения;

$$M_{x_i} = 543,22 \cdot 0,9 \cdot 4 = 1955,59 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$M_{y_i} = (515,62 + 524,82 + 534,02 + 543,22) \cdot 0,9 = 1905,91 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Таблица 4.7 – Расчет арматуры плитной части фундамента

Сечение	$x(y)_i$ , м	$M$ , кН·м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}$	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1-1	0,9	1955,59	0,039	0,98	1,15	47,54
1'-1'	0,9	1905,91	0,038	0,981	1,15	46,29

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры

$$A_{s_i} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s},$$

где  $h_{0i}$  – рабочая высота сечения, определяется как высота от верха сечения до центра рабочей арматуры;

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры (для арматуры класса А400 периодического профиля диаметром 10-40 мм  $R_s = 365000$  кПа) согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 3.14].;

$\xi$  – коэффициент в зависимости от  $\alpha_m$ .

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b},$$

где  $b_i$  – ширина сжатой зоны сечения;

$R_b$  – расчетное сопротивление сжатию бетона (для бетона класса В20 принимаем  $R_b = 11500$  кПа) согласно СП 63.13330.2018 [25, табл. 6.8].

По большему значению  $A_s$  подбираем требуемое число стержней и диаметр арматуры.

Армируем подошву свайного ростверка с шагом рабочей арматуры – 200 мм. Сетка С-1 имеет рабочую арматуру в количестве

$$\frac{(b - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = \frac{(3,3 - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = 17 \text{ шт}.$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

Принимаем  $\varnothing 20$  А400  $A_s = 3,14 \cdot 17 = 53,38 \text{ см}^2 > 47,54 \text{ см}^2$ .

В направлении  $b$  сетка С-1 имеет распределительную арматуру в количестве

$$\frac{(l - 0,05 \cdot 2)}{0,6} + 1 = \frac{(3,3 - 0,05 \cdot 2)}{0,6} + 1 = 6 \text{ шт.}$$

Принимаем  $\varnothing 10$  А240  $A_s = 0,785 \cdot 6 = 4,71 \text{ см}^2$ .

В направлении  $l$  верхняя сетка С-2 имеет распределительную арматуру в количестве 6 стержней  $\varnothing 10$  А240  $A_s = 0,785 \cdot 6 = 4,71 \text{ см}^2$ , в направлении  $b$  – рабочую арматуру в количестве 17 стержня  $\varnothing 20$  А400.

Длины стержней принимаем 3250 мм.

#### 4.4 Техничко-экономическое сравнение вариантов

Сравниваем варианты запроектированных фундаментов – столбчатого фундамента неглубокого заложения и свайного кустового фундамента. Подсчет стоимости и трудозатрат ведется для фундаментов под одну колонну по федеральным единичным расценкам (ФЕР), разработанным в базисном уровне цен по состоянию на 1 января 2000 года (таблица 4.8, 4.9)

На основании вариантного проектирования фундаментов путем сравнения технико-экономических показателей выбираем наиболее эффективный вариант – фундамент неглубокого заложения, так как он более экономичный: дешевле свайного на 46%, и менее трудоемкий на 14,7%.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

Таблица 4.8 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб	Общая стоимость, руб	Трудоем-ть на ед., чел-час	Трудоем-ть всего, чел-час
<b>Раздел 1. Земляные работы</b>							
<b>ФЕР01-01-002-07</b>	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 1,6 (1,25-1,6) м <sup>3</sup> , группа грунтов: 1	1000 м <sup>3</sup>	0,09	1 467,60	131,75	3,49	0,31
<b>ФЕР01-02-056-01</b>	Разработка грунта вручную в траншеях шириной более 2 м и котлованах площадью сечения до 5 м <sup>2</sup> с креплениями, глубина траншей и котлованов: до 2 м, группа грунтов 1	100 м <sup>3</sup>	0,012	1 357,56	16,63	162	1,98
<b>ФЕР01-01-087-01</b>	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 303 кВт (410 л.с.), группа грунтов 1	1000 м <sup>3</sup>	0,078	263,77	20,57	-	-
<b>ФЕР01-02-005-01</b>	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2	100 м <sup>3</sup>	0,757	348,46	263,78	12,53	9,49
<b>Раздел 2. Фундамент</b>							
<b>ФЕР05-01-002-03</b>	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай длиной: до 8 м в грунты группы 1	м <sup>3</sup>	11,68	474,70	5544,5	3,34	39,01
<b>ФССЦ05.1.05.16-0071</b>	Сваи железобетонные С 80.30-8, бетон В20, объем 0,73 м <sup>3</sup> , расход арматуры 50,90 кг	шт	16	1 107,16	17714,56	-	-
<b>ФЕР05-01-010-01</b>	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных свай площадью сечения до 0,1 м <sup>2</sup>	шт	16	42,79	684,64	1,21	19,36
<b>ФЕР06-01-001-01</b>	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	0,012	3528,33	42,34	135	1,62
<b>ФССЦ04.1.02.05-0003</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В7,5 (М100)	м <sup>3</sup>	1,25	560	700	-	-
<b>ФЕР06-01-001-08</b>	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 25 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	0,131	5 720,09	749,33	235	30,79
<b>ФССЦ04.1.02.05-0007</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В20 (М250)	м <sup>3</sup>	13,264	665	8820,56	-	-
<b>ФССЦ08.4.03.03-0035</b>	Сталь арматурная, горячекатаная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 20-22 мм	т	0,273	7 917,00	2161,34	-	-
Итого:					36850	-	102,56

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100



Таблица 4.9 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб	Общая стоимость, руб	Трудоем-ть на ед., чел-час	Трудоем-ть всего, чел-час
<b>Раздел 1. Земляные работы</b>							
<b>ФЕР01-01-002-07</b>	Разработка грунта в отвал экскаваторами "драглайн" или "обратная лопата" с ковшом вместимостью 1,6 (1,25-1,6) м <sup>3</sup> , группа грунтов: 1	1000 м <sup>3</sup>	0,384	1 467,60	564,11	3,49	1,34
<b>ФЕР01-02-063-01</b>	Разработка грунта в траншеях и котлованах глубиной более 3 м вручную с подъемом краном при наличии креплений, группа грунтов: 1	100 м <sup>3</sup>	0,022	2 946,10	65,08	170	3,
<b>ФЕР01-01-087-01</b>	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью: 303 кВт (410 л.с.), группа грунтов 1	1000 м <sup>3</sup>	0,367	263,77	96,8	-	-
<b>ФЕР01-02-005-01</b>	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1-2	100 м <sup>3</sup>	3,672	348,46	1279,55	12,53	46,01
<b>Раздел 2. Фундамент</b>							
<b>ФЕР06-01-001-01</b>	Устройство бетонной подготовки	100 м <sup>3</sup>	0,022	3528,33	77,94	135	2,98
<b>ФССЦ04.1.02.05-0003</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В7,5 (М100)	м <sup>3</sup>	2,25	560	1261,78	-	-
<b>ФЕР06-01-001-08</b>	Устройство железобетонных фундаментов общего назначения под колонны объемом: до 25 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	0,146	5 720,09	832,44	235	34,2
<b>ФССЦ04.1.02.05-0007</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В20 (М250)	м3	14,771	665	9822,91	-	-
<b>ФССЦ08.4.03.03-0035</b>	Сталь арматурная, горячекатаная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 20-22 мм	т	0,61	7 917,00	4829,42	-	-
<b>ФССЦ08.4.03.02-0003</b>	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, диаметр 10 мм	т	0,068	6 726,18	457,38	-	-
<b>ФССЦ08.4.03.03-0032</b>	Сталь арматурная, горячекатаная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 12 мм	т	0,063	7 997,23	503,83	-	-
<b>ФССЦ08.4.03.02-0002</b>	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, диаметр 8 мм	т	0,011	6 780,00	74,58	-	-
Итого:					19865,82		87,53

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			101

## 4.5 Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-6

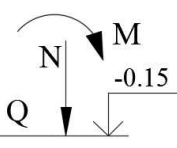
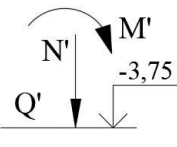
### 4.5.1 Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание

На обрез фундамента (на отм. -0,15 м) действуют следующие нагрузки:  
 $N_{max} = -5221,035$  кН,  $M_{coom} = 133,914$  кН·м,  $Q = 95,742$  кН.

Нагрузка от фундамента определяется по формуле 4.2

$$G = 3,6 \cdot 3,6 \cdot 3,75 \cdot 20 = 972 \text{ кН}$$

Таблица 4.10 – Сбор нагрузок

Расчетная схема	Вид расчета	$N$ , кН; $M$ , кН·м; $Q$ , кН
	Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	$N_{max} = 5221,035$ ; $M_{coom} = 133,914$ ; $Q = 95,742$
	Для расчета основания по II предельному состоянию	$\frac{N_{max}}{1,15} + G = \frac{5221,035}{1,15} + 972 = 5512,03$ ; $\frac{M_{coom}}{1,15} + \frac{Q \cdot (d - 0,15)}{1,15} = \frac{133,914}{1,15} + \frac{95,742 \cdot (3,75 - 0,15)}{1,15} = 416,16$ ; $Q = \frac{95,742}{1,15} = 83,25$

### 4.5.2 Определение размеров подошвы фундамента

Вычислим максимальную сумму нормативных вертикальных нагрузок по формуле (4.3)

$$N_{0II} = \frac{5221,035}{1,15} = 4540,03 \text{ кН}$$

Площадь подошвы определяется по формуле (4.4)

$$A = \frac{4540,03}{200 - 20 \cdot 3,75} = 36,32 \text{ м}^2$$

Принимаем квадратный фундамент. Тогда в первом приближении ширина и длина подошвы фундамента  $b = l = \sqrt{A} = 6,3$  м (кратно модулю 300 мм).

### 4.5.3 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Вычислим осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины  $z = b$ ) и выше подошвы соответственно аналогично формулам (4.5) и (4.6)

$$\gamma_{II} = \frac{0,65 \cdot 17,7 + 0,7 \cdot 18,5 + 0,4 \cdot 9,82 + 4,55 \cdot 10,25}{6,3} = 11,91 \text{ кН} / \text{м}^3,$$

$$\gamma'_{II} = \frac{1,5 \cdot 17,2 + 2,25 \cdot 17,7}{3,75} = 17,5 \text{ кН} / \text{м}^3.$$

Расчетное сопротивление грунта согласно формуле (4.7)

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 6,3 \cdot 11,91 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 483,8 \text{ кПа},$$

$$\frac{483,8 - 200}{483,8} \cdot 100\% = 58,66\%.$$

Так как расчетное сопротивление больше табличного более чем на 20% определяем площадь подошвы фундамента во втором приближении по формуле (4.4)

$$A = \frac{4540,03}{483,8 - 20 \cdot 3,75} = 11,11 \text{ м}^2.$$

Тогда ширина и длина подошвы фундамента  $b = l = \sqrt{A} = 3,6$  м. Определяем расчетное сопротивление грунта во втором приближении по формуле 4.7

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 3,6 \cdot 13,15 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 450,68 \text{ кПа}$$

При этом значении расчетного сопротивления грунта требуется площадь

$$A = \frac{4540,03}{450,68 - 20 \cdot 3,75} = 12,08 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $b = l = 3,6$  м,  $A = 12,96 \text{ м}^2$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		103

#### 4.5.4 Проверка условий расчета основания по деформациям

Вычислим момент сопротивления квадратного в плане фундамента по формуле (4.12)

$$W = \frac{3,6 \cdot 3,6^2}{6} = 7,78 \text{ м}^3.$$

Тогда критерии расчета по деформациям примут вид согласно формулам (4.9), (4.10), (4.11)

$$P_{II} = \frac{5512,03}{12,96} = 425,31 \text{ кПа} < 450,68 \text{ кПа}.$$

Условие  $P_{II} \leq R$  удовлетворено и разница составляет не более 10%, поэтому размеры фундамента остаются без изменения.

$$P_{max} = \frac{5512,03}{12,96} + \left| \frac{416,16}{7,78} \right| = 478,8 \text{ кПа} < 540,82 \text{ кПа},$$

$$P_{min} = \frac{5512,03}{12,96} - \left| \frac{416,16}{7,78} \right| = 371,82 > 0.$$

Все условия выполняются.

#### 4.5.5 Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

Расчет осадки методом послойного суммирования представлен в таблице 4.11. Введем расчет аналогично п. 4.2.6.

Основание разделяем на горизонтальные слои толщиной не более  $0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 3,6 = 1,44$  м до глубины  $4 \cdot b = 4 \cdot 3,6 = 14,4$  м.

Дополнительное давление на подошву фундамента находим по формуле (4.15)

$$P_0 = 425,31 - 65,63 = 359,68 \text{ кПа}.$$

Вычисляем среднюю осадку основания согласно таблице 4.11

$$S = \sum S_i = 4,3 \text{ см}.$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		104

Таким образом, полученное значение меньше предельного  $S_u = 20$  см согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. Г.1] и перепроектирование не требуется.

Таблица 4.11 – Определение средней осадки методом послойного суммирования

Глубина слоя $h$ , м	Расстояние от подошвы фундамента до подошвы слоя $z$ , м	$2z/b$	$\alpha$	Напряжение в грунте $\sigma_{zp}$ , кПа	Дополнительное давление $P_0$ , кПа	Напряжение в грунте $\sigma_{zg}$ , кПа	Среднее напряжение в слое $\sigma_{ср}$ , кПа	Модуль общей деформации $E_p$ , кПа	Осадка слоя $S_p$ , см
0	0	0	1	65,63					
0,65	0,65	0,36	0,964	77,13					
0,7	1,35	0,75	0,82	90,08					
0,4	1,75	0,97	0,718	94,01					
1	2,75	1,53	0,477	104,26					
1	3,75	2,08	0,32	114,51					
1	4,75	2,64	0,223	124,76					
1	5,75	3,19	0,161	135,01					
1	6,75	3,75	0,122	145,26					
1	7,75	4,31	0,095	155,51	359,68				
1	8,75	4,86	0,075	165,76					
1	9,75	5,42	0,062	176,01					
1	10,75	5,97	0,052	186,26					
1	11,75	6,53	0,043	196,51					
1	12,75	7,08	0,037	206,76					
1	13,75	7,64	0,032	217,01					
0,65	14,4	8	0,029	223,68					
									4,3

#### 4.5.6 Конструирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника. Параметры фундамента:  $d = 3,75$  м,  $b = l = 3,6$  м, сечение подколонника  $b_{cf} = l_{cf} = 1200$  мм, высота фундамента  $h = 3,6$  м, высота подколонника  $h_{cf} = 3$  м. Подколонник проектируем полнотелым с постоянным сечением.

Назначаем количество и размеры ступеней. Суммарный вылет ступеней в обоих направлениях составит по формуле (4.21)

$$(l - l_{cf}) / 2 = (3,6 - 1,2) / 2 = 1,2 \text{ м} = 1200 \text{ мм} .$$

Принимаем высоту ступеней 300 мм и учитывая, что отношение вылета ступени к ее высоте рекомендуется от 1 до 2, принимаем 2 ступени с вылетом 600 мм.

Произведем расчет высокого внецентренно нагруженного квадратного фундамента на продавливание плитной части подколонником согласно формулам (4.23), (4.25), (4.24), (4.22)

$$b_a = 4 \cdot 0,55 = 2,2 \text{ м},$$

$$A_0 = 0,5 \cdot 3,6 \cdot (3,6 - 1,2 - 2 \cdot 0,55) - 0,25 \cdot (3,6 - 1,2 - 2 \cdot 0,55)^2 = 1,92 \text{ м}^2,$$

$$F = 1,92 \cdot 478,8 = 919,3 \text{ кН},$$

$$919,3 \text{ кН} < 1 \cdot 2,2 \cdot 0,55 \cdot 900 = 1089 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется

#### 4.5.7 Определение сечений арматуры плитной части фундамента

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты, которые определяются, считая ступени, работающие как консоль, защемленная в теле фундамента по формулам (4.26), (4.27).

Расчетные усилия  $N$  определяются без учета фундамента и грунта на обрезах, момент приводится к подошве по формулам (4.29), (4.30), (4.31)

$$N = 5221,035 \text{ кН},$$

$$M = 133,914 + 95,742 \cdot 3,6 = 478,59 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$e = \frac{478,59}{5221,035} = 0,092 \text{ м}.$$

Таблица 4.12 – Расчет арматуры плитной части фундамента

Сечение	Вылет $c_i$ , м	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$\left(1 + \frac{6 \cdot e_0}{l} - \frac{4 \cdot e_0 \cdot c_i}{l^2}\right)$	$M$ , кН·м	$\alpha_m$	$\zeta$	$h_{0i}$	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1-1	0,6	261,05	1,14	297,6	0,115	0,939	0,25	34,73
2-2	1,2	1044,21	1,12	1169,52	0,14	0,924	0,55	63,05
1'-1'	0,6	261,05	-	261,05	0,101	0,947	0,25	30,21
2'-2'	1,2	1044,21	-	1044,21	0,125	0,933	0,55	55,75

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры по формуле (4.23).

Данные расчета заносим в таблицу 4.12.

По большему значению  $A_s$  подбираем требуемое число стержней и диаметр арматуры.

Армирование подошвы фундамента осуществляем сеткой С-1.

В направлении  $l$  сетка С-1 имеет рабочую арматуру в количестве

$$\frac{(b - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = \frac{(3,6 - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = 18 \text{шт.}$$

Принимаем  $\text{Ø}22 \text{ A}400$   $A_s = 3,8 \cdot 18 = 68,4 \text{ см}^2 > 63,05 \text{ см}^2$ .

В направлении  $b$  – рабочая арматура в количестве 18 стержней  $\text{Ø}22 \text{ A}400$ .

Длины стержней принимаем 3550 мм.

Подколонник армируем четырьмя вертикальными сварными плоскими сетками С-2, объединяемыми в пространственный каркас. В сетке С-2 принимаем рабочую (продольную) арматуру конструктивно  $\text{Ø}12 \text{ A}400$  с шагом 200 мм, поперечную –  $\text{Ø}8 \text{ A}240$  с шагом 600 мм. Длина рабочих стержней – 3550 мм, поперечной арматуры – 1150 мм.

В торце подколонника применяем косвенное армирование четырьмя сетками С-3 с шагом 100 мм: арматура  $\text{Ø}10 \text{ A}400$  с шагом 100 мм в двух направлениях.

Армирование столбчатого фундамента представлено на рисунке 4.5.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		107

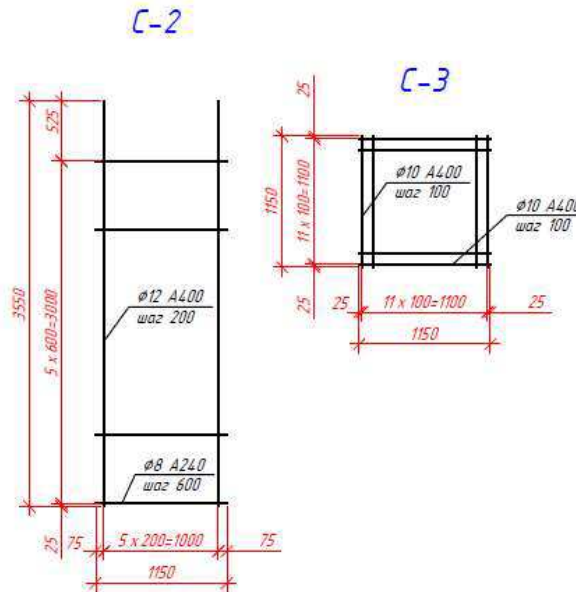
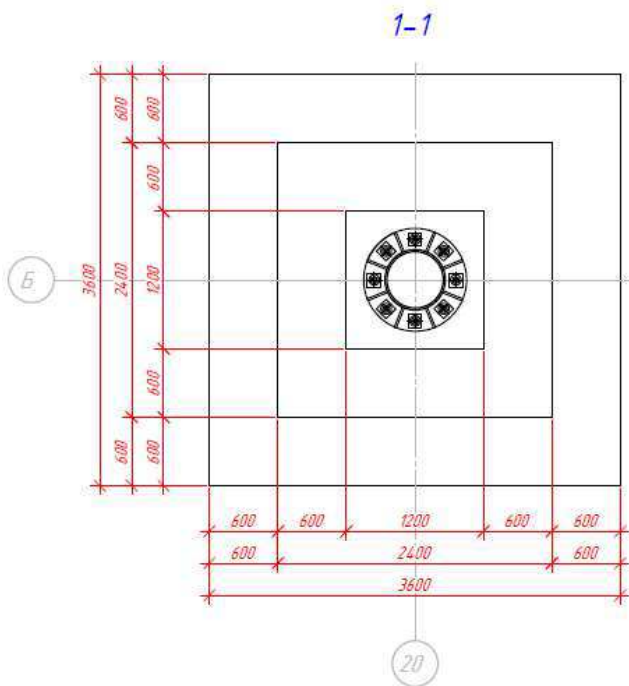
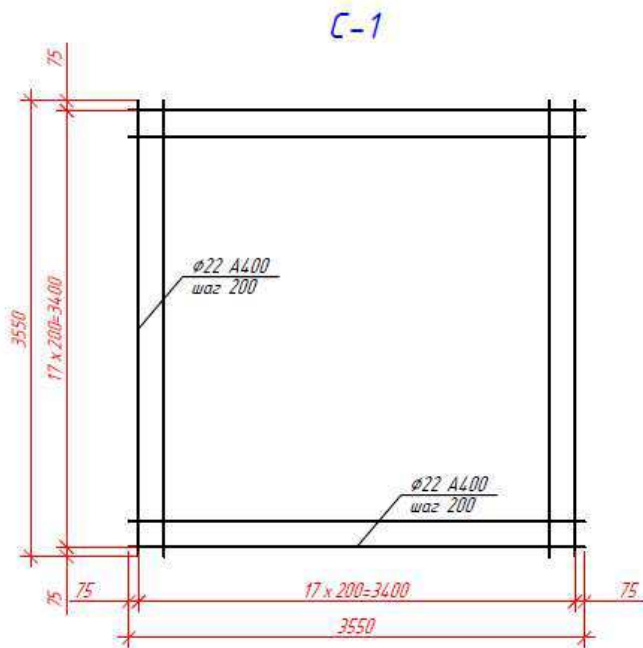
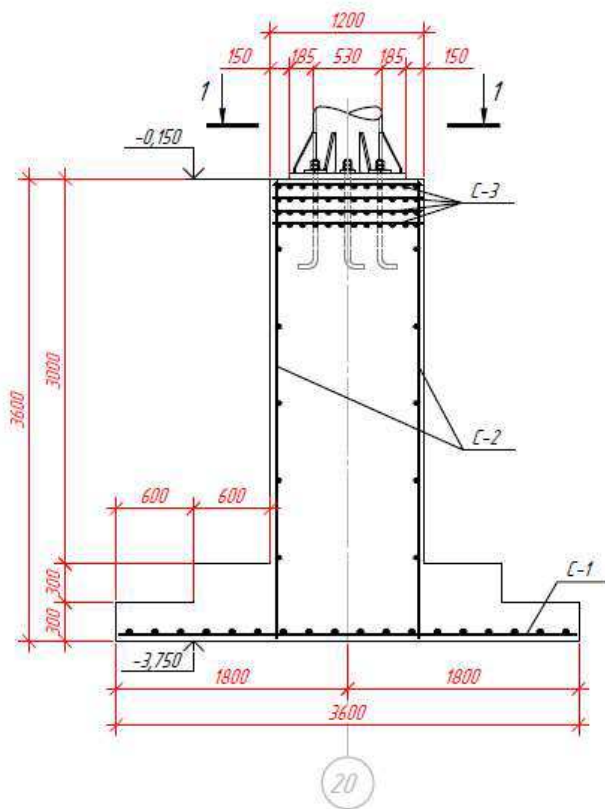


Рисунок 4.5 – Армирование столбчатого фундамента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

108



## 4.6 Проектирование столбчатого фундамента под колонну в осях Б-7

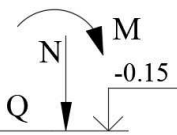
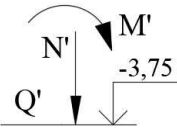
### 4.6.1 Определение нагрузок, действующих на фундамент и основание

Для расчета фундамента под две колонны в месте температурных швов (оси 7 и 14) приводим нагрузки с двух колонн к центру фундамента по правилам теоретической механики. В результате получаем, что на обрез фундамента (на отм. -0,15 м) действуют следующие нагрузки:  $N_{max} = -6793,07$  кН,  $M_{сoом} = 253,87$  кН·м,  $Q = 139,47$  кН.

Нагрузка от фундамента определяется по формуле 4.2

$$G = 3,6 \cdot 4,8 \cdot 3,75 \cdot 20 = 1296 \text{ кН}.$$

Таблица 4.13 – Сбор нагрузок

Расчетная схема	Вид расчета	$N$ , кН; $M$ , кН·м; $Q$ , кН
	Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	$N_{max} = 6793,07$ ; $M_{сoом} = 253,87$ ; $Q = 139,47$
	Для расчета основания по II предельному состоянию	$\frac{N_{max}}{1,15} + G = \frac{6793,07}{1,15} + 1296 = 7203,02$ ; $\frac{M_{сoом}}{1,15} + \frac{Q \cdot (d - 0,15)}{1,15} = \frac{253,87}{1,15} + \frac{139,47 \cdot (3,75 - 0,15)}{1,15} = 657,36$ ; $Q = \frac{139,47}{1,15} = 121,28$

### 4.6.2 Определение размеров подошвы фундамента

Вычислим максимальную сумму нормативных вертикальных нагрузок по формуле (4.3)

$$N_{0II} = \frac{6793,07}{1,15} = 5907,02 \text{ кН} ,$$

Площадь подошвы определяется по формуле (4.4)

$$A = \frac{5907,02}{200 - 20 \cdot 3,75} = 47,26 \text{ м}^2 .$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

Принимаем прямоугольный фундамент. Тогда в первом приближении ширина и длина подошвы фундамента соответственно  $b = 6$  м,  $l = 9,6$  м (кратно модулю 300 мм).

#### 4.6.3 Определение расчетного сопротивления грунта основания

Вычислим осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины  $z = b$ ) и выше подошвы соответственно аналогично формулам (4.5) и (4.6)

$$\gamma_{II} = \frac{0,65 \cdot 17,7 + 0,7 \cdot 18,5 + 0,4 \cdot 9,82 + 4,25 \cdot 10,25}{6} = 11,99 \text{ кН / м}^3,$$

$$\gamma'_{II} = \frac{1,5 \cdot 17,2 + 2,25 \cdot 17,7}{3,75} = 17,5 \text{ кН / м}^3.$$

Расчетное сопротивление грунта согласно формуле (4.7)

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 6 \cdot 11,99 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 480,1 \text{ кПа},$$

$$\frac{480,1 - 200}{480,1} \cdot 100\% = 58,34\%.$$

Так как расчетное сопротивление больше табличного более чем на 20% определяем площадь подошвы фундамента во втором приближении по формуле (4.4)

$$A = \frac{5907,02}{480,1 - 20 \cdot 3,75} = 14,58 \text{ м}^2.$$

Тогда ширина и длина подошвы фундамента соответственно  $b = 3,3$  м,  $l = 4,8$  м. Определяем расчетное сопротивление грунта во втором приближении по формуле 4.7

$$R = \frac{1,3 \cdot 1}{1,1} \cdot [1,012 \cdot 3,3 \cdot 13,42 + 5,058 \cdot 3,75 \cdot 17,5 + 7,508 \cdot 0,2] = 447,02 \text{ кПа}$$

При этом значении расчетного сопротивления грунта требуется площадь

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

$$A = \frac{5907,02}{447,02 - 20 \cdot 3,75} = 15,88 \text{ м}^2.$$

Принимаем  $b = 3,6 \text{ м}$ ,  $l = 4,8 \text{ м}$ ,  $A = 17,28 \text{ м}^2$

#### 4.6.4 Проверка условий расчета основания по деформациям

Вычислим момент сопротивления квадратного в плане фундамента по формуле (4.12)

$$W = \frac{3,6 \cdot 4,8^2}{6} = 13,82 \text{ м}^3.$$

Тогда критерии расчета по деформациям примут вид согласно формулам (4.9), (4.10), (4.11)

$$P_{II} = \frac{7203,02}{17,28} = 416,84 \text{ кПа} < 447,02 \text{ кПа}.$$

Условие  $P_{II} \leq R$  удовлетворено и разница составляет не более 10%, поэтому размеры фундамента остаются без изменения.

$$P_{max} = \frac{7203,02}{17,28} + \left| \frac{657,36}{13,82} \right| = 464,41 \text{ кПа} < 536,42 \text{ кПа},$$

$$P_{min} = \frac{7203,02}{17,28} - \left| \frac{657,36}{13,82} \right| = 369,28 > 0.$$

Все условия выполняются.

#### 4.6.5 Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

Расчет осадки методом послойного суммирования представлен в таблице 4.11. Ведем расчет аналогично п. 4.2.6.

Основание разделяем на горизонтальные слои толщиной не более  $0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 3,6 = 1,44 \text{ м}$  до глубины  $4 \cdot b = 4 \cdot 3,6 = 14,4 \text{ м}$ .

Дополнительное давление на подошву фундамента находим по формуле (4.15)

$$P_0 = 416,84 - 65,63 = 351,21 \text{ кПа}.$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111

Вычисляем среднюю осадку основания согласно таблице 4.14

$$S = \sum S_i = 4,19 \text{ см.}$$

Таким образом, полученное значение меньше предельного  $S_u = 20 \text{ см}$  согласно СП 22.13330.2016 [27, табл. Г.1] и перепроектирование не требуется.

Таблица 4.14 – Определение средней осадки методом послойного суммирования

Глубина слоя, м	Расстояние от подошвы фундамента до подошвы слоя, z, м	$2z/b$	$\alpha$	Напряжение в грунте $\sigma_{zp}$ , кПа	Дополнительное давление $P_0$ , кПа	Напряжение в грунте $\sigma_{zg}$ , кПа	Среднее напряжение в слое $\sigma_{zcp}$ , кПа	Модуль общей деформации $E_s$ , кПа	Осадка слоя $S_p$ , см
0	0	0	1	65,63	351,21	-	-	-	
0,65	0,65	0,36	0,964	77,13	338,57	344,89	19000	0,94	
0,7	1,35	0,75	0,82	90,08	287,99	313,28	15200	1,15	
0,4	1,75	0,97	0,718	94,01	252,17	270,08	15200	0,57	
1	2,75	1,53	0,477	104,26	167,53	209,85	33000	0,51	
1	3,75	2,08	0,32	114,51	112,39	139,96	33000	0,34	
1	4,75	2,64	0,223	124,76	78,32	95,35	33000	0,23	
1	5,75	3,19	0,161	135,01	56,54	67,43	33000	0,16	
1	6,75	3,75	0,122	145,26	42,85	49,7	33000	0,12	
1	7,75	4,31	0,095	155,51	33,36	38,11	33000	0,09	
1	8,75	4,86	0,075	165,76	26,34	29,85	33000	0,07	
1	9,75	5,42	0,062	176,01	21,78	24,06	33000	-	
1	10,75	5,97	0,052	186,26	18,26	20,02	33000	-	
1	11,75	6,53	0,043	196,51	15,1	16,68	33000	-	
1	12,75	7,08	0,037	206,76	12,99	14,05	33000	-	
1	13,75	7,64	0,032	217,01	11,24	12,12	33000	-	
0,65	14,4	8	0,029	223,68	10,19	10,71	33000	-	
$\Sigma$									4,19

#### 4.6.6 Конструирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника. Параметры фундамента:  $d = 3,75 \text{ м}$ ,  $b = 3,6 \text{ м}$ ,  $l = 4,8 \text{ м}$ , размеры подколонника  $b_{cf} = 1,5 \text{ м}$ ,  $l_{cf} = 1,2 \text{ м}$ , высота фундамента  $h = 3,6 \text{ м}$ , высота подколонника  $h_{cf} = 3 \text{ м}$ . Подколонник проектируем полнотелым с постоянным сечением.

Назначаем количество и размеры ступеней. В направлении стороны  $l$  и  $b$  соответственно суммарный вылет ступеней составит по формуле (4.21)

$$(l - l_{cf}) / 2 = (3,6 - 1,2) / 2 = 1,2 \text{ м} = 1200 \text{ мм},$$

$$(b - b_{cf}) / 2 = (3,6 - 1,5) / 2 = 1,05 \text{ м} = 1050 \text{ мм}.$$

Принимаем высоту ступеней 300 мм и учитывая, что отношение вылета ступени к ее высоте рекомендуется от 1 до 2, принимаем 2 ступени с вылетом 600 мм в направлении стороны  $l$  и две ступени с вылетом нижней 600 мм и верхней 450 мм в направлении  $b$ .

Произведем расчет высокого внецентренно нагруженного прямоугольного фундамента на продавливание плитной части подколонником согласно формулам (4.52), (4.25), (4.24), (4.22).

Так как  $b - b_{cf} > 2 \cdot h_o$ , то  $b_a$  находим по следующей формуле

$$b_a = b_{cf} + h_{op} = 1,5 + 0,55 = 2,05 \text{ м}, \quad (4.52)$$

$$A_0 = 0,5 \cdot 3,6 \cdot (4,8 - 2,4 - 2 \cdot 0,55) - 0,25 \cdot (3,6 - 1,5 - 2 \cdot 0,55)^2 = 2,09 \text{ м}^2,$$

$$F = 2,09 \cdot 464,41 = 970,62 \text{ кН},$$

$$970,62 \text{ кН} < 2,05 \cdot 0,55 \cdot 900 = 1014,75 \text{ кН}.$$

Условие удовлетворяется

#### 4.6.7 Определение сечений арматуры плитной части фундамента

Под давлением отпора грунта фундамент изгибается, в сечениях фундамента возникают моменты, которые определяются, считая ступени, работающие как консоль, защемленная в теле фундамента по формулам (4.26), (4.27).

Расчетные усилия  $N$  определяются без учета фундамента и грунта на обрезах, момент приводится к подошве по формулам (4.29), (4.30), (4.31)

$$N = 6793,07 \text{ кН},$$

$$M = 253,87 + 139,47 \cdot 3,6 = 755,96 \text{ кН} \cdot \text{м},$$

$$e = \frac{755,96}{6793,07} = 0,111 \text{ м}.$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Таблица 4.15 – Расчет арматуры плитной части фундамента

Сечение	Вылет $c_i$ , м	$\frac{N \cdot c_i^2}{2 \cdot l(b)}$	$\left(1 + \frac{6 \cdot e_0}{l} - \frac{4 \cdot e_0 \cdot c_i}{l^2}\right)$	$M$ , кН·м	$\alpha_m$	$\zeta$	$h_{0i}$	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1-1	0,6	254,74	1,13	287,86	0,111	0,941	0,25	33,52
2-2	1,2	1018,96	1,12	1141,24	0,137	0,926	0,55	61,39
1'-1'	0,6	339,65	-	339,65	0,098	0,948	0,25	39,26
2'-2'	1,05	1040,19	-	1040,19	0,083	0,957	0,55	54,14

По величине моментов в каждом сечении определяется площадь рабочей арматуры по формуле (4.23).

Данные расчета заносим в таблицу 4.15.

По большему значению  $A_s$  подбираем требуемое число стержней и диаметр арматуры.

Армирование подошвы фундамента осуществляем сеткой С-1.

В направлении  $l$  сетка С-1 имеет рабочую арматуру в количестве

$$\frac{(b - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = \frac{(3,6 - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = 18 \text{ шт.}$$

Принимаем Ø22 А400  $A_s = 3,8 \cdot 18 = 68,4 \text{ см}^2 > 61,39 \text{ см}^2$ . Длины стержней принимаем 4750 мм.

В направлении  $b$  – рабочая арматура в количестве

$$\frac{(l - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = \frac{(4,8 - 0,05 \cdot 2)}{0,2} + 1 = 24 \text{ шт.}$$

Принимаем Ø16 А400  $A_s = 2,01 \cdot 24 = 48,24 \text{ см}^2 > 39,26 \text{ см}^2$ . Длины стержней принимаем 3550 мм.

Подколонник армируем четырьмя вертикальными сварными плоскими сетками С-2 и С-3, объединяемыми в пространственный каркас. В сетках принимаем рабочую (продольную) арматуру конструктивно Ø12 А400 с шагом 200 мм, поперечную – Ø8 А240 с шагом 600 мм. Длина рабочих стержней в сетке С-2 – 3550 мм, поперечной арматуры – 1450 мм. Длина рабочих стержней в сетке С-3 – 3550 мм, поперечной арматуры – 2350 мм.

В торце подколонника применяем косвенное армирование четырьмя сетками С-4 с шагом 100 мм: арматура Ø10 А400 с шагом 100 мм в двух направлениях.

Армирование столбчатого фундамента представлено на рисунке 4.6.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

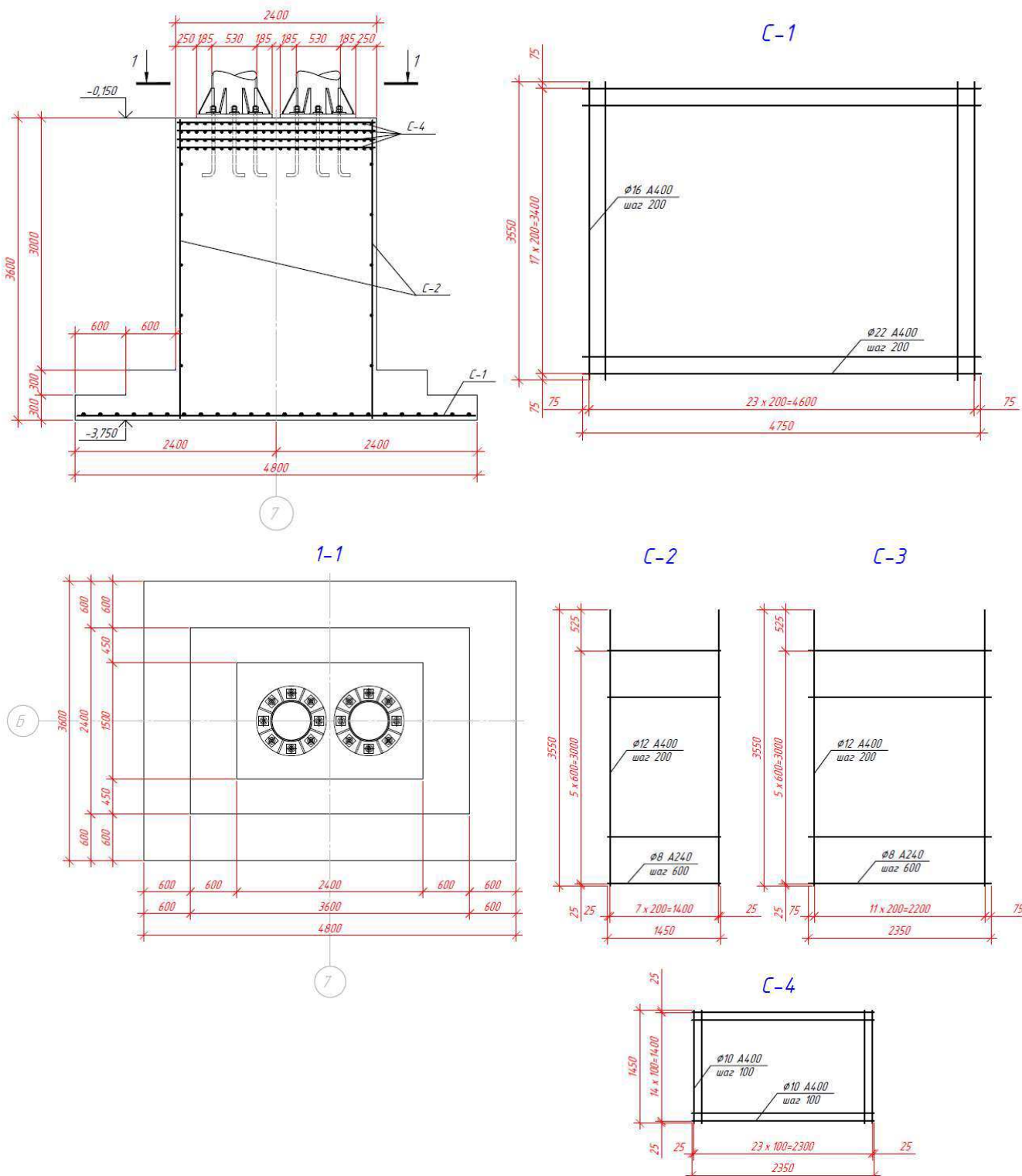


Рисунок 4.5 – Армирование столбчатого фундамента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2020 ПЗ

Лист

115

## 5 Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания

### 5.1 Область применения

Технологическая карта предназначена для выполнения монтажных работ по возведению металлического каркаса 5-этажного общественного здания с консольным вылетом 35 м и высотой этажа 3,6 м.

В плане здание имеет форму сегмента окружности, угол которого  $76^\circ$  при радиусе окружности по оси А – 143 м, по оси Б – 155 м. Размеры проектируемого объекта в осях А-Б – 12 м, в осях 1-22 по оси А – 210 м, по оси Б – 225,94 м. Угол поворота цифровых осей полярной сетки колонн составляет  $4^\circ$ . Таким образом шаг колонн по оси А – 10 м, по оси Б – 10,84 м.

Основными элементами металлического каркаса служат колонны, ригели, связи.

Разработка производилась на основании межгосударственных и национальных стандартов сборных стальных элементов каркаса (ГОСТ 10704-91 [19], ГОСТ Р 57837-2017 [21], утвержденные Госстандартом СССР и Росстандартом соответственно) и материалов (ГОСТ 19281-2014 [20], ГОСТ 27772-2015 [22], утвержденные Росстандартом).

Монтажные работы ведутся в две смены в течении 45 дней при помощи монтажного крана КБ-405.1А-02.

Данная технологическая карта разработана для нового строительства и при нормальных условиях и предусматривает следующие объемы работ:

- выгрузка и установка в проектное положение опорных плит на фундаменты общей массой 9,88 т в количестве 44 шт;
- выгрузка и установка в проектное положение колонн общей массой 112,6 т в количестве 92 шт;
- выгрузка и установка в проектное положение ригелей общей массой 486,68 т в количестве 572 шт;
- выгрузка и установка в проектное положение связей общей массой 19,96 т в количестве 36 шт;
- постановка болтов – 2385 шт общей массой 565,25 т;
- сварочные работы с общей длиной линейных швов – 3586,2 м, кольцевых швов – 1188,4 м.

### 5.2 Общие положения

Все разделы технологической карты разработаны согласно:

- СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [30];
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [31];
- МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты» [32];
- СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [33];

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116



- СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ» [34];
- Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 июня 2015 г. N 336нт «Об утверждении Правил по охране труда в строительстве».

### 5.3 Организация и технология выполнения работ

Строительно-монтажные работы по возведению металлического каркаса 5-этажного общественного здания состоят из трех этапов: подготовительные, основные и заключительные.

#### 5.3.1 Подготовительные работы

До начала монтажа металлических конструкций должны быть выполнены подготовительные работы, предусмотренные главой СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [30].

В соответствии с СП 48.13330.2011 [30] до начала выполнения строительно-монтажных работ на объекте подрядчик обязан в установленном порядке получить у заказчика проектную документацию и разрешение на выполнение строительно-монтажных работ. Выполнение работ без разрешения запрещается.

До начала производства работ по монтажу конструкций общественного здания необходимо провести комплекс организационно-технических мероприятий, в том числе:

- провести инструктаж членов бригады по технике безопасности;
- обеспечить рабочих инструментами и средствами индивидуальной защиты;
- выполнить устройство внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей;
- выполнить ограждение строительной площадки, обустроить площадки под складирование конструкций и материалов, подготовить площадки для работ машин, установить бытовые и подсобные помещения;
- выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей, необходимых на время выполнения строительно-монтажных работ, обеспечить площадку связью для оперативно-диспетчерского управления производством работ;
- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания, прошедшие входной контроль;
- подготовить знаки для ограждения опасной зоны при производстве работ.

К монтажу конструкций надземной части здания разрешается приступать только после завершения всех работ нулевого цикла для данного объекта, включая:

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

- устройство фундаментов и сдачу их под монтаж по техническому акту согласно СП 63.13330.2018 [25];

- выполнение обратной засыпки пазух котлованов фундаментов до отметки планировки;

- вынесение рисков осей по верху стаканов фундаментов;

- вынесение бетонной подготовки под полы;

- оформление технической документации.

Для нанесения осей на верхней поверхности фундаментов вне контура опорной плиты колонны до бетонирования фундамента закладывают металлические планки в двух направлениях. Оси наносят керном и масляной краской.

В монолитный фундамент заранее устанавливают анкерные болты для крепления колонн. Применяя способ опирания колонн на заранее установленные, выверенные и подлитые опорные плиты фундамент возводят не на полную высоту, а ниже проектной отметки на 50–100 мм для последующей подливки.

Выверенные плиты закрепляют к анкерным болтам колонны и сдают под подливку. После подливки опорных плит цементным раствором и приобретения ими необходимой прочности на них наносят осевые риски.

Перед установкой колонн должна быть проверена и смазана резьба анкерных болтов. Проверку осуществляют наворачиванием гаек. Для предохранения резьбы от повреждения во время наводки базы колонны на анкерные болты на резьбу надевают предохранительные колпачки из кровельной стали или газовых труб с конусным верхом.

Конструкции, поставляемые на монтаж, должны соответствовать национальным стандартам, техническим условиям и рабочим чертежам проекта. Следует проверять: отсутствие деформаций, повреждений, проектные размеры. На элементах должны быть нанесены риски.

Схема производства работ, расстановки и работы кранов представлены на листе 11 графической части.

### 5.3.2 Основные работы

К ним относится непосредственно монтаж элементов каркаса, включая их строповку, выверку и временное крепление, а также сопутствующие им работы (сварочные работы и постановка болтов).

Монтаж здания ведется двумя частями (в осях 1-14 и 14-22 соответственно первая и вторая часть) одновременно поярусно:

- первый ярус – 1-3 этаж;

- второй ярус – 4-5 этаж;

До начала монтажа вышележащего яруса необходимо:

- полностью закончить установку конструкций нижележащего яруса со сваркой и постановкой болтов, предусмотренных проектом;

- перенести основные разбивочные оси на оголовки колонн, определить монтажный горизонт и составить исполнительную схему положения колонн;

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		118

- оформить акт приёмки смонтированных конструкций.

Завершение подготовительных работ фиксируют в общем журнале работ.

Ведомость элементов металлического каркаса представлена в приложении Б. Строповка конструкций представлена на листе 11 графической части.

Монтажные работы ведутся при помощи двух башенных кранов на рельсовом ходу КБ-405.1А-02 одновременно.

При возведении здания используется комплексный метод. Монтаж стального каркаса производить способом «снизу-вверх», методом «на кран».

Последовательность монтажа металлических элементов первого яруса при колонах на три этажа следующая:

- установка двух первых колонн поперечного ряда;
- установка поперечных ригелей 1-го этажа (пролетного и двух консольных), при этом создается жесткая рама;
- создание следующей жесткой рамы (установка следующих двух колонн с монтажом поперечных ригелей);
- раскрепление второй жесткой рамы к ранее смонтированной продольными ригелями и т.д до тех пор, пока не закончится монтаж части каркаса здания;
- установка поперечных и продольных ригелей 2-го этажа в аналогичной последовательности;
- установка поперечных и продольных ригелей 3-го этажа в аналогичной последовательности.

Последовательность монтажа металлических элементов второго яруса при колонах на два этажа следующая:

- установка двух первых колонн поперечного ряда;
- установка поперечных ригелей 4-го этажа (пролетного и двух консольных), при этом создается жесткая рама;
- создание следующей жесткой рамы (установка следующих двух колонн с монтажом поперечных ригелей);
- раскрепление второй жесткой рамы к ранее смонтированной продольными ригелями и т.д до тех пор, пока не закончится монтаж части каркаса здания;
- установка поперечных и продольных ригелей 5-го этажа в аналогичной последовательности.

Перед монтажом колонну укладывают на деревянные подкладки. При установке колонны ее необходимо перевести из горизонтального положения в вертикальное. В этом положении подать к месту установки и опустить на фундамент, наведя на анкерные болты. Наводку колонны в проектное положение производить с минимальной скоростью.

Для обеспечения вертикального положения колонны при ее установке строп должен быть закреплен по оси центра тяжести колонны или охватывать ее с двух сторон. Крепят строп за специально предусмотренные отверстия в колонне. Для уменьшения трудоемкости строповки применяют универсальный захват для металлических колонн, состоящий из направляющей рамы, регулируемых упоров и захватного устройства. Рамка подвешена к стропам и охватывает верх колонны, что позволяет закрепить стропы за низ колонны и производить расстроповку с

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		119

земли. Рамка на верху колонны обеспечивает ее устойчивое положение при наводке на анкерные болты.

Все работы по выверке колонн производят до ее расстроповки и закрепления. Проверку вертикальности и высотной отметки при выверке колонн рекомендуется выполнять двумя теодолитами. В процессе монтажа постоянно проводится пооперационный контроль выполнения работ в соответствии с картами операционного контроля. Основные допуски на монтаж колонны приведены в таблице 5.1.

При монтаже второго яруса верхние колонны устанавливают только после закрепления нижних всеми проектными креплениями к остальным конструкциям. Поднятую верхнюю часть колонны наводят на торец нижней части, совмещают осевые риски на торцах, проверяют вертикальность установленной колонны и закрепляют стык временными креплениями. Для временного закрепления верхней части колонны применяют одиночные кондукторы, в которых закрепляют и выверяют монтируемые элементы колонны. После окончательной выверки монтируемых элементов колонны их закрепляют в проектное положение с помощью болтов и производится расстроповка элемента металлоконструкции.

Балки при выгрузке укладывают на деревянные подкладки под углом к оси колонн. Такое расположение дает возможность осмотреть их и подготовить торцы балок перед началом установки.

Предварительно к колоннам приставляют инвентарные средства подмащивания с площадками (монтажные лестницы, передвижные подмости), при монтаже консольной части здания используется коленчатый подъемник Haulotte HA 20 RTJ для подъема рабочих на высоту. В это же время монтажники очищают балки от грязи, закрепляют предохранительный канат и готовят инструмент. Затем, привязав оттяжки, стропят балку. По сигналу бригадира монтажников машинист поднимает и подает балку к месту установки; монтажники при помощи оттяжек придают балке близкое к проектному положение, удерживая ее на высоте 15 см от опорной поверхности. Монтажники, стоящие на лестницах-площадках, ориентируясь по рискам, устанавливают балку в проектное положение. Проверив правильность положения балки профилем 40Ш1 в плане, ее крепят двумя монтажными болтами М24 через вертикальную накладку к колонне, балку профилем 50Ш1 – тремя болтами, 70Ш5 – четырьмя. Производится сварка конструкций согласно проекту, после чего осуществляют расстроповку балки.

Установку балок и колонн в проектное положение произвести с первого раза. Строповку осуществлять стропами с замыкающими устройствами на крюках. Неиспользуемые ветви стропа следует навешивать на соединительное звено. Угол между ветвями стропа не должен превышать 90°. Крюки стропа должны быть направлены от центра тяжести балок и колонн. При строповке балок использовать инвентарные прокладки, предотвращающие перетирание каната. Строповку балки производить стропом типа 4СК-5,0/5000 ГОСТ 25573-82 [35].

Установка связей происходит во второй части каркаса здания с помощью стропа типа СКК-2,0/2000 ГОСТ 25573-82 [35].

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

Монтаж консольной части производится с помощью временных опор МИК-С, которые предварительно устанавливаются краном.

### 5.3.3 Заключительные работы

После монтажа всех конструкций выполняется демонтаж временных опор, уборка территории. Образовавшийся в ходе работ строительный мусор убирается с перекрытия в банки и опускается краном на площадку, после чего вывозится за пределы строительной площадки.

### 5.4 Требования к качеству работ

В ходе монтажных работ ведут постоянный производственный контроль качества монтажных работ: входной, операционный и приемочный контроль смонтированных конструкций.

Входной контроль металлических конструкций проводят в соответствии с ГОСТ 23118-2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия» [36]. В процессе входного контроля устанавливают комплектность и качество сборных элементов, наличие паспортов и сертификатов на металл, правильность выполнения погрузочно-разгрузочных операций и складирования элементов. В случае выявления несоответствия материалов требованиям нормативных документов, партия бракуется и возвращается поставщику. Результаты входного контроля используемых материалов должны быть зафиксированы в протоколах испытательных лабораторий, а данные приемочного контроля фиксируются в журналах производства работ организации, выполняющей монтаж каркаса.

При осуществлении операционного контроля проверяются соблюдение проекта и нормативных требований к технологии монтажа. Основные данные и параметры, необходимые для контроля, приводятся в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Операционный контроль качества

Наименование технологического процесса или его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, объем, вид регистрации
Подготовка мест установки колонн	Отклонения отметок опорных поверхностей колонны и опор от проектных (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	5 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
	Разность отметок опорных поверхностей соседних колонн и опор по ряду и в пролете (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	3 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема

Продолжение таблицы 5.1

Наименование технологического процесса или его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, объем, вид регистрации
Монтаж колонн	Смещение осей колонн относительно разбивочных осей в опорном сечении (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	5 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
	Отклонения осей колонн от вертикали при длине, мм: - св. 4000 до 8000; - св. 8000 до 16 000 (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	10 мм 12 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
	Стрела прогиба (кривизна) колонны и связей по колоннам (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
Монтаж ригелей	Отклонения отметки опорных узлов (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	10 мм	Измерительный, каждый узел, геодезическая исполнительная схема
	Стрела прогиба (кривизна) между точками закрепления сжатых участков ригеля (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	0,0013 длины закрепленного участка, но не более 15 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
	Отклонения расстояния между осями ригелей (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	15 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
Монтаж связей	Стрела прогиба (кривизна) связей (СТО 43.99.90 «Схемы операционного контроля качества»)	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема

Продолжение таблицы 5.1

Наименование технологического процесса или его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, объем, вид регистрации
Сварочные работы	Глубина подрезов (СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»)	до 5% толщины свариваемого проката, но не более 1 мм	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
	Отклонения катетов швов (СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»)	не более 1 мм	Измерительный, каждый шов, журнал работ
	Дефекты удлиненные и сферические одиночные: - глубина;  - длина (СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»)	до 10% толщины свариваемого проката, но не более 3 мм; до 20% длины оценочного участка	Измерительный, каждый шов, журнал работ
	Дефекты удлиненные и сферические в виде цепочки или скопления: - глубина;  - длина;  - длина цепочки или скопления (СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»)	до 5% толщины свариваемого проката, но не более 2 мм; до 30% длины оценочного участка; более удвоенной длины оценочного участка	Измерительный, каждый шов, журнал работ
	Расстояние между близлежащими концами дефектов (непровары, цепочки и скопления пор), соседних по длине шва (СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»)	не менее 200 мм	Измерительный, каждый шов, журнал работ

При монтаже каркаса проводят промежуточную приемку законченных элементов и окончательную приемку каркаса в целом. Обнаруженные при осмотре дефекты или отклонения от проекта должны быть исправлены до начала работ по монтажу вышележащих, смежных или последующих конструкций.

Приемка законченной конструкции каркаса сопровождается тщательным осмотром ее поверхности, особенно мест болтовых соединений, правильность установки элементов, последовательность монтажа.

Работы считаются законченными и подлежат оплате при подписании заказчиком, генподрядчиком и подрядчиком актов исполнительной документации.

### 5.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Ведомость элементов металлического каркаса представлена в приложении Б. Перечень машин и технологического оборудования, оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, а также материалов и изделий приведен на листе 12 графической части. Ведомости объемов работ по монтажу элементов каркаса, сварочных работ и работ по постановке болтов приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Ведомость объемов строительно-монтажных работ

Наименование процесса, эскиз, формула подсчета	Ед. изм. по ЕНиРу	Кол-во	Объем работ на	
			ед. изм.	здание
Монтаж опорных плит	1 шт. 1 т	44	1 0,22	44 9,88
Монтаж нижних колонн	1 шт. 1 т	40	1 2	40 80,09
Монтаж нижних усиленных колонн	1 шт. 1 т	4	1 2,6	4 10,38
Монтаж верхних колонн	1 шт. 1 т	44	1 0,42	44 18,65
Монтаж верхних усиленных колонн	1 шт. 1 т	4	1 0,87	4 3,48
Монтаж ригелей 1	1 шт. 1 т	202	1 различн.	202 170,14
Монтаж усиленных ригелей 1	1 шт. 1 т	12	1 различн.	12 31,97
Монтаж ригелей 2	1 шт. 1 т	355	1 различн.	355 282,03
Монтаж сварной двутавровой балки	1 шт. 1 т	3	1 различн.	3 2,54
Монтаж вертикальных связей	1 шт. 1 т	8	1 различн.	8 3,08
Монтаж вертикальных усиленных связей	1 шт. 1 т	8	1 различн.	8 13,53
Монтаж крестовых связей	1 шт. 1 т	20	1 различн.	20 3,35
Итого:	1 шт. 1 т			744 629,12



Продолжение таблицы 5.2

Наименование процесса, эскиз, формула подсчета	Ед. изм. по ЕНиРу	Кол-во	Объем работ на	
			ед. изм.	здание
Сварка колонн с опорной плитой				
- кольцевые швы	10 м шва	2,33	1	2,33
- линейные швы		32,03		32,03
Сварка фланцевых соединений колонн				
- кольцевые швы	10 м шва	5,75	1	5,75
- линейные швы		21,98		21,98
Сварка ригелей с колонной				
- кольцевые швы	10 м шва	110,76	1	110,76
- линейные швы		298,54		298,54
Сварка в соединениях связей	10 м шва	6,07	1	6,07
Итого:				
-кольцевые швы	10 м шва			118,84
- линейные швы				358,62
Постановка болтов М24	100 шт.	23,85	1	23,85

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы. Башенные краны проще выбирать аналитическим методом, определяя грузоподъемность  $Q_k$  для наиболее тяжелого элемента, высоту подъема стрелы  $H_k$  для наиболее высоко расположенной конструкции и вылет стрелы  $L$  для наиболее удаленного элемента.

Определяем монтажную массу

$$Q_k = q_{\text{э}} + q_{\text{Г}} = 3,094 + 0,043 = 3,14 \text{ т}, \quad (5.1)$$

где  $q_{\text{э}}$  – масса наиболее тяжелого элемента (ригель 1 усиленный профилем 70Ш5);

$q_{\text{Г}}$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств (4СК-5,0/5000).

Определяем монтажную высоту подъема крюка

$$H_k = h_0 + h_3 + h_{\text{э}} + h_{\text{Г}} = 17,556 + 0,5 + 0,484 + 4,07 = 22,61 \text{ м}, \quad (5.2)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

$h_3$  – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение;

$h_{\text{э}}$  – высота элемента в положении подъема (ригель 2 профилем 50Ш1);

$h_{\text{Г}}$  – высота грузозахватного устройства (4СК-5,0/5000).

Определяем монтажный вылет крюка для башенного крана. Для расчета зададимся маркой крана КБ-405.1А-02

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		125

$$L = B + f + f^* + d + R_{нов} = 12 + 2,53 + 5,34 + 0,4 + 4 = 24,27 \text{ м}, \quad (5.3)$$

где  $B$  – ширина здания в осях;

$f$  – расстояние от оси здания до центра тяжести самого удаленного от крана монтируемого элемента (консольный ригель 2 профилем 50Ш1);

$f^*$  – расстояние от оси до выступающей части здания;

$d$  – расстояние между выступающей частью здания и хвостовой частью крана при его повороте, принимаемое равным 0,7 м при высоте выступающей части здания до 2 м и 0,4 м при высоте выступающей части здания более 2 м;

$R_{нов}$  – радиус, описываемый хвостовой частью крана при его повороте (задний габарит).

Выбранный по каталогу кран башенный КБ-405.1А-02 с характеристиками, представленными в таблице 5.3, удовлетворяет необходимым параметрам.

Таблица 5.3 – Характеристики крана КБ-405.1А-02

Марка крана	Грузоподъемность не менее, т		Вылет не менее, м		Высота подъема, м		Ширина колеи, м	База, м	Задний габарит, м
	на наиб. вылете	на наим. вылете	наиб.	наим.	на наиб. вылете	на наим. вылете			
КБ-405.1А-02	4,5	9	30	15	36,1	51,3	6	6	4

## 5.6 Техника безопасности и охрана труда

При организации производственных территорий, участков работ и рабочих мест согласно СП 49.13330.2010 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [33, п 6.9] необходимо руководствоваться следующими правилами.

5.6.1 Производственные территории (площадки строительных и промышленных предприятий с находящимися на них объектами строительства, производственными и санитарно - бытовыми зданиями и сооружениями), участки работ и рабочие места должны быть подготовлены для обеспечения безопасного производства работ.

Подготовительные мероприятия должны быть закончены до начала производства работ. Соответствие требованиям охраны и безопасности труда производственных территорий, зданий и сооружений, участков работ и рабочих мест вновь построенных или реконструируемых промышленных объектов определяется при приемке их в эксплуатацию.

5.6.2 Производственное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, должны отвечать требованиям безопасности труда.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		126

5.6.3 Производственные территории, участки работ и рабочие места должны быть обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений.

5.6.4. При размещении на производственной территории санитарно - бытовых и производственных помещений, мест отдыха, проходов для людей, рабочих мест необходимо выполнять требования п. 4.10.

5.6.5. При строительстве объекта, когда в опасные зоны, расположенные вблизи строящихся зданий, а также мест перемещения грузов кранами попадают транспортные или пешеходные пути, санитарно - бытовые или производственные здания и сооружения, другие места постоянного или временного нахождения людей на территории строительной площадки или вблизи нее, работы следует выполнять в соответствии с ПОС и ППР для обеспечения безопасности людей:

- применение средств для искусственного ограничения зоны работы башенных кранов;

- применение защитных сооружений - укрытий и защитных экранов.

5.6.6. Проезды, проходы на производственных территориях, а также проходы к рабочим местам и на рабочих местах должны содержаться в чистоте и порядке, очищаться от мусора и снега, не загромождаться складываемыми материалами и конструкциями.

5.6.7. Допуск на производственную территорию посторонних лиц, а также работников в нетрезвом состоянии или не занятых на работах на данной территории запрещается.

Находясь на территории строительной или производственной площадки, в производственных и бытовых помещениях, на участках работ и рабочих местах, работники, а также представители других организаций обязаны выполнять правила внутреннего трудового распорядка, принятые в данной организации.

5.6.8. Территориально обособленные помещения, площадки, участки работ, рабочие места должны быть обеспечены телефонной связью или радиосвязью.

5.6.9 Устройство производственных территорий, их техническая эксплуатация должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, государственных стандартов, санитарных, противопожарных, экологических и других действующих нормативных документов.

5.6.10. Производственные территории и участки работ в населенных пунктах или на территории организации во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены.

Конструкция защитных ограждений должна удовлетворять следующим требованиям:

- высота ограждения производственных территорий должна быть не менее 1,6 м, а участков работ - не менее 1,2;

- ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и оборудованы сплошным защитным козырьком;

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		127

козырек должен выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов;

ограждения не должны иметь проемов, кроме ворот и калиток, контролируемых в течение рабочего времени и запираемых после его окончания.

5.6.11. У въезда на производственную территорию необходимо устанавливать схему внутрипостроечных дорог и проездов с указанием мест складирования материалов и конструкций, мест разворота транспортных средств, объектов пожарного водоснабжения и пр.

5.6.12. Внутренние автомобильные дороги производственных территорий должны соответствовать строительным нормам и правилам и оборудованы соответствующими дорожными знаками, регламентирующими порядок движения транспортных средств и строительных машин в соответствии с Правилами дорожного движения Российской Федерации, утвержденными Постановлением Совета Министров - Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. N 1090.

5.6.13. На производственных территориях, участках работ и рабочих местах работники должны быть обеспечены питьевой водой, качество которой должно соответствовать санитарным требованиям.

5.6.14. Строительные площадки, участки работ и рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями государственных стандартов. Освещение закрытых помещений должно соответствовать требованиям строительных норм и правил.

Освещенность должна быть равномерной, без слепящего действия осветительных приспособлений на работающих. Производство работ в неосвещенных местах не допускается.

5.6.15. Для работающих на открытом воздухе должны быть предусмотрены навесы для укрытия от атмосферных осадков.

5.6.16. При температуре воздуха на рабочих местах ниже 10 град. С работающие на открытом воздухе или в неотапливаемых помещениях должны быть обеспечены помещениями для обогрева.

5.6.17. Колодцы, шурфы и другие выемки должны быть закрыты крышками, щитами или ограждены. В темное время суток указанные ограждения должны быть освещены электрическими сигнальными лампочками напряжением не выше 42 В.

5.6.18. Проходы на рабочих местах и к рабочим местам должны отвечать следующим требованиям:

ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 м, а высота таких проходов в свету - не менее 1,8 м;

лестницы или скобы, применяемые для подъема или спуска работников на рабочие места, расположенные на высоте более 5 м, должны быть оборудованы устройствами для закрепления фала предохранительного пояса (канатами с ловителями и др.).

5.6.19. При расположении рабочих мест на перекрытиях воздействие нагрузок на перекрытие от размещенных материалов, оборудования, оснастки и

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

людей не должно превышать расчетные нагрузки на перекрытие, предусмотренные проектом, с учетом фактического состояния несущих строительных конструкций..

5.6.20. Рабочие места с применением оборудования, пуск которого осуществляется извне, должны иметь сигнализацию, предупреждающую о пуске, а в необходимых случаях - связь с оператором.

5.6.21. Складирование материалов, прокладка транспортных путей, установка опор воздушных линий электропередачи и связи должны производиться за пределами призмы обрушения грунта незакрепленных выемок (котлованов, траншей), а их размещение в пределах призмы обрушения грунта у выемок с креплением допускается при условии предварительной проверки устойчивости закрепленного откоса по паспорту крепления или расчетом с учетом динамической нагрузки.

5.6.22. Материалы (конструкции) следует размещать в соответствии с требованиями настоящих норм и правил и межотраслевых правил по охране труда на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складироваемых материалов.

Складские площадки должны быть защищены от поверхностных вод. Запрещается осуществлять складирование материалов, изделий на насыпных неуплотненных грунтах.

5.6.23. Производственные территории должны быть оборудованы средствами пожаротушения согласно ППБ-01, зарегистрированным Минюстом России 27 декабря 1993 г., регистрационный N 445.

5.6.24. В местах, содержащих горючие или легковоспламеняющиеся материалы, курение должно быть запрещено, а пользование открытым огнем допускается только в радиусе более 50 м.

5.6.25. Не разрешается накапливать на площадках горючие вещества (жирные масляные тряпки, опилки или стружки и отходы пластмасс), их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте.

5.6.26. Противопожарное оборудование должно содержаться в исправном, работоспособном состоянии. Проходы к противопожарному оборудованию должны быть всегда свободны и обозначены соответствующими знаками.

5.6.26. На рабочих местах, где применяются материалы, выделяющие взрывоопасные или вредные вещества, не допускаются действия с использованием огня или вызывающие искрообразование. Эти рабочие места должны проветриваться. Электроустановки в таких помещениях (зонах) должны быть во взрывобезопасном исполнении. Кроме того, должны быть приняты меры, предотвращающие возникновение и накопление зарядов статического электричества.

5.6.27. Строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование (машины мобильные и стационарные), средства механизации, приспособления, оснастка (люльки, передвижные леса, домкраты, грузовые лебедки и электротали и др.), ручные машины и инструмент (электродрели, электропилы, рубильные и клепальные пневматические молотки, кувалды,

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		129

ножовки и т.д.) должны соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда, а вновь приобретаемые - как правило, иметь сертификат на соответствие требованиям безопасности труда.

Запрещается эксплуатация указанных выше средств механизации без предусмотренных их конструкцией ограждающих устройств, блокировок, систем сигнализации и других средств коллективной защиты работающих.

5.6.28. Эксплуатация строительных машин должна осуществляться в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов.

Эксплуатация грузоподъемных машин и других средств механизации, подконтрольных органам Госгортехнадзора России, должна производиться с учетом требований нормативных документов, утвержденных этим органом.

5.6.29. Средства механизации, вновь приобретенные, арендованные или после капитального ремонта - неподконтрольные органам государственного надзора, допускаются к эксплуатации после их освидетельствования и опробования лицом, ответственным за их эксплуатацию.

5.6.30. Машины, транспортные средства, производственное оборудование и другие средства механизации должны использоваться по назначению и применяться в условиях, установленных заводом - изготовителем.

5.6.31. Организации или физические лица, применяющие машины, транспортные средства, производственное оборудование и другие средства механизации, должны обеспечить их работоспособное состояние.

Перечень неисправностей, при которых запрещается эксплуатация средств механизации, определяется согласно документации завода - изготовителя этих средств.

5.6.32. Включение, запуск и работа транспортных средств, машин, производственного оборудования и других средств механизации должны производиться лицом, за которым они закреплены и имеющим соответствующий документ на право управления этим средством.

5.6.33. При использовании машин, транспортных средств в условиях, установленных эксплуатационной документацией, уровни шума, вибрации, запыленности, загазованности на рабочем месте машиниста (водителя), а также в зоне работы машин не должны превышать действующие нормы, а освещенность не должна быть ниже предельных значений, установленных действующими нормами.

5.6.34. Площадки для погрузочных и разгрузочных работ должны быть спланированы и иметь уклон не более 5 град., а их размеры и покрытие - соответствовать проекту производства работ. В соответствующих местах необходимо установить надписи: "Въезд", "Выезд", "Разворот" и др.

Спуски и подъемы в зимнее время должны очищаться от льда и снега и посыпаться песком или шлаком.

5.6.35. Движение автомобилей на производственной территории, погрузочно - разгрузочных площадках и подъездных путях к ним должно регулироваться общепринятыми дорожными знаками и указателями.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		130

5.6.36. Переносить материалы на носилках по горизонтальному пути разрешается только в исключительных случаях и на расстояние не более 50 м.

Запрещается переносить материалы на носилках по лестницам и стремянкам.

5.6.37. Ответственный за производство погрузочно - разгрузочных работ обязан проверить исправность грузоподъемных механизмов, такелажа, приспособлений, подмостей и прочего погрузочно - разгрузочного инвентаря, а также разъяснить работникам их обязанности, последовательность выполнения операций, значение подаваемых сигналов и свойства материала, поданного к погрузке (разгрузке).

5.6.38. Организациями или физическими лицами, применяющими грузоподъемные машины, должны быть разработаны способы правильной строповки и зацепки грузов, которым должны быть обучены стропальщики и машинисты грузоподъемных машин.

Графическое изображение способов строповки и зацепки, а также перечень основных перемещаемых грузов с указанием их массы должны быть выданы на руки стропальщикам и машинистам кранов и вывешены в местах производства работ.

5.6.39. В местах производства погрузочно - разгрузочных работ и в зоне работы грузоподъемных машин запрещается нахождение лиц, не имеющих непосредственного отношения к этим работам.

Присутствие людей и передвижение транспортных средств в зонах возможного обрушения и падения грузов запрещаются.

5.6.40. Перед погрузкой или разгрузкой панелей, блоков и других сборных железобетонных конструкций монтажные петли должны быть осмотрены, очищены от раствора или бетона и при необходимости выправлены без повреждения конструкции.

5.6.41. Работники, допущенные по результатам проведенного медицинского осмотра к выполнению работ по погрузке (разгрузке) опасных и особо опасных грузов, предусмотренных соответствующими государственными стандартами, должны проходить специальное обучение безопасности труда с последующей аттестацией, а также знать и уметь применять приемы оказания первой доврачебной помощи.

5.6.42. Такелажные работы или строповка грузов должны выполняться лицами, прошедшими специальное обучение, проверку знаний и имеющими удостоверение на право производства этих работ.

5.6.43. При выполнении погрузочно - разгрузочных работ не допускаются строповка груза, находящегося в неустойчивом положении, а также исправление положения элементов строповочных устройств на приподнятом грузе, оттяжка груза при косом расположении грузовых канатов.

5.6.44. Электросварщики должны иметь группу по электробезопасности не менее II.

5.6.45. Места производства электросварочных и газопламенных работ на данном, а также на нижерасположенных ярусах (при отсутствии несгораемого

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

защитного настила или настила, защищенного несгораемым материалом) должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м, а от взрывоопасных материалов и оборудования (газогенераторов, газовых баллонов и т.п.) - не менее 10 м.

### 5.7 Техничко-экономические показатели

График производства работ, калькуляция затрат труда и машинного времени приведены на листе 12 графической части. Техничко-экономические показатели представлены в таблице 4, а также на листе 12 графической части.

Таблица 4 - Техничко-экономические показатели

Наименование	Единица измерения	Количество
Объем работ	т	629,12
Трудоемкость	чел.-см.	416,99
Выработка на 1-го рабочего в смену	т	1,51
Продолжительность работ	дн	45
Число смен	шт	2
Максимальное число рабочих в смену	чел	20

Объем работ определяется на основании потребности в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах, которая в свою очередь определяется с учетом действующих норм расхода материалов.

Трудоемкость определяется исходя из калькуляции затрат труда и машинного времени.

Выработка на 1-го рабочего в смену вычисляется путем деления объема работ на трудоемкость.

Продолжительность выполнения работ и максимальное число рабочих в смену определяется исходя из графика производства работ.

Число смен принято - 2.



## 6 Организация строительного производства

### 6.1 Проектирование строительного генерального плана

Строительный генеральный план (СГП) для строительства офисного здания с консольным вылетом 35 метров в г. Ростов-на-Дону разработан с целью решения вопросов рационального использования строительной площадки, расположения административно-бытовых помещений, временных дорог, сетей водопровода, канализации, энергосбережения.

Проектирование СГП включает привязку грузоподъемных механизмов, проектирование временных проездов и автодорог, складского хозяйства, бытовых городков, временных инженерных коммуникаций.

### 6.2 Определение продолжительности строительства

#### 6.2.1 Определение нормативной продолжительности строительства

Здание 5-ти этажное, площадью 21210,53 м<sup>2</sup>, объемом 76357,91 м<sup>3</sup>.

В соответствии со СНиП 1.04.03-85 «Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений» [37] в разделе «непроизводственное строительство» для здания управления (офисного здания) объемом 15,9 тыс. м<sup>3</sup> продолжительность строительства составляет 12 месяцев. Применяем метод экстраполяции.

Увеличение мощности составляет

$$\frac{76357,91 - 15900}{15900} \cdot 100 = 380,24\% \quad (6.1)$$

Увеличение продолжительности строительства составляет

$$380,24 \cdot 0,3 = 114,07\% \quad (6.2)$$

Продолжительность строительства с учетом экстраполяции равна

$$T = \frac{12 \cdot 214,07}{100} = 26 \text{ мес} \quad (6.3)$$

Принимаем продолжительность строительства 26 месяцев.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		133

## 6.2.2 Определение плановой продолжительности строительства. Расчет сетевого графика.

В качестве модели, отражающей технологические и организационные взаимосвязи процесса производства строительных работ в системах СПУС (сетевое планирование и управление) используется сетевая модель. Сетевая модель изображается в виде графика из стрелок и кружков.

Сетевой график, представляющий собой сетевую модель с рассчитанными временными параметрами, приведен на листе 14 графической части. Для построения сетевого графика составим карточку-определитель (приложение В).

## 6.3 Выбор монтажного крана

Подбор монтажного крана приведен в пункте 5.5.

*Монтажной зоной* называют пространство, в котором возможно падение элемента со здания при его установке и временном закреплении. Радиус действия монтажной зоны согласно РД 11-06-2007 [38]

$$R_{\text{монт}} = L_z + X = 12,565 + 4,6 \approx 17,2 \text{ м}, \quad (6.4)$$

где  $L_z$  – наибольший габарит перемещаемого груза (длина парапетной стеновой панели 4,8 м);

$X$  – величина отлета груза при его падении со здания по РД 11-06-2007 [38, табл. 3] в зависимости от высоты падения груза (17,352 м), принимаем из расчета интерполяцией.

*Зоной обслуживания крана* или рабочей называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана  $R_p=30 \text{ м}$ .

*Опасной зоной* работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом его рассеивания или отлета при падении. Величина границы опасной зоны согласно РД 11-06-2007 [38]

$$R_{\text{он}} = R_p + 0,5 \cdot B_z + L_z + X = 30 + 0,5 \cdot 0,3 + 12,565 + 6,472 \approx 49,2, \quad (6.5)$$

где  $B_z$  – наименьший габарит перемещаемого груза (толщина парапетной стеновой панели 0,31 м);

$X$  – величина отлета груза при его падении с крюка крана по РД 11-06-2007 [38, табл. 3] в зависимости от высоты падения груза (17,352+0,388+0,5=18,24 м), принимаем из расчета интерполяцией.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		134

## 6.4 Проектирование временных дорог

Для внутрипостроечных перевозок предусмотрен автомобильный транспорт. Постоянные подъезды полностью не обеспечивают строительство из-за несовпадения трассировки и габаритов, поэтому устраиваются временные дороги.

Проектирование дорог ведется в следующей последовательности:

- разработка схемы движения транспорта;
- расположение дорог на строительной площадке.

При разработке схемы движения транспорта максимально учитываются условия существующих и постоянных дорог.

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане обеспечивает подъезд в сторону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам и административно-бытовым помещениям.

Внутрипостроечные временные дороги выполнены по сквозной схеме.

Параметры временных дорог:

Дорога с однополосным движением, ширина проезжей части – 3,5 м.

В зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м, длина участка уширения 18 м, радиус уширения 12 м.

На въезде на стройплощадку ширина ворот не менее 4 м.

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный щит, на котором показана схема движения транспорта, средства пожаротушения и связи.

На въезде устанавливается знак ограничения скорости движения, не более 10 км/ч, а также знаки на поворотах 5 км/ч, заезде в ворота.

Выезд оборудуется пунктом мойки колёс автотранспорта.

При трассировке дорог соблюдаются следующие минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой – 1 м;
- между дорогой и подкрановыми путями 6,5 – 12,5 м
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку – 1,5 м.
- между дорогой и пожарными гидрантами до 2 м.

Возле дорог устанавливают контейнеры для сбора мусора и бытовых отходов.

Места приёма раствора и бетонной смеси имеют твердые покрытия.

В местах пересечения временных дорог и пешеходных дорожек необходимо устанавливать дорожные знаки и знаки безопасности.

Опасные зоны дорог – это участки дорог, подъездов, где осуществляются работы кранов и могут находиться люди, не участвующие в совместной с краном работе.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

## 6.5 Проектирование складов

Проектирование складов производим в следующей последовательности: определяем необходимые запасы хранимых ресурсов; выбираем метод хранения (открытый, закрытый и др.); рассчитываем необходимые площади по видам хранения, выбираем типы складов, размещаем и привязываем склады на строительной площадке.

Необходимый запас материалов на складе

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.6)$$

где  $P_{общ}$  – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период;

$T$  – продолжительность расчетного периода по календарному плану, дн.;

$T_n$  – норма запаса материала, дн.;

$K_1$  – коэффициент неравномерности поступления материала на склад (от 1,1 до 1,5);

$K_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода,  $K_2=1,3$ .

Полезная площадь склада (без проходов), занимаемая сложенным материалом, определяется по формуле

$$F = \frac{P}{V}, \quad (6.7)$$

где  $P$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада.

Общая площадь склада (включая проходы) определяется по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (6.8)$$

где  $\beta$  – коэффициент использования склада: для закрытых складов  $\beta=0,6-0,7$  (принимаем 0,7), для навесов  $\beta = 0,5-0,6$  (принимаем 0,6), при штабельном хранении  $\beta=0,4-0,6$  (принимаем 0,6).

Результаты расчета сведены в таблицу 6.1.

Итого для 5-ти этажного офисного здания, площадью  $S = 21210,53\text{м}^2$ , требуется:

- закрытых складов – 503,05 м<sup>2</sup>;
- открытых складов – 206,04 м<sup>2</sup>;
- складов под навесом – 1310,5 м<sup>2</sup>;

Общая площадь склада – 2019,59 м<sup>2</sup>.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136

Таблица 6.1 – Результаты расчета приобъектных складов

Наименование материалов (способ хранения)	Ед. изм.	$P_{общ}$	$T_n$	$q$	$P_{скл}$	$S$
Двери и окна (закрытый)	м <sup>2</sup>	6640,8	14	0,7	718,64	503,05
Металлические ригели, связи, колонны, балки (открытый)	т	563,98	14	1,25	164,83	206,04
Сэндвич панели (навес)	м <sup>2</sup>	3601,0	14	0,5	522,41	261,20
Рулонные материалы (навес)	млн. руб.	0,9	14	48	-	43,20
Опалубка (навес)	м <sup>2</sup>	5737,44	14	0,6	1676,8	1006,1

### 6.6 Расчет временных зданий на строительной площадке

Норматив численности работников (основных рабочих-сдельщиков) по трудоемкости производственной программы определяется по формуле

$$H_{ч} = \left( \frac{T_{р.пл}}{\Phi_n} \right) \cdot \frac{100}{K_{в.н.}}, \quad (6.9)$$

где  $T_{р.пл}$  – плановая трудоемкость производственной программы, нормо-ч;  
 $\Phi_n$  – нормативный баланс рабочего времени одного рабочего, ч;  
 $K_{в.н.}$  – коэффициент выполнения норм времени рабочими.

$$H_{ч} = \left( \frac{139654,96}{1760} \right) \cdot \frac{100}{110} \approx 72 \text{ чел.}$$

Удельный вес различных категорий работающих ориентировочно принимается: рабочие – 85%; ИТР (инженерно-технические работники) и служащие – 12%; МОП (младший обслуживающий персонал), ПСО (пожарно-сторожевая охрана) – 3%.

В том числе в наиболее многочисленную смену количество рабочих – 70%, все остальные категории – 80%. Полученные данные представлены в таблице 6.2

Таблица 6.2 – Ведомость потребности в работающих

Категории работающих	Удельный вес работающих в %	Численность работающих	Из них занятых в наиболее многочисленную смену	
			% общего числа работающих	Всего человек
Рабочие	84,5	61	70	43
ИТР	11,0	8	80	6
Служащие	3,2	2	80	2
МОП и охрана	1,3	1	80	1

Требуемая площадь временных помещений определяется по формуле

$$F_{mp} = N \cdot F_n, \quad (6.10)$$

где  $N$  – количество работающих, пользующихся данным типом помещений;  
 $F_n$  – норма площади, на одного работающего.

Таблица 6.3 – Расчет площадей временных зданий

Наименование помещения	Кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>		Тип помещения (размеры, м)	Площадь м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		На 1 человека	Расчетная		Одного здания	Всех зданий	
<b>Санитарно-бытовые</b>							
Гардеробная	72	0,7	50,4	Блокируемый контейнер (6×3)	18	54	3
Душевая	52	0,54	28,08	Блокируемый контейнер (5×3)	15	45	3
Умывальная	52	0,2	10,4				
Помещение отдыха и приема пищи	52	0,1	5,2	Блокируемый контейнер (4×3)	12	12	1
Сушильная	43	0,2	8,6	Блокируемый контейнер (4×3)	12	12	1
Туалет	52	Расчет по формуле (6.9.3)	5	Биотуалет (1×1)	1	5	5
<b>Служебные</b>							
Прорабская	6	4	24,0	Блокируемый контейнер (3×8)	24	24	1

## 6.7 Расчет автомобильного транспорта

Основным видом транспорта для доставки строительных грузов является автомобильный.

Необходимое количество единиц автотранспорта в сутки по заданному расстоянию перевозки по определённому маршруту

$$N_i = \frac{Q_i \cdot t_y}{T_i \cdot q_{mp} \cdot T_{cm} \cdot K_{cm}}, \quad (6.11)$$

где  $Q_i$  – общее количество данного груза, перевозимое за расчетный период (по расчетным данным ППР), т;

$t_{ц}$  – продолжительность цикла работы транспортной единицы, ч;

$T_i$  – продолжительность потребления данного вида груза (принимается по календарному плану производства работ), дн;

$q_{mp}$  – полезная грузоподъемность транспорта, т;

$T_{см}$  – сменная продолжительность работы транспорта, равная 7,5 ч;

$K_{см}$  – коэффициент сменной работы транспорта, равный одному или двум (в зависимости от количества смен работы в течение суток).

Продолжительность цикла транспортировки груза

$$t_{ц} = t_{np} + \frac{2 \cdot l}{v} + t_{м}, \quad (6.12)$$

где  $t_{np}$  – продолжительность погрузки и выгрузки, ч, согласно нормам и в зависимости от вида и веса груза, грузоподъемности автотранспорта;

$l$  – расстояние перевозки в один конец, 15 км;

$v$  – средняя скорость передвижения автотранспорта, зависящая от его типа и грузоподъемности, рельефа местности, класса и состояния дорог (21 км/ч);

$t_{м}$  – период маневрирования транспорта во время погрузки и выгрузки (0,02-0,05 ч), ч.

Результаты расчета сведены в таблицу 6.4.

Таблица 6.4 – Подбор автотранспорта

Наименование материала	Наименование вида транспорта	Грузоподъемность, т	Количество элементов, перевозимых за расчетный период, шт	Количество автотранспортных средств	
				тягач	прицеп
Элементы металлического каркаса	КамАЗ - 55102	15	744	4	4
Двери и окна	КамАЗ - 6520	22	559	1	1
Сэндвич панели	КамАЗ - 55102	15	918	1	1
Опалубка	КамАЗ - 55102	15	520	1	1

## 6.8 Электроснабжение строительной площадки

Для обеспечения данной площадки электричеством в необходимом количестве, решено установить временную трансформаторную подстанцию.

Рассчитаем мощность, необходимую для обеспечения строительной площадки электричеством по формуле

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		139

$$P = \alpha \left( \sum \frac{K_1 \cdot P_C}{\cos\varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_T}{\cos\varphi} + \sum K_3 \cdot P_{OCB} + \sum K_4 \cdot P_H \right), \quad (6.13)$$

где  $P$  – расчетная нагрузка потребителей, кВт;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности (1,05-1,1);

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением времени их работы;

$P_C$  – мощность силовых потребителей, кВт;

$P_T$  – мощность, требуемая для технологических нужд, кВт;

$P_{OCB}, P_H$  – мощность, требуемая для внутреннего и наружного освещения соответственно, кВт;

$\cos\varphi$  – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера нагрузки и числа потребителей.

Результаты расчета заносим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет электроэнергии

Наименование потребителей	Единица измерения	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Кэф. спроса, $K_c$	Требуемая мощность, кВт
1. Сварочный аппарат	шт.	4	20	0,35	28,0
2. Вибратор	шт.	4	0,8	0,6	1,92
3. Компрессор	шт.	4	4,5	0,7	12,6
4. Ручной инструмент	шт.	8	0,5	0,15	0,6
5. Отделочные работы	м <sup>2</sup>	20363,0	0,015	0,8	244,36
6. Административные и бытовые помещения	м <sup>2</sup>	126	0,015	0,8	1,51
7. Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	50	0,003	0,8	0,12
8. Охранное освещение	м <sup>2</sup>	250	1,5	1	375,0
9. Освещение главных проходов и проездов	км	0,5	5	1	2,5
Итого					666,61

Требуемая мощность

$$P = 1,1 \times 666,61 = 733,27 \text{ кВт.}$$

Для осуществления электроснабжения строительной площадки устанавливается трансформаторная подстанция СКТП-750, мощностью питания 750 кВт.



Расстановка источников освещения производится с учётом особенностей территории. Число прожекторов определяют по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (6.14)$$

где  $P$  – удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup> (для освещения используем ПЗС-35 мощностью  $P = 0,4$  Вт/м<sup>2</sup>);

$E$  – освещенность, лк (принимаем  $E = 2$  лк);

$S$  – площадь, подлежащая освещению ( $S = 36958,43$  м<sup>2</sup>);

$P_{л}$  – мощность лампы прожектора, Вт (при освещении прожекторами ПЗС-35  $P_{л} = 1000$  Вт).

$$n = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 36958,43}{1000} = 29,57 \text{ шт.}$$

Принимаем для освещения строительной площадки 30 прожекторов.

## 6.9 Временное водоснабжение

Водоснабжение строительной площадки обеспечивает потребности на производственные, санитарно – бытовые нужды и тушение пожаров. Потребность в воде рассчитывается на период наиболее интенсивного водопотребления. Суммарный расчётный расход воды определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пож}}. \quad (6.15)$$

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\sum S \cdot A \cdot K_1}{n \cdot 3600}, \quad (6.16)$$

где  $S$  – удельный расход воды на единицу объема работ;

$A$  – объём строительных работ, выполняемых в смену с максимальным водопотреблением;

$K_1$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления.

Секундный расход воды на производственные нужды

$$Q_{\text{пр}} = \frac{39296}{8 \cdot 3600} = 3,3 \text{ л / с.}$$

Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды определяется по формуле

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		141

$$Q_{хоз.} = \frac{e \cdot N \cdot K_2}{n \cdot 3600}, \quad (6.17)$$

где  $N$  – максимальное количество работающих в смену;  
 $K_2$  – часовой коэффициент потребления (равный 2).

$$Q_{хоз.} = \frac{12 \cdot 52 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,04 \text{ л / с.}$$

Расход воды на душевые установки рассчитывается по формуле

$$Q_{душ.} = \frac{C \cdot N_1}{m \cdot 60}, \quad (6.18)$$

Где  $C$  – расход воды на одного рабочего ( $C = 30 - 40$  л).

$N_1$  – количество рабочих принимающих душ (40% от наибольшего количества рабочих в смену);

$m$  – продолжительность работы душевой установки ( $m = 45$  мин).

$$Q_{душ.} = \frac{35 \cdot 43 \cdot 0,4}{45 \cdot 60} = 0,22 \text{ л / с.}$$

Расход воды на наружное пожаротушение определяется в соответствии с установленными нормами. Для объекта с площадью застройки до 10 Га расход воды принимается из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с

$$Q_{пож.} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ л / с,} \quad (6.19)$$

Суммарный расчётный расход воды определяется по формуле (6.15)

$$Q_{общ.} = 3,3 + 0,04 + 0,22 + 10 = 13,56 \text{ л / с,}$$

Диаметр временной водопроводной сети определяется по формуле

$$D = 63,25 \sqrt{\frac{Q_{общ.}}{\pi \cdot v}}, \quad (6.20)$$

где  $Q_{общ.}$  – суммарный расход воды;

$v$  – скорость движения воды (0,7 – 1,2 м/с).

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		142

$$D = 63,25 \sqrt{\frac{13,56}{3,14 \cdot 1,2}} = 0,12 \text{ м.}$$

По ГОСТ 10704-91 принимаем трубопровод наружным диаметром 127 мм. Диаметр противопожарного водопровода принимаем 102 мм.

Привязка временного водоснабжения состоит в обозначении мест подключения трасс временного водопровода к источникам водоснабжения (насосным станциям, колодцам) и раздаточных устройств в рабочей зоне или вводов к потребителям. Колодцы с пожарными гидрантами следует размещать с учётом возможности прокладки рукавов к местам пожаротушения (на расстоянии не более 150 м друг от друга) и обеспечения беспрепятственного подъезда к гидрантам (на расстоянии не больше 5 м от дороги).

### 6.10 Снабжение сжатым воздухом, кислородом, ацетиленом

Сжатый воздух на строящемся объекте используется для пневматического оборудования и инструментов. Кислород и ацетилен применяется для сварочных работ.

Потребность в сжатом воздухе определяется по формуле

$$Q_{сж} = 1,1 \cdot \sum q_i \cdot n_i \cdot K_i, \quad (6.21)$$

где 1,1 – коэффициент, учитывающий потери воздуха в трубопроводах;

$q_i$  – расход сжатого воздуха соответствующим механизмом, который принимают по справочным или паспортным данным;

$n_i$  – количество однородных механизмов;

$K_i$  – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов.

$$Q_{сж} = 1,1 \cdot (0,96 + 14 + 6,3) = 23,4 \text{ м}^3.$$

Принимается пневмоколесный компрессор, оборудованный комплектом гибких шлангов Ø 40 мм и имеющий производительность 25 м<sup>3</sup>.

Кислород и ацетилен поставляется на объект в стальных баллонах и хранится в закрытых складах, обеспечивая защиту баллонов от нагревания, либо следует применять передвижные кислородные и ацетиленовые установки.

### 6.11 Теплоснабжение

На строительной площадке тепло в виде пара, горячей воды и горячего воздуха расходуется в зимний период для подогрева воды, приготовления бетонных смесей и растворов, прогревания паром бетонных конструкций,

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		143

производственных, хозяйственных и административно-бытовых временных зданий.

Общая потребность в тепле определяется суммированием расхода по отдельным потребителям

$$Q_{\text{общ}}^m = (Q_{\text{от}} + Q_{\text{техн}}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.22)$$

где  $Q_{\text{от}}$  – количество тепла для отопления здания;

$Q_{\text{техн}}$  – количество тепла на технологические нужды;

$K_1$  – коэффициент неучтенных расходов ( $K_1 = 1,15$ );

$K_2$  – коэффициент потерь тепла в сети ( $K_2 = 1,15$ ).

Расход тепла для отопления здания определяется:

$$Q_{\text{от}} = V_{\text{зд}} \cdot q \cdot \alpha \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{н}}), \quad (6.23)$$

где  $V_{\text{зд}}$  – объем здания по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;

$q$  – удельная тепловая характеристика здания ( $q = 1,9$  кДж/м<sup>3</sup> град);

$\alpha$  – коэффициент, зависящий от расчетных температур наружного воздуха (при  $t_{\text{н}} \geq -30^\circ\text{C}$   $\alpha = 1,0$ );

$t_{\text{н}}$  – расчетная температура наружного воздуха ( $t_{\text{н}} = -19^\circ\text{C}$ );

$t_{\text{в}}$  – температура воздуха в помещении ( $t_{\text{в}} = +20^\circ\text{C}$ ).

$$Q_{\text{от}} = 96265,54 \cdot 1,9 \cdot 1 \cdot (20+19) = 7,13 \cdot 10^6 \text{ кДж},$$

$$Q_{\text{общ}} = (7,13 \cdot 10^6 + 300) \cdot 1,15 \cdot 1,15 = 9,43 \cdot 10^6 \text{ кДж}.$$

Источниками временного теплоснабжения являются существующие теплосети районных котельных

## 6.12 Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности

В процессе производства строительного-монтажных работ должны соблюдаться требования по охране труда и технике безопасности при строительстве, предусмотренные техническими регламентами. В проекте организации строительства на стройгенплане предусмотрены временные санитарно-бытовые сооружения, обеспечивающие нормальные условия труда, и отдыха.

Строительная площадка обеспечивается питьевой водой, отвечающей санитарно-гигиеническим требованиям Госсанэпиднадзора.

Наличие средств индивидуальной защиты.

Все рабочие и ИТР, находящиеся на строительном объекте, обеспечиваются спецодеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами».

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		144

Все рабочие, занятые на строительстве, должны быть обучены безопасным методам работ и приемам их выполнения. Инструктаж по технике безопасности должен производиться на рабочем месте при каждой смене условий работы, при переходе на другую работу.

Инструктаж по технике безопасности должен производиться на рабочем месте.

Монтаж конструкций разрешается только при условии руководства работами в каждую смену инженерно-техническими работниками, ответственными за безопасное производство работ кранами.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены.

К началу производства работ все механизмы, стропы, оборудование и инвентарь должны быть освидетельствованы и приняты по Акту Производителем работ. В процессе выполнения работ за их состоянием и исправностью следует вести постоянный контроль.

Работа кранов должна быть прекращена при скорости ветра, превышающей допустимую для данного крана, при снегопаде, дожде или тумане, при температуре ниже указанной в паспорте и в других случаях, когда крановщик плохо различает сигналы стропальщика или перемещаемый груз.

Такелажные работы или строповка грузов должна выполняться лицами, прошедшими специальное обучение, проверку знаний и имеющими удостоверение на право производства этих работ.

Схемы строповки, графическое изображение способов строповки и зацепки грузов должны быть выданы на руки стропальщикам и крановщикам или вывешены в местах производства работ. Перемещение груза, на который не разработаны схемы строповки, должно производиться в присутствии и под руководством лица, ответственного за безопасное производство работ кранами.

Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций и оборудования на весу.

Запрещается перемещение груза, масса которого неизвестна.

Противопожарное водоснабжение обеспечивается от пожарных гидрантов городской водопроводной сети, расход воды на нужды пожаротушения применять не менее 20 л/с от 2-х пожарных гидрантов, расположенных на расстоянии не более 150 м от строящегося здания.

Не допускать складирования сгораемых строительных материалов без соблюдения противопожарных разрывов.

### **6.13 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

План мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов предусматривает устранение или максимальное уменьшение отрицательного влияния строительного производства на окружающую среду и одновременно намечает попутные возможности использования природных

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		145

ресурсов при производстве СМР в основном при выполнении работ подготовительного периода и разработке грунта.

Проектом организации строительства предусматриваются следующие мероприятия по охране окружающей природной среды в период производства строительно-монтажных работ:

Предусматривается установка границ строительной площадки, которая обеспечивает максимальную сохранность за территорией строительства деревьев, кустарников, травяного покрова.

Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта. Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарной растительности.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных ёмкостях. Организуются места, на которых устанавливаются ёмкости для мусора.

Сжигание горючих отходов и строительного мусора на участке строительства запрещается. Строго запрещается делать «захоронения» бракованных материалов, так как нарушается подпор грунтовых вод; в период свертывания строительства отходы необходимо вывести с благоустраиваемой территории для дальнейшей утилизации в места, оговоренные с администрацией района.

Строительные и дорожные машины должны отвечать установленным экологическим требованиям, учитывающим вопросы, связанные с охраной окружающей среды при их эксплуатации, хранении и транспортировании.

#### **6.14 Техничко-экономические показатели**

Стройгенплан выполнен в масштабе 1:500 и включает генплан площадки с нанесенными на нем объектами временного хозяйства. На стройгенплане указаны границы строительной площадки и видов ее ограждений, действующих и временных подземных, надземных и воздушных сетей и коммуникаций, временных дорог, схем движения средств транспорта и механизмов, мест установки строительных и грузоподъемных машин с указанием путей их перемещения и зон действия, размещения постоянных, строящихся и временных зданий и сооружений, мест расположения опасных зон, путей, а также проходов в здания и сооружения, размещения источников и средств энергообеспечения и освещения строительной площадки, площадок и помещений складирования материалов и конструкций, расположения помещений для санитарно-бытового обслуживания строителей.

Техничко-экономические показатели СГП:

1. Площадь территории строительной площадки	36958,43 м <sup>2</sup>
2. Площадь под постоянными сооружениями	5576,67 м <sup>2</sup>
3. Площадь под временными сооружениями	176 м <sup>2</sup>
4. Площадь складов	2210 м <sup>2</sup>
5. Протяженность временных автодорог	203,7 м

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		146

6. Протяженность электросетей	245,4 м
7. Протяженность линий водоснабжения	421,02 м
- постоянных	259,82 м
- временных	161,2 м
8. Протяженность линий теплоснабжения	168,8 м
- постоянных	66,4 м
- временных	102,4 м
9. Протяженность канализации	191,5 м
- постоянная	45,3 м
- временная	146,2 м
10. Протяженность ограждения стройплощадки	770 м
11. Процент использования строительной площадки	45%

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		147

## 7 Экономика строительства

### 7.1 Социально-экономическое обоснование строительства объекта

Ростов-на-Дону расположен в центре транспортных магистралей юга России. Благоприятное местоположение общей площади и экономический потенциал города обуславливают активное развитие таких направлений как торговля, услуги и недвижимость. Это предопределяет высокую потребность города в качественных офисных помещениях.

Ключевые факторы роста объема аренды офисов в Ростове-на-Дону: мощная экономическая база региона, большое количество государственных федеральных учреждений, спрос со стороны межрегиональных финансовых компаний.

Для оценки актуальности строительства офисного здания в г. Ростов-на-Дону воспользуемся ресурсами сайта «Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ростовской области».

Проанализируем динамику численности трудоспособного населения, представленную на графике (рисунок 7.1). Из графика видно, что с 2015 по 2020 год численность непрерывно растет, что говорит о возрастающей потребности в офисных и административных зданиях для обеспечения людей рабочими местами.

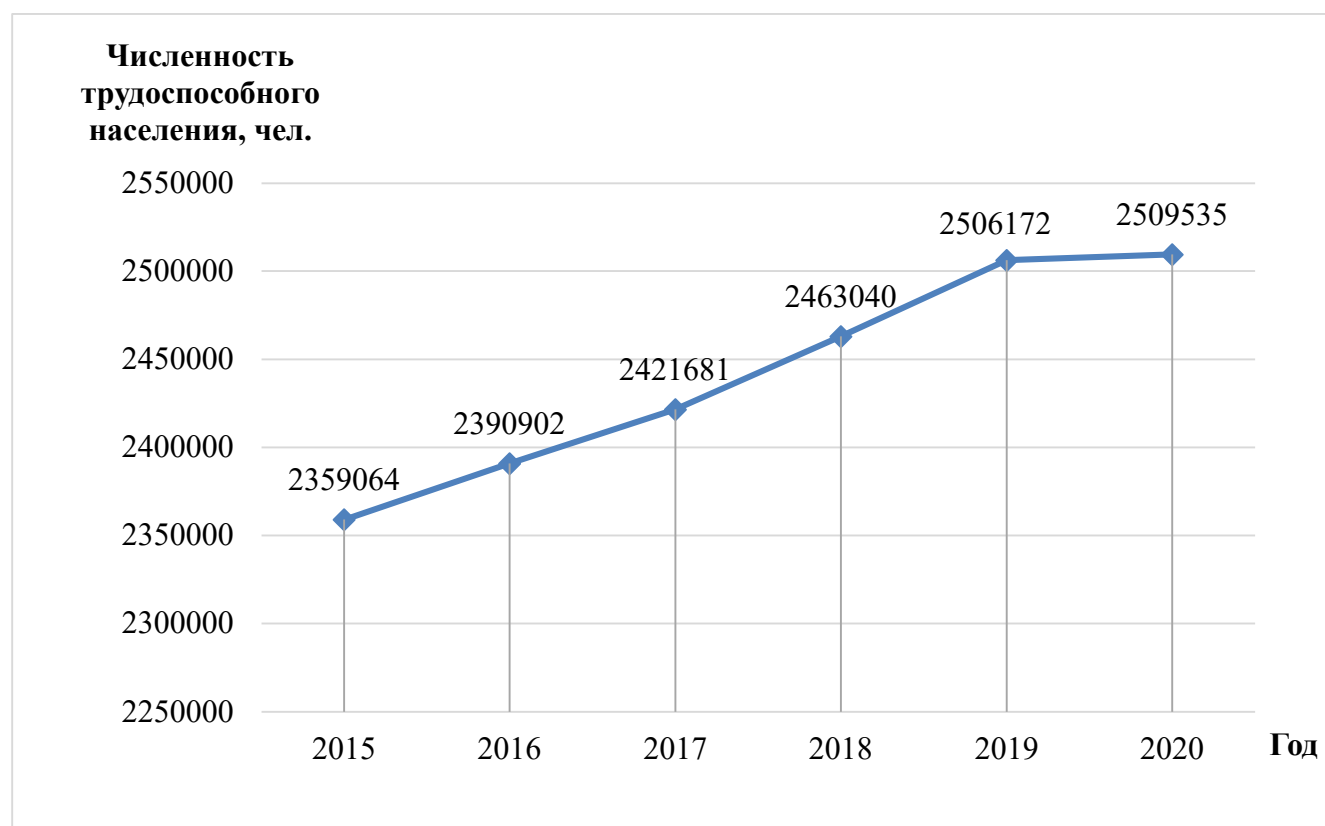


Рисунок 7.1 – Динамика численности трудоспособного населения



В таблице 7.1 представлена среднесписочная численность работников по тем видам экономической деятельности, для которой есть потребность в офисных зданиях. Из данных видно, что за 2017-2019 годы в Ростовской области прослеживается стабильный рост людей, занятых в сферах, для которых нужны офисные помещения.

Таблица 7.1 – Среднесписочная численность работников по некоторым видам экономической деятельности

Вид экономической деятельности	Среднесписочная численность работников за год, чел.		
	2017	2018	2019
Деятельность в области информации и связи	21911	23086	22119
Деятельность финансовая и страховая	19302	19766	22604
Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	30672	33043	32690
Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	22697	25099	27365
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение	83520	85337	85494

Проведем анализ рынка офисной недвижимости города: на рисунке 7.2 представлена структура инвестиций в коммерческую недвижимость по секторам. Согласно данным диаграммы инвесторы проявляют большой интерес к торговому и офисному сегменту, первый из которых лидирует в структуре, но доля офисной недвижимости также высока и составляет 41%, однако сказывается ограниченность предложения качественных офисных объектов, что и обуславливает потребность в строительстве запроектированного здания.

Таким образом, можно сделать вывод, что строительство офисного здания в г. Ростов-на-Дону обосновано: город нуждается в офисных помещениях класса А, для которых характерны удачное расположение, хорошая транспортная доступность, оптимальные планировочные решения, высокое качество отделки, современный уровень инженерных коммуникаций, наличие автоматизированных систем жизнеобеспечения.

В проектируемом объекте созданы максимально выгодные условия для функционирования офисов. Здание запроектировано с целью создания экологически-сбалансированной и комфортной среды с использованием наиболее энергоэкономичных архитектурно – планировочных решений. Кроме того, уникальность данного здания (консольный вылет 35 м) подчеркивает его соответствие высокой категории офисных помещений (класс А), ведь при этом

создается неповторимая выразительность архитектурного облика и возможность расположения конференц-зала и закрытой террасы с шикарным видом через панорамное остекление консольной части здания.



Рисунок 7.2 – Структура инвестиций в коммерческую недвижимость по секторам

С целью поиска территории для строительства следует оценить существующую инфраструктуру местности и изучить генеральный план города Ростов-на-Дону, утвержденный в 2007 году с последними изменениями от 2018 года. Нужная информация представлена на сайте администрации города Ростова-на-Дону.

Анализируя генеральный план (карту размещения площадок нового строительства) и материалы по обоснованию проекта внесения изменений в генеральный план, определимся, где разместить офисное здание. Выберем площадку, ограниченную улицей Оганова, Авиамоторным и Железнодорожным переулками (Октябрьский район). Участок данной площадки предусмотрен генеральным планом для общественно-деловых зон. Преимущества данного участка:

- застройка новыми общественными комплексами;
- нахождение в пределах уже развитой инфраструктуры;
- в ходе реализации генплана будет осуществляться перенос центра города, в результате которой данный участок будет находиться в пределах центрального города.



Рисунок 7.3 – Ситуационный план расположения объекта строительства



Функциональные зоны	Жилые зоны	Общественно-деловые зоны	Рекреационные зоны	Производственные зоны, зоны инженерной и транспортной инфраструктур	Зоны специального назначения	Водные объекты
Жилые зоны	Зона поэтапной трансформации садоводческих и дачных хозяйств в жилую застройку	Зона объектов обслуживания, необходимых для осуществления производственной и предпринимательской деятельности	Зона трансформации территории вдоль реки Темерник, выделенной для формирования многофункциональной застройки с высокой степени озеленения путем разработки документации по планировке территории	Зона планируемая к освоению после прохождения процедуры изменения границ городских лесов в соответствии с действующим законодательством	Зона кладбищ Зона режимных объектов Зона зеленых насаждений специального назначения Зона полигонов ТБО	Водотоки Водоёмы

Рисунок 7.4 – Участок строительства на карте функциональных зон генерального плана города

## 7.2 Составление локального сметного расчета

Локальный сметный расчет составляется на возведение металлического каркаса здания. Исходным документом для определения сметной стоимости является ведомость подсчета объемов работ, представленная в таблице 5.2.

Сметная документация составлена на основании МДС 81-35.2004 «Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» [39] по федеральным единичным расценкам (ФЕР), разработанным в базисном уровне цен по состоянию на 1 января 2000 года.

При составлении сметной документации был использован базисно-индексный метод, который заключается в том, что сметная стоимость определяется в базисных ценах, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов изменения сметной стоимости.

Сметная стоимость пересчитана в текущие цены на II квартал 2020 года с использованием индекса изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, равного 7,32 (для офисного здания в г. Ростов-на-Дону) согласно Письму Минстроя [40].

Размеры накладных расходов приняты по укрупненным нормативам по основным видам строительства в соответствии с МДС 81-33.2004 [41]. Для жилищного-гражданского строительства размер накладных расходов в процентах от фонда оплаты труда (ФОТ) – 112%.

По МДС 81-25.2004 [42] также взят общеотраслевой норматив сметной прибыли, который составляет 65% к величине средств на оплату труда рабочих (строителей и механизаторов).

Лимитированные затраты будут учтены в локальной смете по действующим нормам. К ним относятся:

- затраты на временные здания и сооружения – 1,8% согласно ГСН 81-05-01.2001 [43];

- затраты, связанные с производством работ в зимнее время (зимнее удорожание – 1%) по ГСН 81-05-02.2007 [44].

- затраты на непредвиденные расходы для уникальных объектов капитального строительства – 10% по МДС 81-35.2004 [39].

НДС (налог на добавленную стоимость) на суммарную сметную стоимость всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные – 20%.

Локальный сметный расчет приведен в приложении Г.

Стоимость строительно-монтажных работ по возведению металлического каркаса здания составила 107002215,36 руб., трудоемкость – 35678,29 чел-час.

Проведем анализ структуры сметной стоимости по экономическим элементам (таблица 7.2) и отобразим его на диаграмме (рисунок 7.5).

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		152

Таблица 7.2 – Структура локального сметного расчета по составным элементам

Элементы	Стоимость, руб	Удельный вес, %
Прямые затраты всего, в том числе:	74 050 269,11	69,20
материалы	68 443 277,69	63,96
эксплуатация машин	3 247 930,82	3,04
основная заработная плата	2 359 060,60	2,20
Накладные расходы	3 031 142,91	2,83
Сметная прибыль	1 759 145,44	1,64
Лимитированные затраты всего	10 327 955,35	9,65
НДС	17 833 702,56	16,67
Итого	107 002 215,36	100

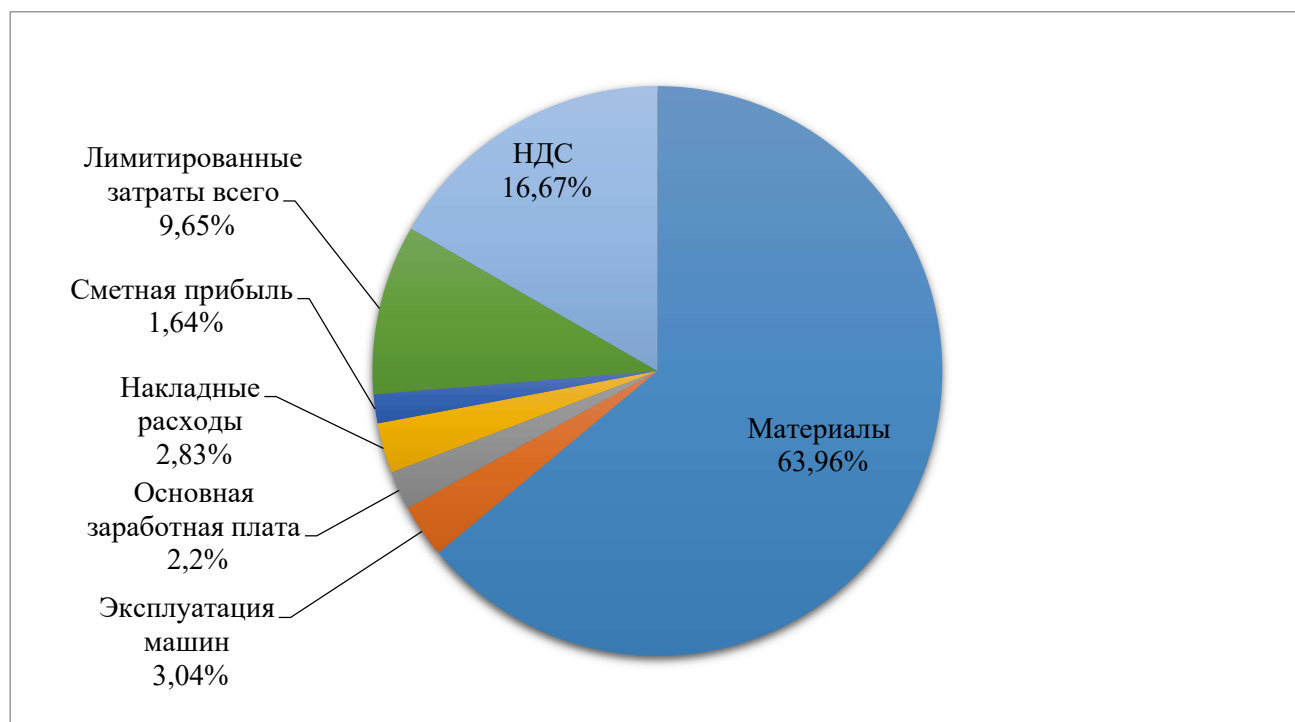


Рисунок 7.5 – Структура локального сметного расчета на общестроительные работы по составным элементам

Наибольший удельный вес в сметной стоимости составляют материалы (63,96%), наименьший – сметная прибыль (1,64%).

### 7.3 Техничко-экономические показатели проекта

Техничко-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Техничко-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Планировочный коэффициент определяется по следующей формуле и зависит от внутренней планировки помещений: чем рациональнее соотношение расчетной и общей площади, тем экономичнее проект:

$$K_{пл} = \frac{S_{расч}}{S_{общ}}, \quad (7.1)$$

где  $S_{расч}$  – расчетная площадь;

$S_{общ}$  – общая площадь.

$$K_{пл} = \frac{14475,13}{21210,53} = 0,68.$$

Объемный коэффициент зависит от общего объема здания и определяется по формуле

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{расч}}, \quad (7.2)$$

где  $V_{стр}$  – строительный объем.

$$K_{об} = \frac{76357,91}{14475,13} = 5,28$$

Эти коэффициенты являются относительными. Уменьшение этих показателей приводит к увеличению размеров расчетной площади за счет вспомогательной, т.е. ухудшению условий работы в таком здании.

Сметная себестоимость работ по возведению металлического каркаса, приходящаяся на 1 м<sup>2</sup> площади, определяется по формуле

$$C / c = \frac{ПЗ + НР + ЛЗ}{S_{общ}}, \quad (7.3)$$

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		154

где  $ПЗ$  – величина прямых затрат (по смете);  
 $НР$  – величина накладных расходов (по смете);  
 $ЛЗ$  – величина лимитированных затрат (по смете).

$$C/c = \frac{74050269,11 + 3031142,91 + 10327955,35}{21210,53} = 4121,04 \text{ руб.}$$

Сметная рентабельность производства (затрат) строительного-монтажных работ определяется по формуле

$$R_3 = \frac{СП}{ПЗ + НР + ЛЗ} \cdot 100\%, \quad (7.4)$$

где  $СП$  – величина сметной прибыли согласно локальному сметному расчету.

$$R_3 = \frac{1759145,44}{74050269,11 + 3031142,91 + 10327955,35} \cdot 100\% = 2,01\%,$$

Нормативная выработка на 1 чел-час определяется по формуле

$$B = \frac{C_{смр}}{ТЗО_{см}}, \quad (7.5)$$

где  $C_{смр} = ПЗ + НР + СП$  – стоимость строительного-монтажных работ по итогам сметы;  
 $ТЗО_{см}$  – затраты труда основных рабочих по смете, чел-час.

$$B = \frac{78840557,45}{35678,29} = 2209,76 \text{ руб / чел-час.}$$

Технико-экономические показатели сведены в таблицу 7.3.

Таблица 7.3 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	5576,67
Количество этажей	эт.	5
Строительный объем	м <sup>3</sup>	76357,91
Общая площадь	м <sup>2</sup>	21210,53
Расчетная площадь	м <sup>2</sup>	14475,13
Планировочный коэффициент $K_{пл}$		0,68

Продолжение таблицы 7.3

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
Объемный коэффициент $K_{об}$		5,28
Стоимостные показатели:		
Сметная стоимость строительно-монтажных работ	руб.	107002215,36
Сметная себестоимость строительно-монтажных работ на 1 м <sup>2</sup> площади (общей)	руб.	4121,04
Сметная рентабельность производства (затрат) строительно-монтажных работ	%	2,01
Показатели трудовых затрат:		
Трудоемкость производства строительно-монтажных работ	чел.-час	35678,29
Трудоемкость производства строительно-монтажных работ на 1 м <sup>2</sup> площади (общей)	чел.-час	1,68
Нормативная выработка на 1 чел.-час	руб./чел.-час	2209,76
Прочие показатели проекта:		
Продолжительность строительства	мес.	24



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проектирования была рассмотрена тема «Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону».

Путем сравнения нескольких вариантов расположения вертикальных связей в плоскости колонн в консольной части здания принята наиболее оптимальная система связей с точки зрения максимальных прогибов, материалоемкости и архитектурного облика.

В архитектурно-строительном разделе были определены основные габариты здания и сформирован его внешний вид. Офисное здание запроектировано с целью создания экологически-сбалансированной и комфортной среды с использованием наиболее энергоэкономичных архитектурно – планировочных решений.

Произведен расчет элементов каркаса здания в программном комплексе SCAD Office: металлические колонны, ригели, балки, связи, монолитные перекрытия и стены. Расчетами также были определены узловые соединения. На основании вариантного проектирования фундаментов путем сравнения технико-экономических показателей был выбран наиболее эффективный вариант – фундамент неглубокого заложения, так как он более экономичный и менее трудоемкий.

В разделе технологии строительного производства была разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания.

Разработан строительный генеральный план с целью решения вопросов рационального использования строительной площадки, расположения административно-бытовых помещений, складского хозяйства, грузоподъемных механизмов, временных дорог и инженерных коммуникаций. Кроме того, был разработан сетевой график, свидетельствующий о рациональном распределении ресурсов и сокращении сроков строительства.

Обоснована социально-экономическая необходимость строительства: город нуждается в офисных помещениях класса А, для которых характерны удачное расположение, хорошая транспортная доступность, оптимальные планировочные решения, высокое качество отделки, современный уровень инженерных коммуникаций, наличие автоматизированных систем жизнеобеспечения.

Конструкция здания представляет собой воплощение характера конструктивно-пространственной системы в архитектурных формах, а также интеграцию природно-климатических, архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных, экологических, экономических принципов проектирования. Таким образом, данная тема актуальна, так как строительство объекта выгодно и востребовано.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		157

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минстрой России, 2014. – 72 с.
2. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. – Введ. 15.05.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 36 с.
3. СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 30.05.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 107 с.
4. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Введ. 08.05.2017. – Москва: Минстрой России, 2019. – 122 с.
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 84 с.
6. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России, 2010. – 46 с.
7. СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. – Введ. 20.05.2011. – Москва: Минрегион России, 2011. – 69 с.
8. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Введ. 01.12.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 46 с.
9. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 01.05.2009. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 42 с.
10. СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Введ. 01.12.2012. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2012. – 24 с.
11. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 29.07.2013. – Москва: МЧС России, 2013. – 187 с.
12. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 01.07.2015. – Москва: Стандартинформ, 2015. – 16 с.
13. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. – Введ. 01.02.2002. – Москва: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 8 с.
14. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – Введ. 15.06.2003. – Москва: Минздравмедпром России, 2003. – 28 с.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		158

15. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 16 с.
16. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – Введ. 04.06.2017. – Москва.: Минстрой России, 2019 год. – 95 с.
17. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. – Введ. 25.11.2018. – Москва: Минстрой России, 2018. – 122 с.
18. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – Введ. 28.08.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 147 с.
19. ГОСТ 10704-91 Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент. – Введ. 01.01.1993. – Москва: Стандартинформ, 2007. – 14 с.
20. ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2015. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 51 с.
21. ГОСТ Р 57837-2017 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Технические условия. – Введ. 01.05.2018. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 50 с.
22. ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. – Введ. 01.09.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 23 с.
23. ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. – Введ. 01.09.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 23 с.
24. Материалы по металлическим конструкциям. Выпуск 19. – Москва: ЦНИИпроектстальконструкция, 1977. – 14 с.
25. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003. – Введ. 20.06.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 124 с.
26. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений. – Введ. 20.06.2005. – Москва: ФГУП ЦПП, 2005. – 138 с.
27. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*. – Введ. 17.06.2017. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 162 с.
28. ГОСТ 19804-2012 Сваи железобетонные заводского изготовления. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2014. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 24 с.
29. ГОСТ 24379.1-2012 Болты фундаментные. Конструкция и размеры. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 43 с.
30. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Введ. 27.12.2010. – Москва: Минрегион России, 2010. – 21 с.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		159

31. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. – Введ. 25.12.2012. – Москва: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2013. – 293 с.
32. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке оформлению технологической карты. – Введ. 01.01.2007. – Москва: ЦНИИОМТП, 2007. – 14 с.
33. СП 49.13330.2010 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – Введ. 08.01.2010. – Москва: Книга-сервис, 2010. – 64 с.
34. СП 12-136-2002 Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ. – Введ. 17.09.2002. – Москва: Госстрой России, 2002. – 14 с.
35. ГОСТ 25573-82 Стropy грузовые канатные для строительства. Технические условия. – Введ. 21.12.1982. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 65 с.
36. ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия. – Введ. 29.11.2012. – Москва: Стандартиформ, 2013. – 33 с.
37. СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1991. – Москва: АПП ЦИТП, 1991 год. – 190 с.
38. РД-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.06.2007. – М.: Ростехнадзор, 2007. – 199 с.
39. МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. – Москва.: Госстрой России, 2004. – 70 с.
40. Письмо Минстроя от 28.05.2020 №20259-ИФ/09 «Индексы изменения сметной стоимости строительно-монтажных и пусконаладочных работ по объектам строительства, определяемых с применением федеральных и территориальных единичных расценок, на II квартал 2020 года».
41. МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004. – Москва : Госстрой России, 2004. – 32 с.
42. МДС 81- 25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 01.03.2001. – Москва : Госстрой России, 2001. – 12 с.
43. ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. – Введ. 2001-05-15. – М.: Госстрой России, 2001. – 8 с.
44. ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительного-монтажных работ в зимнее время. – Введ. 2001-06-01. – М.: Госстрой России, 2001. – 70 с.

					ДП-08.05.01-2020 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		160

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Экспликация помещений

Экспликация помещений 1-го этажа приведена в таблице А.1, 5-го этажа – в таблице А.2.

Таблица А.1 – Экспликация помещений 1-го этажа

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
101	Тамбур	95,01	
102	Вестибюль	258,59	
103	Сан. узел женский	9,41	
104	Сан. узел мужской	9,41	
105	Комната уборочного инвентаря	7,92	
106	Центр управления инженерными системами здания	28,61	
107	Лифтовой холл	21,39	
108	Лестничная клетка	6,2	
109	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
110	Сан. узел	8,67	
111	Помещение хозяйственного назначения	9,34	
112	Помещение хозяйственного назначения	4,2	
113	Помещение хозяйственного назначения	4,29	
114	Обеденная зона	39,86	
115	Тамбур	37,28	
116	Офисное помещение	32,87	
117	Офисное помещение	29,33	
118	Офисное помещение	29,33	
119	Офисное помещение	21,76	
120	Офисное помещение	44,4	
121	Коридор	111,3	
122	Зона атриума	85,06	
123	Офисное помещение	10,05	
124	Офисное помещение	31,2	
125	Офисное помещение	30,55	
126	Конференц-зал	62,46	

Продолжение приложения А.1

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
127	Офисное помещение	20,91	
128	Коридор	116,73	
129	Офисное помещение	44,4	
130	Офисное помещение	44,4	
131	Офисное помещение	21,6	
132	Офисное помещение	21,6	
133	Офисное помещение	21,8	
134	Офисное помещение	36,87	
135	Офисное помещение	36,87	
136	Коридор	110,8	
137	Зона атриума	85,06	
138	Конференц-зал	124,29	
139	Сан. узел женский	9,41	
140	Сан. узел мужской	9,41	
141	Комната уборочного инвентаря	7,92	
142	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
143	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
144	Помещение хозяйственного назначения	8,58	
145	Лифтовой холл	21,39	
146	Лестничная клетка	6,2	
147	Тамбур	37,28	
148	Тамбур	15,74	
149	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
150	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
151	Помещение хозяйственного назначения	9,24	
152	Сан. узел для посетителей	9,56	
153	Кладовая	9,34	
154	Комната персонала	8,82	
155	Комната уборочного инвентаря	4,55	
156	Сан. узел для персонала	4,61	
157	Моечная	9,54	
157	Моечная	9,54	

Продолжение приложения А.1

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
158	Коридор	21,86	
159	Администрация	14,13	
160	Догоготовочный цех	25,69	
161	Линия раздачи	19,41	
162	Обеденный зал	76,8	
163	Коридор	21,33	
164	Коридор	95,6	
165	Зона атриума	85,06	
166	Конференц-зал	233,63	
167	Офисное помещение	59,36	
168	Офисное помещение	59,36	
169	Зона атриума	85,06	
170	Коридор	165,1	
171	Офисное помещение	59,46	
172	Офисное помещение	29,32	
173	Офисное помещение	29,32	
174	Сан. узел женский	9,41	
175	Сан. узел мужской	9,41	
176	Комната уборочного инвентаря	7,92	
177	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
178	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
179	Помещение хозяйственного назначения	8,58	
180	Лифтовой холл	21,39	
181	Лестничная клетка	6,2	
182	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
183	Сан. узел	8,67	
184	Помещение хозяйственного назначения	9,34	
185	Помещение хозяйственного назначения	4,2	
186	Помещение хозяйственного назначения	4,29	
187	Обеденная зона	39,86	
188	Тамбур	37,28	
189	Коридор	16,25	

## Окончание приложения А.1

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
190	Офисное помещение	29,32	
191	Офисное помещение	29,32	
192	Офисное помещение	21,77	
193	Офисное помещение	21,79	
194	Офисное помещение	36,87	
195	Офисное помещение	48,64	
196	Офисное помещение	79,68	
197	Офисное помещение	121,47	

Таблица А.2 – Экспликация помещений 5-го этажа

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
501	Терраса	472,7	
502	Конференц-зал	192,19	
503	Коридор	292,49	
504	Сан. узел женский	9,41	
505	Сан. узел мужской	9,41	
506	Комната уборочного инвентаря	7,92	
507	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
508	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
509	Помещение хозяйственного назначения	8,58	
510	Лифтовой холл	21,39	
511	Лестничная клетка	6,2	
512	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
513	Сан. узел	8,67	
514	Помещение хозяйственного назначения	9,34	
515	Помещение хозяйственного назначения	4,2	
516	Помещение хозяйственного назначения	4,29	
517	Обеденная зона	39,86	
518	Офисное помещение	29,35	
519	Коридор	68,91	
520	Офисное помещение	26,09	



Продолжение приложения А.2

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
521	Офисное помещение	26,09	
522	Офисное помещение	33,03	
523	Офисное помещение	29,29	
524	Офисное помещение	29,29	
525	Офисное помещение	21,8	
526	Офисное помещение	36,81	
527	Офисное помещение	26,09	
528	Офисное помещение	26,09	
529	Офисное помещение	26,09	
530	Офисное помещение	26,04	
531	Офисное помещение	51,96	
532	Офисное помещение	44,14	
533	Офисное помещение	21,75	
534	Коридор	586,21	
535	Офисное помещение	26,04	
536	Офисное помещение	26,09	
537	Офисное помещение	26,09	
538	Офисное помещение	26,09	
539	Офисное помещение	26,09	
540	Офисное помещение	21,7	
541	Офисное помещение	36,87	
542	Офисное помещение	36,87	
543	Офисное помещение	21,8	
544	Офисное помещение	21,8	
545	Сан. узел женский	9,41	
546	Сан. узел мужской	9,41	
547	Комната уборочного инвентаря	7,92	
548	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
549	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
550	Помещение хозяйственного назначения	8,58	
551	Лифтовой холл	21,39	
552	Лестничная клетка	6,2	

Продолжение приложения А.2

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
553	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
554	Сан. узел	8,67	
555	Помещение хозяйственного назначения	9,34	
556	Помещение хозяйственного назначения	4,2	
557	Помещение хозяйственного назначения	4,29	
558	Обеденная зона	39,86	
559	Коридор	15,15	
560	Коридор	16,25	
561	Офисное помещение	26,09	
562	Офисное помещение	26,09	
563	Офисное помещение	26,09	
564	Офисное помещение	26,09	
565	Офисное помещение	26,09	
566	Офисное помещение	36,87	
567	Офисное помещение	21,8	
568	Офисное помещение	29,34	
569	Офисное помещение	36,82	
570	Офисное помещение	36,82	
571	Офисное помещение	26,09	
572	Офисное помещение	26,09	
573	Офисное помещение	26,09	
574	Офисное помещение	26,04	
575	Офисное помещение	21,85	
576	Офисное помещение	29,29	
577	Офисное помещение	29,29	
578	Офисное помещение	29,24	
579	Коридор	586,21	
580	Офисное помещение	26,04	
581	Офисное помещение	26,09	
582	Офисное помещение	52,97	
583	Офисное помещение	29,24	
584	Офисное помещение	29,29	

## Окончание приложения А.2

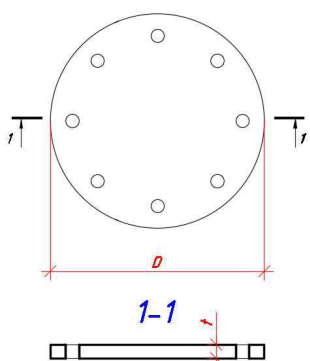
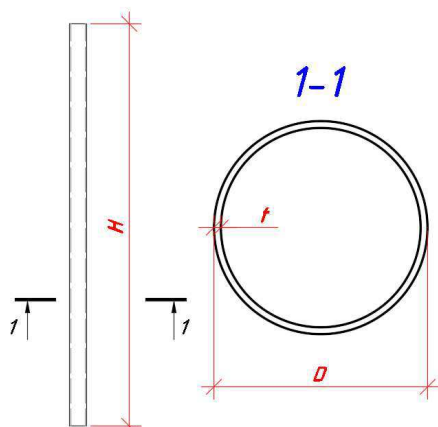
Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат.* помещения
585	Офисное помещение	29,29	
586	Офисное помещение	29,29	
587	Офисное помещение	29,29	
588	Сан. узел женский	9,41	
589	Сан. узел мужской	9,41	
590	Комната уборочного инвентаря	7,92	
591	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
592	Помещение хозяйственного назначения	9,43	
593	Помещение хозяйственного назначения	8,58	
594	Лифтовой холл	21,39	
595	Лестничная клетка	6,2	
596	Помещение хозяйственного назначения	8,67	
597	Сан. узел	8,67	
598	Помещение хозяйственного назначения	9,34	
599	Помещение хозяйственного назначения	4,2	
5100	Помещение хозяйственного назначения	4,29	
5101	Обеденная зона	39,86	
5102	Коридор	15,15	
5103	Коридор	16,25	
5104	Офисное помещение	52,97	
5105	Офисное помещение	52,97	
5106	Офисное помещение	44,78	
5107	Офисное помещение	29,29	
5108	Офисное помещение	29,29	
5109	Офисное помещение	29,29	
5110	Офисное помещение	29,29	
5111	Офисное помещение	29,29	
5112	Офисное помещение	21,8	
5113	Офисное помещение	21,8	
5114	Офисное помещение	32,54	
5115	Офисное помещение	38,36	
5116	Офисное помещение	25,86	
5117	Офисное помещение	53,1	
5118	Коридор	161,24	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

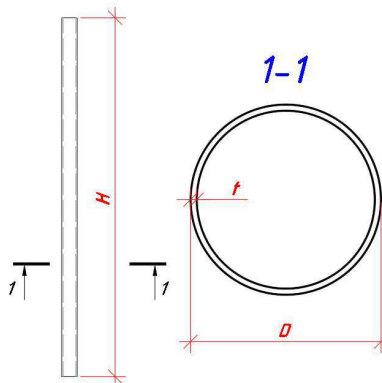
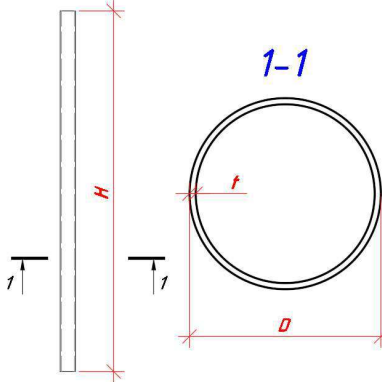
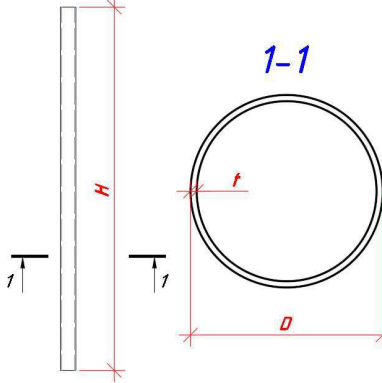
### Спецификация монтажных элементов

Спецификация монтажных элементов на здание приведена в таблице Б.1.

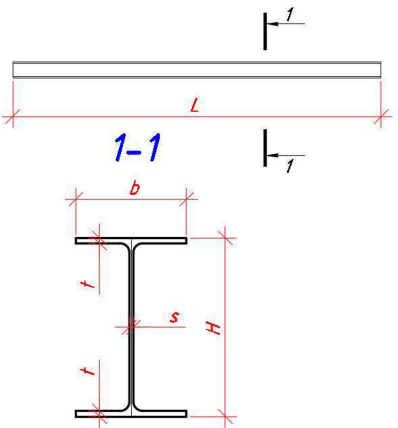
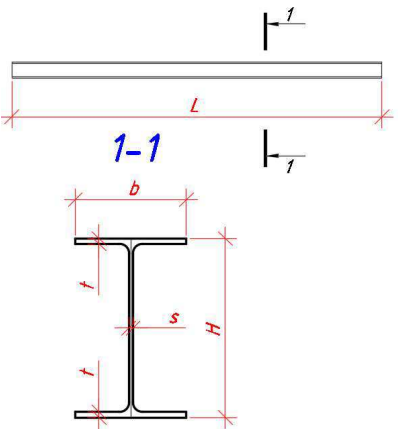
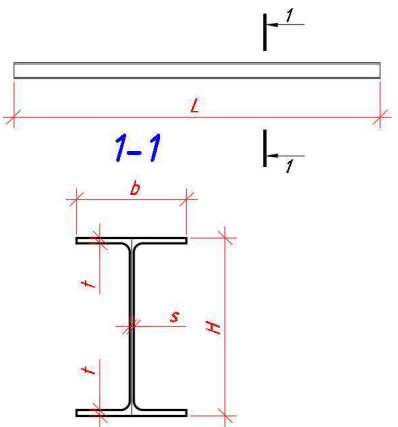
Таблица Б.1 – Спецификация монтажных элементов на здание

Наименование элемента, эскиз	Размеры элемента, мм	Наименование и номер профиля ГОСТ	Кол-во на здание, шт	Масса, т	
				1-го элемента	Всего
<p style="text-align: center;">Опорная плита</p> 	$D = 900$ $t = 45$	Прокат листовой горячекатаный 900×900×45 ГОСТ 19903-2015	44	0,22	9,88
<p style="text-align: center;">Колонна нижняя</p> 	$H = 12080$ $D = 530$ $t = 13$	Трубы стальные электросварные прямошовные 530×13 ГОСТ 10704-91	40	2	80,09

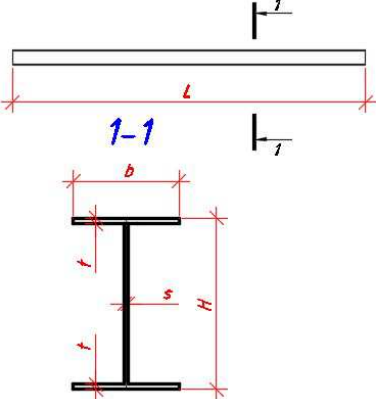
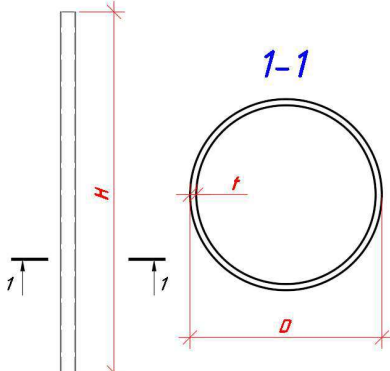
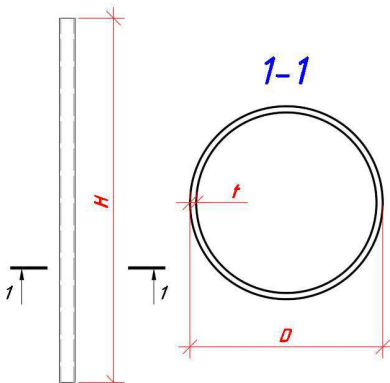
Продолжение приложения Б.1

Наименование элемента, эскиз	Размеры элемента, мм	Наименование и номер профиля ГОСТ	Кол-во на здание, шт	Масса, т	
				1-го элемента	Всего
<p>Колонна нижняя усиленная</p> 	<p><math>H = 12070</math>  <math>D = 530</math>  <math>t = 17</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 530×17                      ГОСТ 10704-91</p>	4	2,6	10,38
<p>Колонна верхняя</p> 	<p><math>H = 6180</math>  <math>D = 355,6</math>  <math>t = 8</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 355,6×8                      ГОСТ 10704-91</p>	44	0,42	18,65
<p>Колонна верхняя усиленная</p> 	<p><math>H = 6180</math>  <math>D = 530</math>  <math>t = 11</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 530×11                      ГОСТ 10704-91</p>	4	0,87	3,48

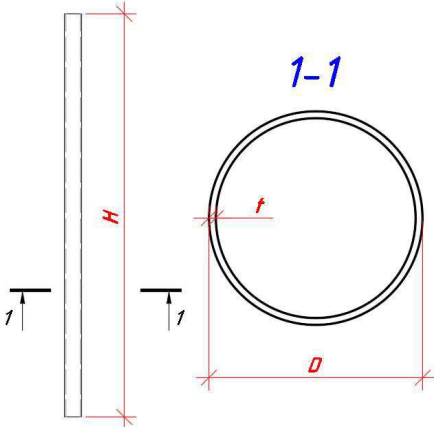
Продолжение приложения Б.1

Наименование элемента, эскиз	Размеры элемента, мм	Наименование и номер профиля ГОСТ	Кол-во на здание, шт	Масса, т	
				1-го элемента	Всего
<p>Ригель 1</p> 	<p><math>L =</math> различн.  <math>H = 388</math>  <math>b = 300</math>  <math>t = 14</math>  <math>s = 10</math></p>	<p>Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок 40Ш1                      ГОСТ Р 57837-2017</p>	202	различная	170,14
<p>Ригель 2</p> 	<p><math>L =</math> различн.  <math>H = 484</math>  <math>b = 300</math>  <math>t = 15</math>  <math>s = 11</math></p>	<p>Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок 50Ш1                      ГОСТ Р 57837-2017</p>	355	различная	282,03
<p>Ригель 1 усиленный</p> 	<p><math>L =</math> различн.  <math>H = 718</math>  <math>b = 320</math>  <math>t = 37</math>  <math>s = 23</math></p>	<p>Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок 70Ш5                      ГОСТ Р 57837-2017</p>	12	различная	31,97

Продолжение приложения Б.1

Наименование элемента, эскиз	Размеры элемента, мм	Наименование и номер профиля ГОСТ	Кол-во на здание, шт	Масса, т	
				1-го элемента	Всего
<p>Балка сварная двутавровая</p> 	<p><math>L =</math> различн.  <math>H = 1065</math>  <math>b = 300</math>  <math>t = 15</math>  <math>s = 11</math></p>	<p>Сварная двутавровая балка из проката листового горячекатаного ГОСТ 19903-2015</p>	3	различная	2,54
<p>Связь вертикальная</p> 	<p><math>H =</math> различн.  <math>D = 273</math>  <math>t = 6</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 273×6 ГОСТ 10704-91</p>	8	различная	3,08
<p>Связь вертикальная усиленная</p> 	<p><math>H =</math> различн.  <math>D = 355,6</math>  <math>t = 16</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 355,6×16 ГОСТ 10704-91</p>	8	различная	13,53

Окончание приложения Б.1

Наименование элемента, эскиз	Размеры элемента, мм	Наименование и номер профиля ГОСТ	Кол-во на здание, шт	Масса, т	
				1-го элемента	Всего
<p>Связь крестовая</p> 	<p><math>H = \text{различн.}</math>  <math>D = 193,7</math>  <math>t = 5</math></p>	<p>Трубы стальные электросварные прямошовные 193,7×5 ГОСТ 10704-91</p>	<p>20</p>	<p>различная</p>	<p>3,35</p>
Итого			744		629,12



## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **Карточка-определитель работ сетевого графика**

Таблица В.1 – Карточка-определитель работ сетевого графика

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
					Нормативные		Плановые				
			Ед. изм	Кол-во	На ед. V, чел.-ч.	На весь V, чел.-см.	На весь V, чел.-см.				
1-2	СП	Подготовка территории							21		
		<b>Земляные работы</b>									
2-4	ФЕР01-01-002-07	Устройство котлована (участок 1)	1000 м³	12,34	34,9	53,83	72	107	18	2	2
		Устройство котлована (участок 2)	1000 м³	5,40	34,9	23,57					
2-3	ФЕР01-02-063-01	Доработка грунта вручную (участок 1)	100 м³	0,62	170	13,09	18	104	9	1	2
		Доработка грунта вручную (участок 2)	100 м³	0,26	170	5,61					
10-11	ФЕР01-01-033-01	Обратная засыпка (участок 1)	100 м³	103,48	0,35	4,53	6	108	1,5	2	2
		Обратная засыпка (участок 2)	100 м³	44,35	0,35	1,94					
		<b>Фундамент и подземная часть</b>									
4-5	ФЕР06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки (участок 1)	100 м³	0,62	135	10,40	14	106	1,75	2	4
		Устройство бетонной подготовки (участок 2)	100 м³	0,26	135	4,46					
5-9	ФЕР06-01-001-08	Устройство монолитных фундаментов (участок 1)	100 м³	4,09	235	120,09	160	107	20	2	4
		Устройство монолитных фундаментов (участок 1)	100 м³	1,75	235	51,47					
9-11	ФЕР06-04-001-03	Устройство монолитных стен тех. подполья (участок 1)	100 м³	1,29	899	144,92	184	118	23	2	4
		Устройство монолитных стен тех. подполья (участок 1)	100 м³	0,64	899	72,45					

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
					Нормативные		Плановые				
			Ед. изм	Кол-во	На ед. V, чел.-ч.	На весь V, чел.-см.	На весь V, чел.-см.				
9-10	ФЕР08-01-003-07	Устройство гидроизоляции фундаментов и стен (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	11,10	21,2	29,42	40	107	5	2	4
		Устройство гидроизоляции фундаментов и стен (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	5,05	21,2	13,39					
		<b>Каркас здания</b>									
14-16	ТК	Устройство монолитных стен и перекрытия надземной части (участок 1)	-	-	-	720,62	600	120	25	2	10
14-41	ТК	Устройство монолитных стен и перекрытия надземной части (участок 2)	-	-	-	308,84	260	119	10	2	10
14-15	ТК	Возведение стального каркаса (участок 1)	-	-	-	219,84	204	108	17	2	6
14-42	ТК	Возведение стального каркаса (участок 1)	-	-	-	197,16	198	100	16,5	2	6
		<b>Перегородки и наружные ограждающие конструкции</b>									
18-23	ФЕР10-05-002-04	Устройство перегородок из ГКЛ (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	71,23	138	1228,72	1036	119	37	2	14
44-49	ФЕР10-05-002-04	Устройство перегородок из ГКЛ (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	26,74	138	461,22	444	104	37	2	6
18-23	ФЕР09-03-046-01	Монтаж стеклянных перегородок (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	33,39	298	1243,78	1064	117	38	2	14
44-49	ФЕР09-03-046-01	Монтаж стеклянных перегородок (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	12,54	298	466,94	456	102	38	2	6
16-19	ФЕР09-04-006-04	Монтаж сэндвич-панелей (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	20,90	152	397,08	336	118	12	2	14

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
					Нормативные		Плановые				
			Ед. изм	Кол-во	На ед. V, чел.-ч.	На весь V, чел.-см.	На весь V, чел.-см.				
42-45	<b>ФЕР09-04-006-04</b>	Монтаж сэндвич-панелей (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	15,11	152	287,00	288	100	12	2	12
16-18	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Монтаж витражного остекления (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	34,64	437,92	1896,42	1596	119	57	2	14
42-44	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Монтаж витражного остекления (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	16,31	437,92	892,98	798	112	57	2	7
16-17	<b>ФЕР09-03-022-03</b>	Монтаж фонарного остекления (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	2,87	435,68	156,57	144	109	9	2	8
42-43	<b>ФЕР09-03-022-03</b>	Монтаж фонарного остекления (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	0,96	435,68	52,19	48	109	6	2	4
18-21	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Установка наружных дверей (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	0,10	437,92	5,67	5	113	2,5	1	2
44-47	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Установка наружных дверей (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	0,07	437,92	3,78	3,5	108	1,75	1	2
34-35	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Установка внутренних дверей в стеклянные перегородки (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	4,70	437,92	257,09	238	108	17	1	14
60-61	<b>ФЕР09-04-009-04</b>	Установка внутренних дверей в стеклянные перегородки (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	2,01	437,92	110,18	102	108	17	1	6
34-35	<b>ФЕР10-01-039-03</b>	Установка внутренних дверей в перегородки из ГКЛ (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	2,62	115	37,66	36	105	6	1	6
60-61	<b>ФЕР10-01-039-03</b>	Установка внутренних дверей в перегородки из ГКЛ (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	1,12	115	16,14	15	108	6	1	3
34-35	<b>ФЕР09-04-012-01</b>	Установка металлических дверей (участок 1)	м <sup>2</sup>	66,15	2,4	19,85	18	110	3	1	6
60-61	<b>ФЕР09-04-012-01</b>	Установка металлических дверей (участок 2)	м <sup>2</sup>	34,65	2,4	10,40	9	116	3	1	3

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
					Нормативные		Плановые				
			Ед. изм	Кол-во	На ед. V, чел.-ч.	На весь V, чел.-см.	На весь V, чел.-см.				
		<b>Кровля</b>									
17-20	<b>ФЕР12-01-015-03</b>	Устройство пароизоляции (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	27,36	6,94	23,73	336	118	22	2	8
43-46	<b>ФЕР12-01-015-03</b>	Устройство пароизоляции (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	14,44	6,94	12,53					
17-20	<b>ФЕР12-01-013-03</b>	Устройство утеплителя (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	27,36	40,3	137,80					
43-46	<b>ФЕР12-01-013-03</b>	Устройство утеплителя (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	14,44	40,3	72,74					
17-20	<b>ФЕР12-01-006-01</b>	Устройство деформационных швов кровли (участок 1)	100 м	0,23	72,4	2,05					
43-46	<b>ФЕР12-01-006-01</b>	Устройство деформационных швов кровли (участок 2)	100 м	0,23	72,4	2,05					
17-20	<b>ФЕР12-01-017-01</b>	Устройство выравнивающих стяжек (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	27,36	59,3	202,77	176	120	22	2	4
43-46	<b>ФЕР12-01-017-01</b>	Устройство выравнивающих стяжек (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	14,44	59,3	107,03					
17-20	<b>ФЕР12-01-002-10</b>	Устройство рулонного материала (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	27,36	8,44	28,86					
43-46	<b>ФЕР12-01-002-10</b>	Устройство рулонного материала (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	14,44	8,44	15,23					
17-20	<b>ФЕР12-01-012-01</b>	Ограждение кровель перилами (участок 1)	100 м	1,30	5,9	0,96					
43-46	<b>ФЕР12-01-012-01</b>	Ограждение кровель перилами (участок 2)	100 м	2,95	5,9	2,17					

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
			Ед. изм	Кол-во	Нормативные		Плановые				
					На ед. V,	На весь V,	На весь V,				
		<b>Полы</b>									
11-14	<b>ФЕР11-01-014-03</b>	Устройство полов тех. подполья (участок 1)	100 м <sup>3</sup>	1,01	36	4,54	44	115	11	1	4
	<b>ФЕР11-01-014-03</b>	Устройство полов тех. подполья (участок 2)	100 м <sup>3</sup>	0,50	36	2,27					
	<b>ФЕР11-01-014-03</b>	Устройство полов 1-го этажа (участок 1)	100 м <sup>3</sup>	6,83	36	30,74					
	<b>ФЕР11-01-014-03</b>	Устройство полов 1-го этажа (участок 2)	100 м <sup>3</sup>	2,86	36	12,85					
27-28	<b>ФЕР11-01-011-03</b>	Устройство стяжки под полы (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	146,74	31,16	571,54	480	119	48	1	10
53-54	<b>ФЕР11-01-011-03</b>	Устройство стяжки под полы (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	62,89	31,16	244,95	240	102	48	1	5
25-26	<b>ФЕР11-01-004-01</b>	Устройство гидроизоляции полов (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	32,00	32	128,00	100	128	10	1	10
51-52	<b>ФЕР11-01-004-01</b>	Устройство гидроизоляции полов (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	13,71	32	54,86	50	110	10	1	5
23-25	<b>ФЕР11-01-009-01</b>	Устройство теплоизоляции полов (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	28,32	25,8	91,32	70	130	7	1	10
49-51	<b>ФЕР11-01-009-01</b>	Устройство теплоизоляции полов (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	12,14	25,8	39,14	35	112	7	1	5
25-27	<b>ФЕР11-01-009-01</b>	Устройство звукоизоляции полов (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	63,42	25,8	204,54	170	120	17	1	10
51-53	<b>ФЕР11-01-009-01</b>	Устройство звукоизоляции полов (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	27,18	25,8	87,66	85	103	17	1	5
39-40	<b>ФЕР11-01-034-01</b>	Устройство полов из паркетных досок (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	116,90	31,7	463,23	390	119	39	1	10

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
			Ед. изм	Кол-во	Нормативные		Плановые				
					На ед. V,	На весь V,	На весь V,				
65-66	<b>ФЕР11-01-034-01</b>	Устройство полов из паркетных досок (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	50,10	31,7	198,53	195	102	39	1	5
36-38	<b>ФЕР11-01-027-03</b>	Устройство полов из керамической плитки (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	29,84	106	395,35	330	120	33	1	10
62-64	<b>ФЕР11-01-027-03</b>	Устройство полов из керамической плитки (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	12,79	106	169,43	165	103	33	1	5
		<b>Отделка помещений</b>									
28-32	<b>ФЕР15-02-016-03</b>	Штукатурка стен (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	5,39	74	49,86	40	125	4	1	10
54-58	<b>ФЕР15-02-016-03</b>	Штукатурка стен (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	2,31	74	21,37	20	107	4	1	5
34-37	<b>ФЕР15-04-005-03</b>	Окраска по штукатурке стен (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	5,39	39	26,28	20	131	2	1	10
60-63	<b>ФЕР15-04-005-03</b>	Окраска по штукатурке стен (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	2,31	39	11,26	10	113	2	1	5
34-37	<b>ФЕР 15-04-005-05</b>	Окраска перегородок из ГКЛ (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	114,98	23,1	331,99	290	114	29	1	10
60-63	<b>ФЕР 15-04-005-05</b>	Окраска перегородок из ГКЛ (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	49,28	23,1	142,28	145	98	29	1	5
28-34	<b>ФЕР15-04-006-04</b>	Подготовка перегородок из ГКЛ - грунтовка (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	137,15	16,32	279,79	230	122	23	1	10
54-60	<b>ФЕР15-04-006-04</b>	Подготовка перегородок из ГКЛ - грунтовка (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	58,78	16,32	119,91	115	104	23	1	5
32-36	<b>ФЕР15-01-020-11</b>	Облицовка ГКЛ керамической плиткой (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	22,17	179,73	498,18	420	119	42	1	10
58-62	<b>ФЕР15-04-006-04</b>	Облицовка ГКЛ керамической плиткой (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	9,50	179,73	213,51	210	102	42	1	5

Продолжение приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
			Ед. изм	Кол-во	Нормативные		Плановые				
					На ед. V,	На весь V,	На весь V,				
37-39	<b>ФЕР15-01-047-15</b>	Устройство подвесных потолков (участок 1)	100 м <sup>2</sup>	146,74	102,46	1879,35	1590	118	53	1	30
63-65	<b>ФЕР15-01-047-15</b>	Устройство подвесных потолков (участок 2)	100 м <sup>2</sup>	62,89	102,46	805,43	800	101	53	1	15
		<b>Итого (участок 1)</b>				11910,43					
		<b>Итого (участок 2)</b>				5314,89					
18-22	<b>3%</b>	Устройство системы отопления (участок 1)				357,31	300	119	15	1	20
44-48	<b>3%</b>	Устройство системы отопления (участок 2)				159,45	150	106	15	1	10
23-29	<b>5%</b>	Устройство систем вентиляции и кондиционирования (участок 1) - этап 1				595,52	500	119	50	1	10
49-55	<b>5%</b>	Устройство систем вентиляции и кондиционирования (участок 2) - этап 1				265,74	250	106	50	1	5
29-40	<b>2%</b>	Устройство систем вентиляции и кондиционирования (участок 1) - этап 2				238,21	200	119	50	1	4
55-66	<b>2%</b>	Устройство систем вентиляции и кондиционирования (участок 2) - этап 2				106,30	100	106	50	1	2
22-33	<b>5%</b>	Внутренние санитарно-технические работы (участок 1) - этап 1				595,52	500	119	50	1	10
48-59	<b>5%</b>	Внутренние санитарно-технические работы (участок 2) - этап 1				265,74	250	106	50	1	5



Окончание приложения В.1

Шифр работ	Обоснование, нормативный источник	Наименование работ	Объём работ		Трудозатраты			Процент выполнения	Продолжительность в днях	Кол-во смен	Кол-во работающих в смену
			Ед. изм	Кол-во	Нормативные		Плановые				
					На ед. V,	На весь V,	На весь V,				
33-40	2%	Внутренние санитарно-технические работы (участок 1) - этап 2				238,21	200	119	50	1	4
59-66	2%	Внутренние санитарно-технические работы (участок 2) - этап 2				106,30	100	106	50	1	2
23-31	5%	Внутренние электротехнические работы (участок 1) - этап 1				595,52	500	119	50	1	10
49-57	5%	Внутренние электротехнические работы (участок 2) - этап 1				265,74	250	106	50	1	5
31-40	3%	Внутренние электротехнические работы (участок 1) - этап 2				357,31	300	119	50	1	6
57-66	3%	Внутренние электротехнические работы (участок 2) - этап 2				159,45	150	106	50	1	3
23-30	2%	Внутренние слаботочные работы (участок 1) - этап 1				238,21	210	113	35	1	6
49-56	2%	Внутренние слаботочные работы (участок 2) - этап 1				106,30	105	101	35	1	3
30-40	3%	Внутренние слаботочные работы (участок 1) - этап 2				357,31	300	119	50	1	6
56-66	3%	Внутренние слаботочные работы (участок 2) - этап 2				159,45	150	106	50	1	3
4-6	2%	Наружный водопровод и канализация				344,51	300	115	15	1	20
4-9	2%	Наружное теплоснабжение				344,51	300	115	15	1	20
4-7	1%	Наружные слаботочные сети				172,25	150	115	15	1	10
4-8	2%	Наружные электрические сети				344,51	300	115	15	1	20
40-67	7%	Благоустройство и озеленение территории				1205,77	1020	118	51	1	20
67-68		Сдача объекта							10		

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г**

### **Локальный сметный расчет**

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_

Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

*(наименование стройки)*

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 1**

*(локальная смета)*

на \_\_\_\_\_ возведение металлического каркаса здания

*(наименование работ и затрат, наименование объекта)*

Основание: Ведомость объемов работ

Сметная стоимость строительных работ \_\_\_\_\_ 107002215,36 руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ 2673102,46 руб.

Сметная трудоемкость \_\_\_\_\_ 35678,29 чел.-час

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 2 кв. 2020 г.

Продолжение приложения Г

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед., чел-час	Т/з осн. раб. всего., чел-час		
					Всего	В том числе				Всего	В том числе					
						Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех	Материалы		Осн.З/п	Эк.Маш			З/пМех	Материалы
1	<b>ФЕР09-03-001-02</b>	Монтаж опорных плит с обработанной поверхностью массой: до 0,5 т	т	9,88	1570,96	220,88	1019,84	113,60	330,24	15521,08	2182,29	10076,02	1122,37	3262,77	22,96	226,84
2	<b>ФССЦ07.2.03.06-0071</b>	Опорные плиты колонн, поверхность подвержена механической обработке	т	9,88	6435,00				6435,00	63577,80				63577,80		
3	<b>ФЕР09-03-002-01</b>	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т	22,13	384,38	85,83	257,59	28,96	40,96	8506,33	1899,42	5700,47	640,88	906,44	9,35	206,92
4	<b>ФССЦ07.2.07.12-0012</b>	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т	т	22,13	10508,00				10508,00	232542,04				232542,04		
6	<b>ФЕР09-03-002-02</b>	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой: до 25 м цельного сечения массой до 3,0 т	т	90,47	275,08	59,12	158,24	18,19	57,72	24886,49	5348,59	14315,97	1645,65	5221,93	6,44	582,63
7	<b>ФССЦ07.2.07.12-0014</b>	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 1 до 3 т	т	90,47	9364,80				9364,80	847233,46				847233,46		
8	<b>ФЕР09-03-002-12</b>	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания: до 25 м	т	486,68	733,29	159,28	467,67	42,84	106,34	356877,58	77518,39	227605,64	20849,37	51753,55	15,60	7592,21

Продолжение приложения Г

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед., чел-час	Т/з осн. раб. всего., чел-час		
					Всего	В том числе			Всего	В том числе						
						Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех		Материалы	Осн.З/п	Эк.Маш			З/пМех	Материалы
10	<b>ФССЦ07.2.07.12-0021</b>	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1 т	т	486,68	7008,50				7008,50	3410896,78				3410896,78		
13	<b>ФЕР09-03-014-01</b>	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов: до 24 м при высоте здания до 25 м	т	19,96	1051,47	345,67	473,47	53,96	232,33	20987,34	6899,57	9450,46	1077,04	4637,31	39,55	789,42
15	<b>ФССЦ07.2.07.12-0013</b>	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1 т	т	19,96	9869,85				9869,85	197002,21				197002,21		
	<b>ФЕР09-05-003-01</b>	Постановка болтов: строительных с гайками и шайбами	100 шт	23,85	109,77	107,93	1,84	0,32		2618,01	2574,13	43,88	7,63	0,00	11,90	283,82
	<b>ФССЦ01.7.15.03-0036</b>	Болты с гайками и шайбами оцинкованные, диаметр 24 мм	кг	481,82	24,79				24,79	11944,32				11944,32		
	<b>ФЕР46-05-008-01</b>	Установка, снятие временных опорных стоек для обеспечения устойчивости: ферм	т	28,43	1331,01	348,36	213,79	8,82	768,86	37840,61	9903,87	6078,05	250,75	21858,69	37,06	1053,62
	<b>ФССЦ07.2.07.11-0004</b>	Опоры стальные	т	28,43	9600,00				9600,00	272928,00				272928,00		

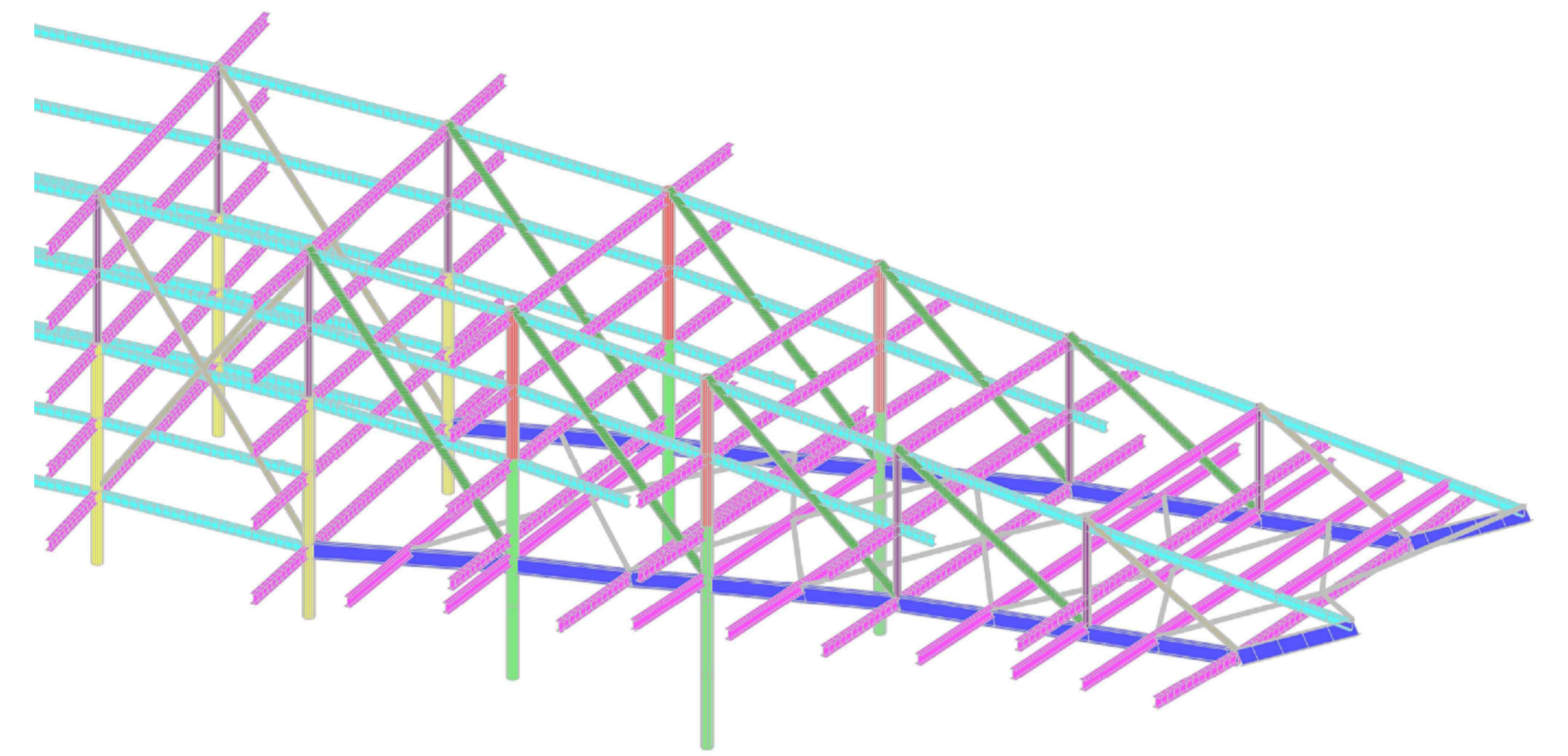
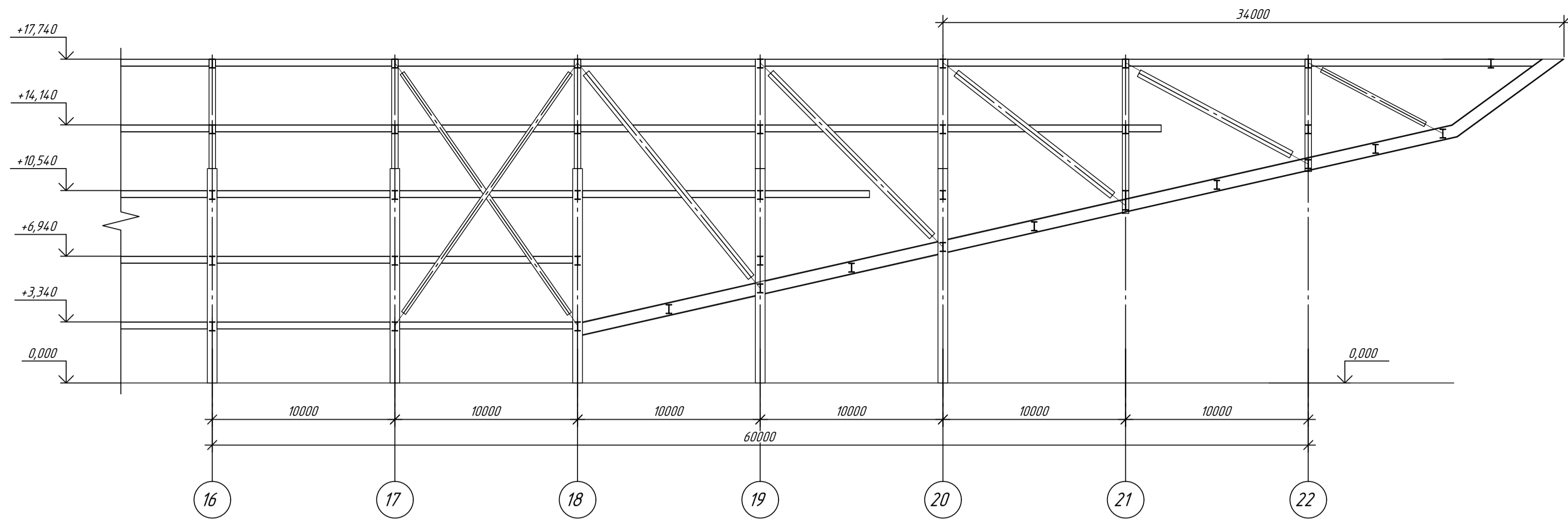
Продолжение приложения Г

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед., чел-час	Т/з осн. раб. всего., чел-час		
					Всего	В том числе				Всего	В том числе					
						Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех	Материалы		Осн.З/п	Эк.Маш			З/пМех	Материалы
	<b>ФЕР06-06-002-08</b>	Устройство железобетонных стен и перегородок высотой: до 6 м, толщиной 200 мм	100 м3	3,08	40707,10	12585,60	11494,77	1407,37	16626,73	125394,15	38768,68	35408,49	4335,26	51216,98	1440,00	4435,78
	<b>ФССЦ08.4.03.03-0004</b>	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 12 мм	т	43,99	5584,58				5584,58	245655,13				245655,13		
	<b>ФССЦ08.4.03.02-0002</b>	Сталь арматурная, горячекатанная, гладкая, класс А-I, диаметр 8 мм	т	18,85	6780,00				6780,00	127816,89				127816,89		
	<b>ФССЦ04.1.02.05-0009</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В25 (М350)	м3	312,66	725,69				725,69	226894,67				226894,67		
	<b>ФЕР06-08-001-12</b>	Устройство перекрытий по стальным балкам и монолитных участков при сборном железобетонном перекрытии площадью: более 5 м2 приведенной толщиной до 200 мм	100 м3	31,89	17849,52	5555,52	4233,79	549,30	8060,21	569271,17	177181,09	135027,42	17518,72	257062,67	643,00	20507,07
	<b>ФССЦ08.4.03.03-0003</b>	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 10 мм	т	52,05	5802,77				5802,77	302028,66				302028,66		
	<b>ФССЦ08.4.03.03-0009</b>	Горячекатанная арматурная сталь класса А500 С, диаметром: 25 мм	т	121,45	5488,69				5488,69	666589,23				666589,23		
	<b>ФССЦ04.1.02.05-0009</b>	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), класс В25 (М350)	м3	3237,12	725,69				725,69	2349145,03				2349145,03		

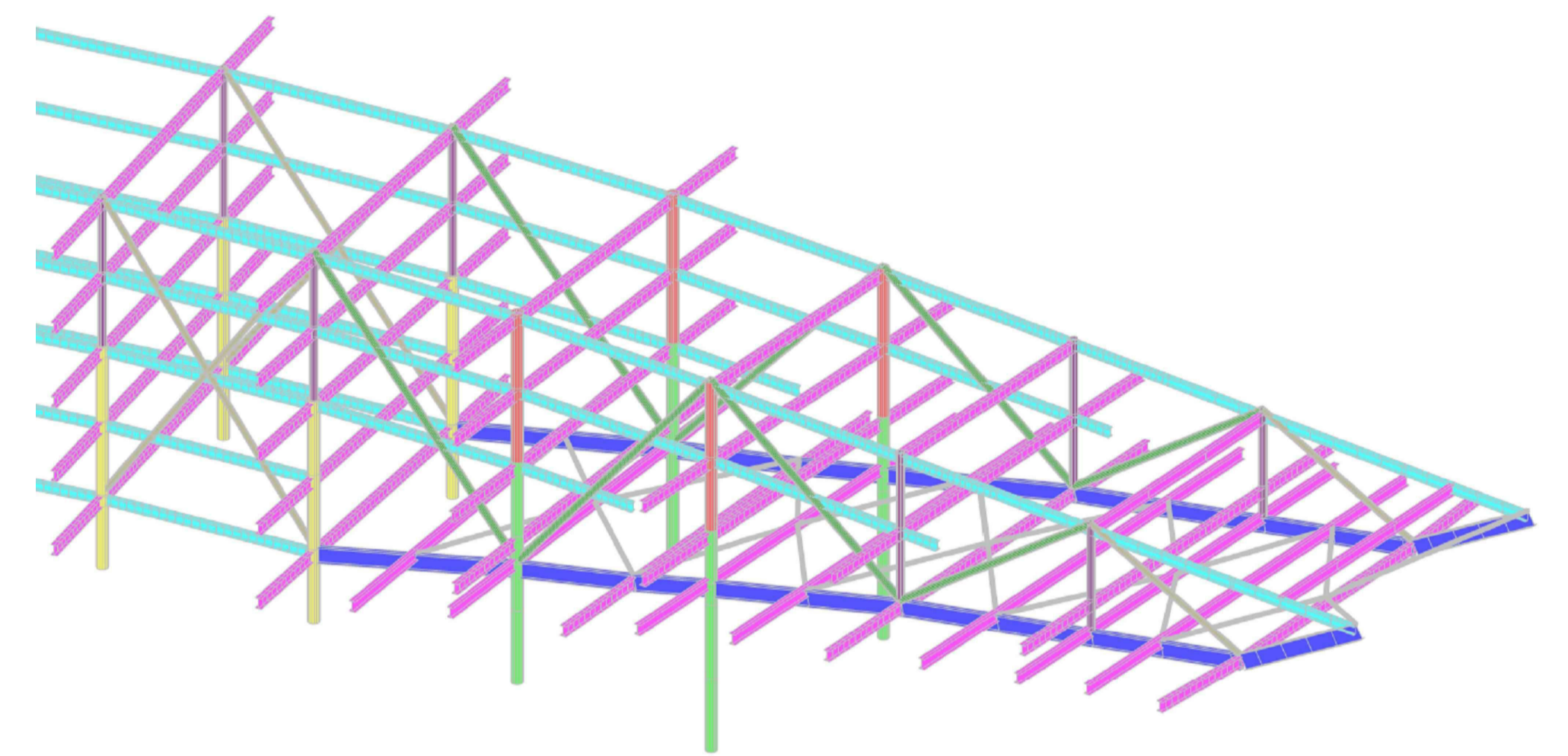
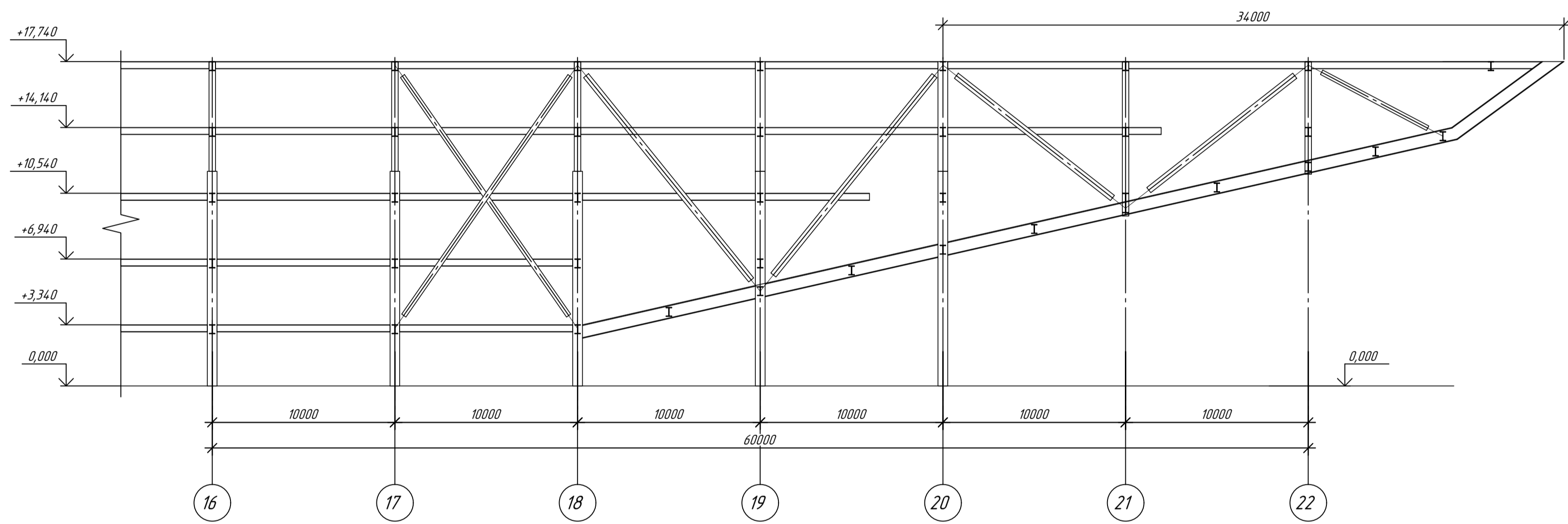
Продолжение приложения Г

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол- во	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб.на ед., чел-час	Т/з осн. раб. всего., чел-час	
					Всего	В том числе			Всего	В том числе					
						Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех		Материалы	Осн.З/п	Эк.Маш			З/пМех
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ:</b>															
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.									10116156,98	322276,04	443706,40	47447,68	9350174,55		35678,29
Накладные расходы									414090,56						
Сметная прибыль									240320,41						
<b>Итого по состоянию на II квартал 2020г. (индекс 7,32)</b>									78840557,45						
Лимитированные затраты															
Затраты на временные здания и сооружения (1,8%)									1419130,03						
<b>Итого с затратами на временные здания и сооружения</b>									80259687,49						
Затраты, связанные с производством работ в зимнее время (зимнее удорожание 1%)									802596,87						
<b>Итого с затратами, связанными с производством работ в зимнее время</b>									81062284,36						
Непредвиденные затраты (10%)									8106228,44						
<b>Итого с непредвиденными затратами</b>									89168512,80						
НДС 20%									17833702,56						
<b>ВСЕГО по смете</b>									107 002 215,36						

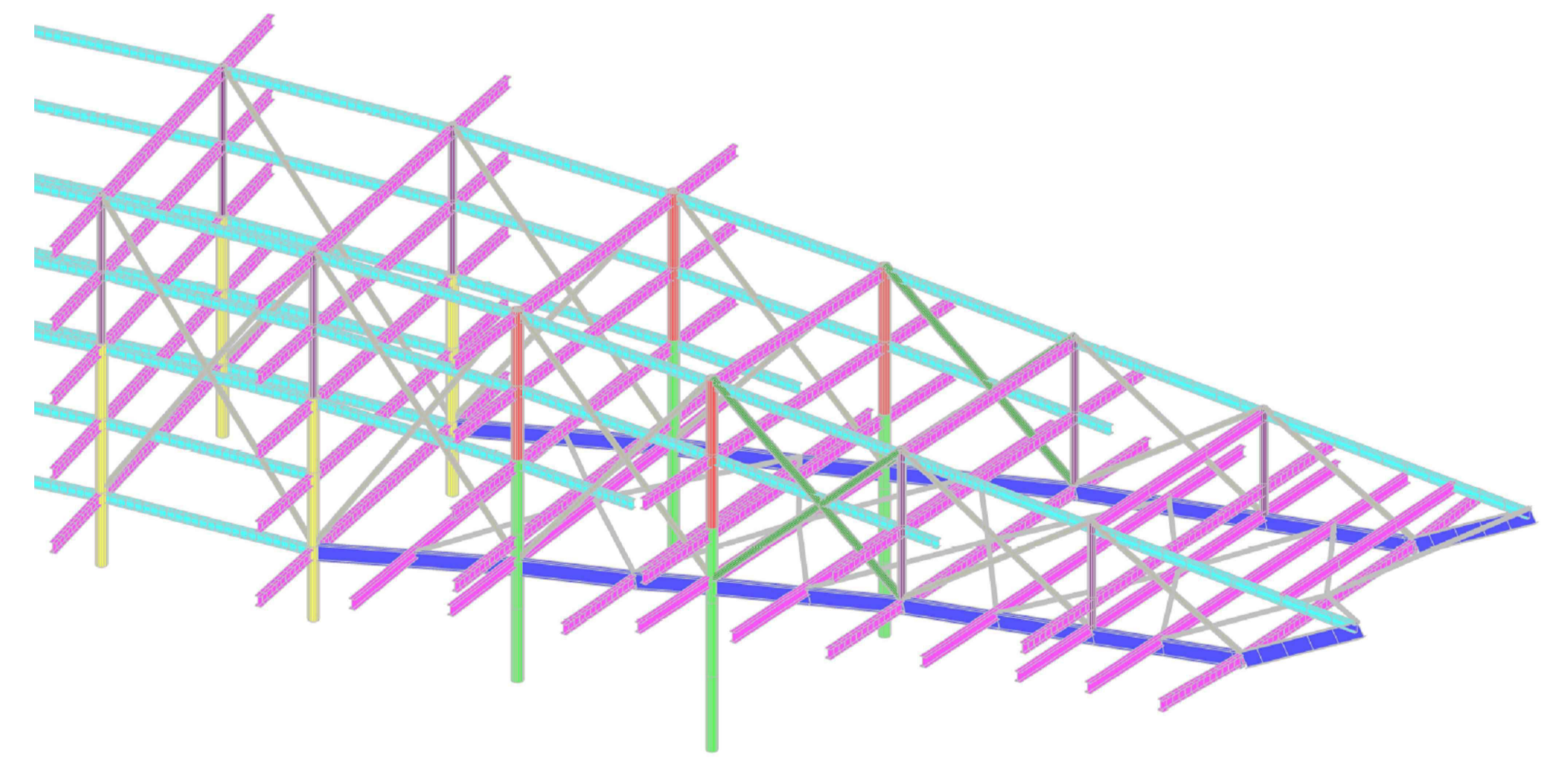
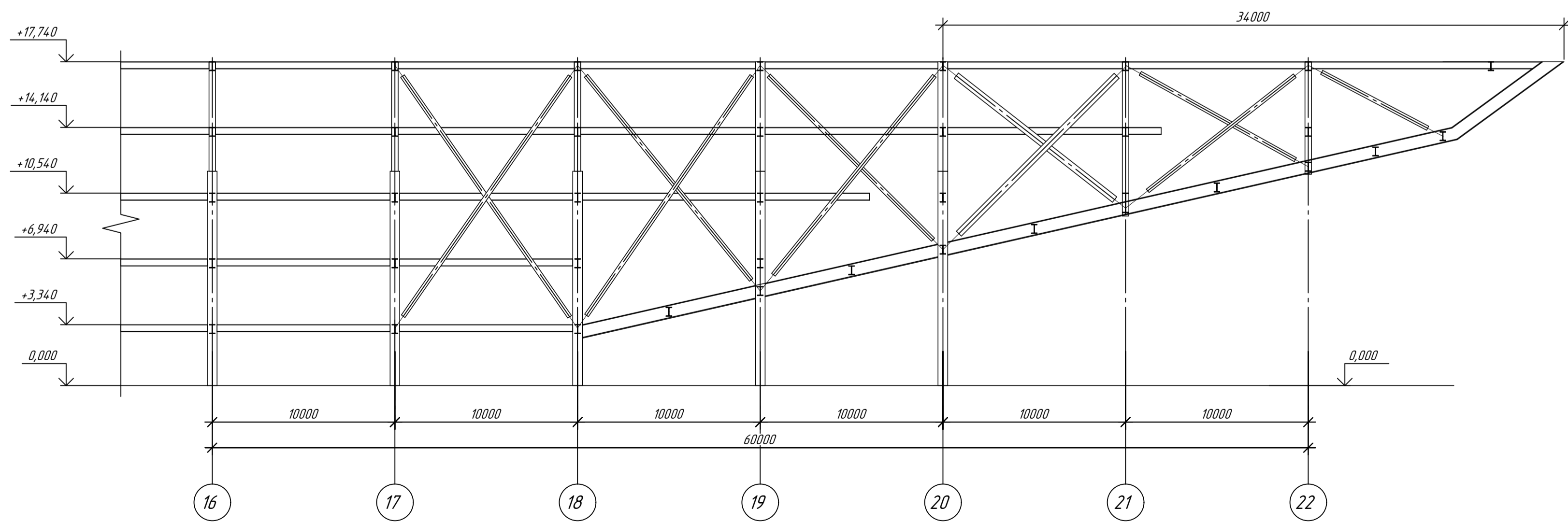
Система связей в консольной части здания. Вариант 1



Система связей в консольной части здания. Вариант 2



Система связей в консольной части здания. Вариант 3



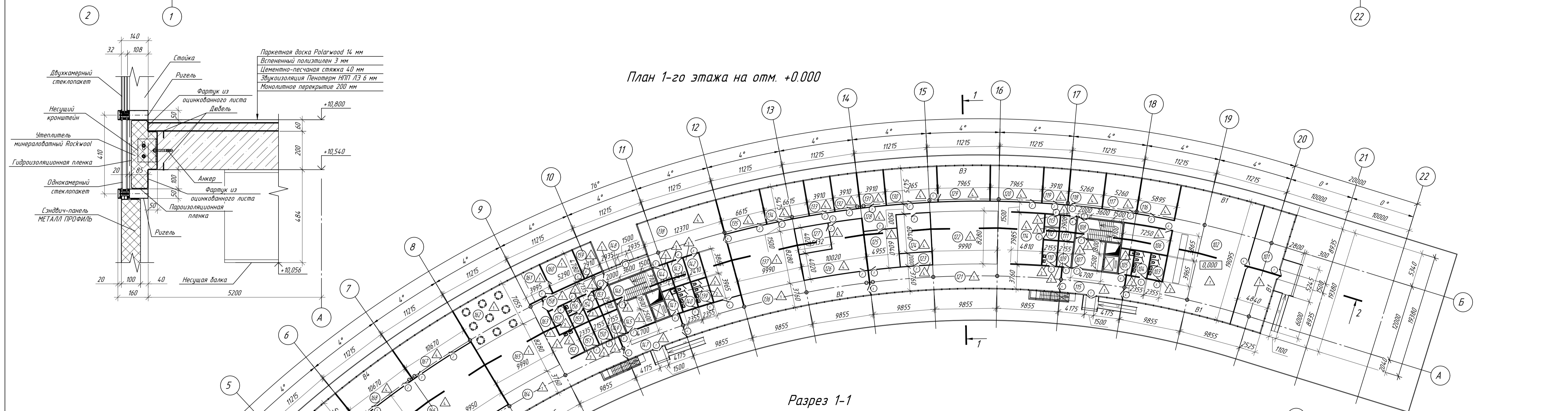
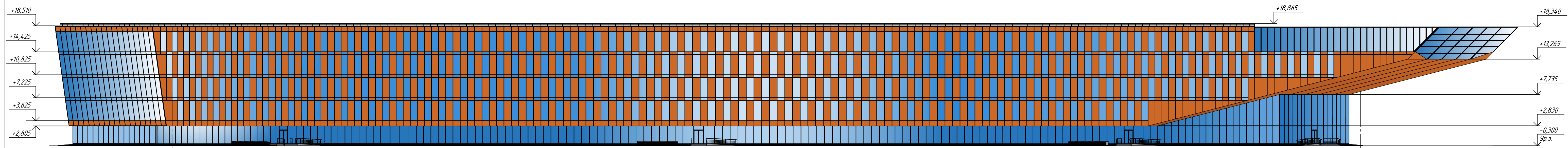
Технико-экономические показатели вариантов

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя		
			Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
1	Максимальный прогиб консоли	мм	218,67	214,75	197,93
2	Расход стали на металлический каркас	т	649,25	650,84	651,83

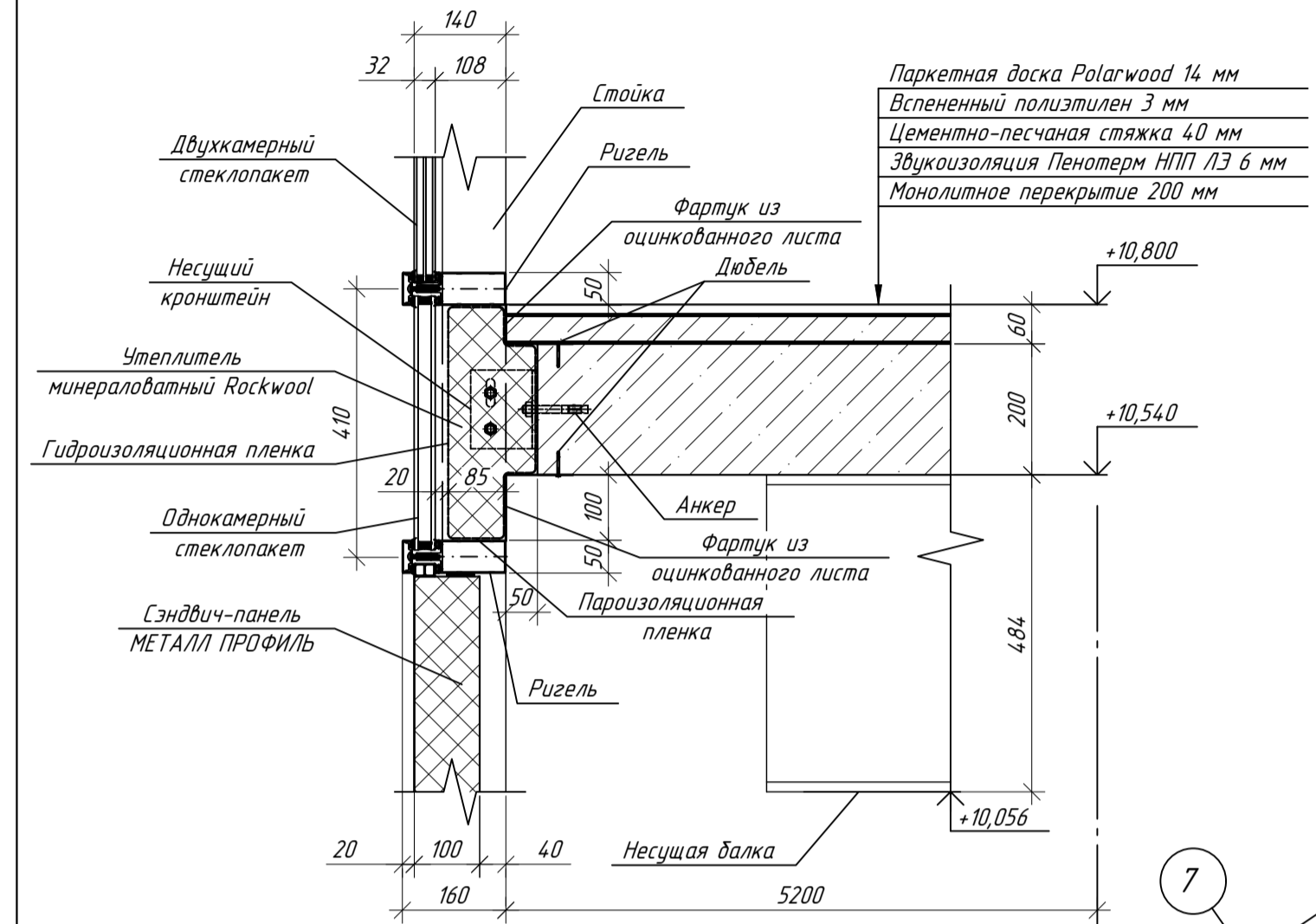
ДП-08.05.01-2020 ВП					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Махнева А.Н.				
Консультант	Тарасов А.В.				
Руководитель			Тарасов А.В.		
Н.контроль			Тарасов А.В.		
Зав.кафедрой			Дерюбин С.В.		
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону				Стадия	Лист
				П	1
Вариантное проектирование				СКУС	

Согласовано  
 Подп. и дата  
 № подл.

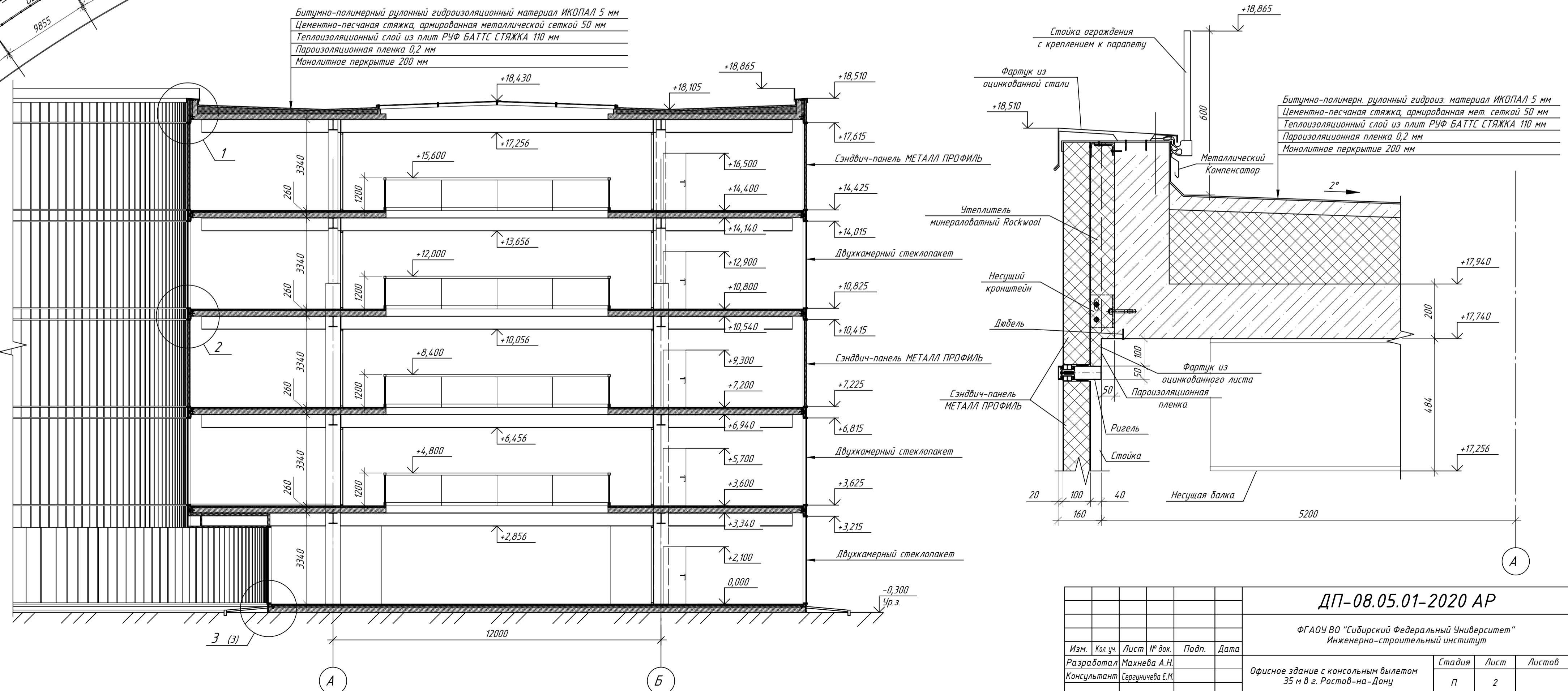




План 1-го этажа на отм. +0.000



Разрез 1-1



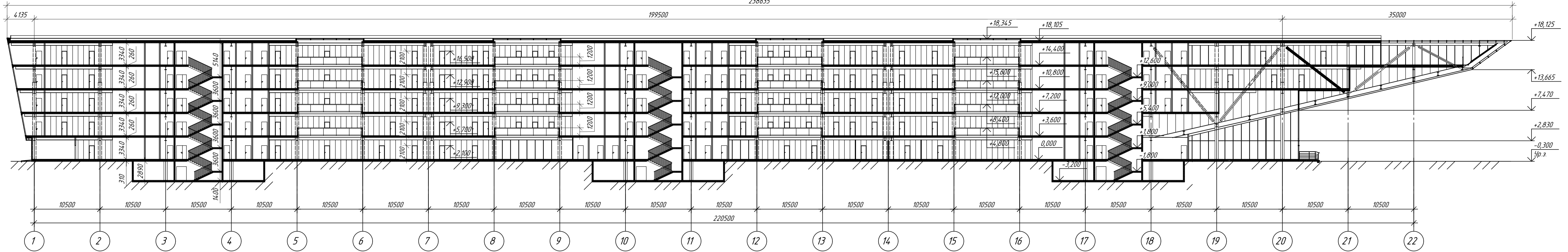
Условные обозначения

- Стены из монолитного железобетона толщиной 200 мм
- Перегородки толщиной 150 мм из ГКЛ с двухслойной обшивкой на металлическом каркасе
- Стеклопакеты NAYADA-Standard на алюминиевой профиле толщиной 80 мм
- Номер помещения по экспликациям
- Марка двери
- Тип пола

ДП-08.05.01-2020 AP

ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Махнева А.Н.					Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону	П	2
Консультант	Сердючева Е.М.							
Руководитель	Тарасов А.В.					План 1-го этажа. Экспликация помещений. Разрез 1-1. Спецификация элементов заполнения оконных проемов		
Н. контроль	Тарасов А.В.							
Зав. кафедрой	Дворидьев С.В.							



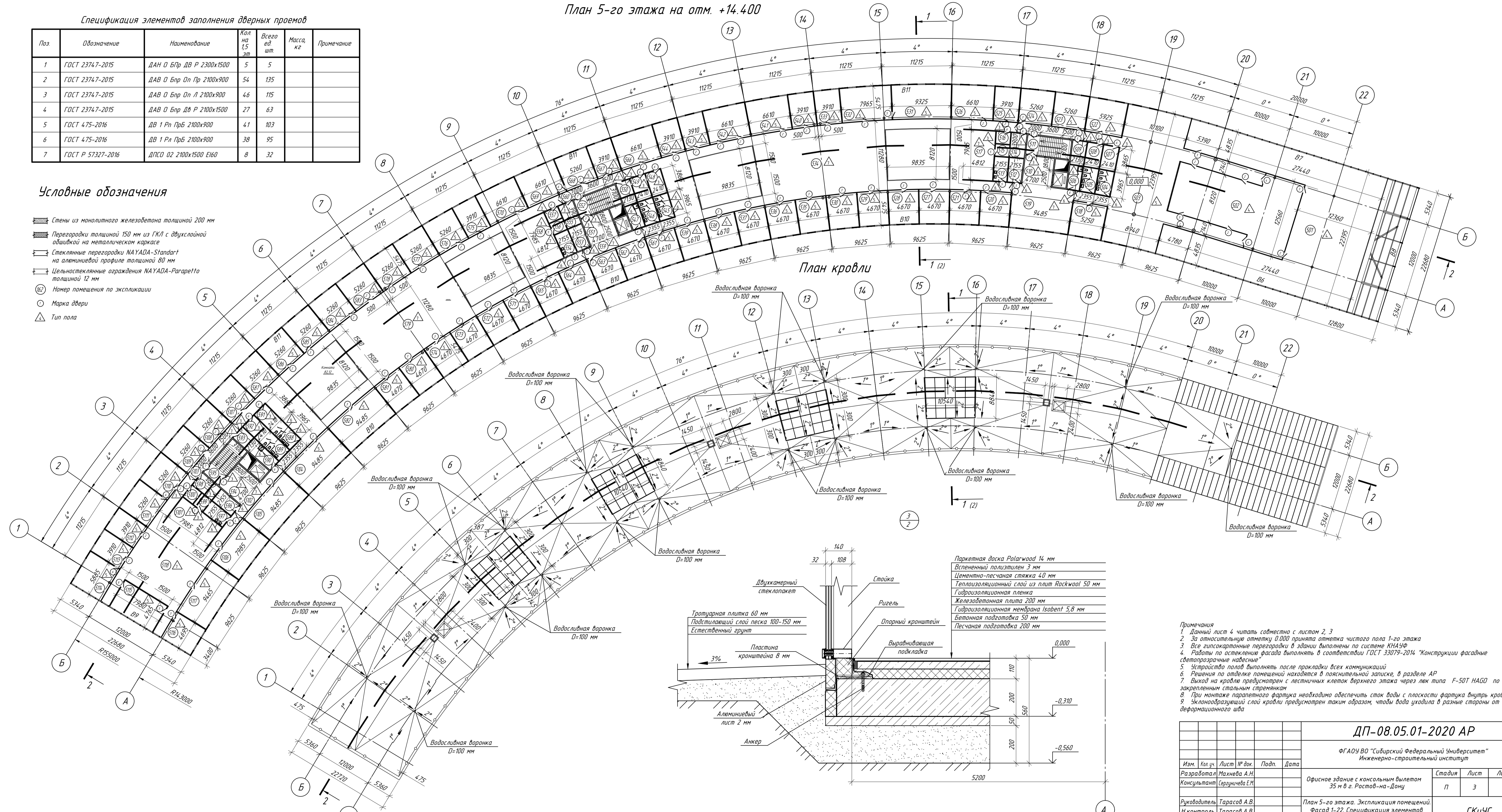
План 5-го этажа на отм. +14.400

Спецификация элементов заполнения дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол на 1,5 эт	Всего ед шт	Масса, кг	Примечание
1	ГОСТ 23747-2015	ДАН О БПр ДВ Р 2300x1500	5	5		
2	ГОСТ 23747-2015	ДАВ О Бпр Оп Пр 2100x900	54	135		
3	ГОСТ 23747-2015	ДАВ О Бпр Оп Л 2100x900	46	115		
4	ГОСТ 23747-2015	ДАВ О Бпр ДВ Р 2100x1500	27	63		
5	ГОСТ 475-2016	ДВ 1 Рп Прб 2100x900	41	103		
6	ГОСТ 475-2016	ДВ 1 Рл Прб 2100x900	38	95		
7	ГОСТ Р 57327-2016	ДПСО О2 2100x1500 Е160	8	32		

Условные обозначения

- Стены из монолитного железобетона толщиной 200 мм
- Перегородки толщиной 150 мм из ГКЛ с двухслойной обшивкой на металлическом каркасе
- Стеклоперегородки NAYADA-Standard на алюминиевой раме толщиной 80 мм
- Цельностеклянные ограждения NAYADA-Parafelto толщиной 12 мм
- Номер помещения по экспликации
- Марка двери
- Тип пола

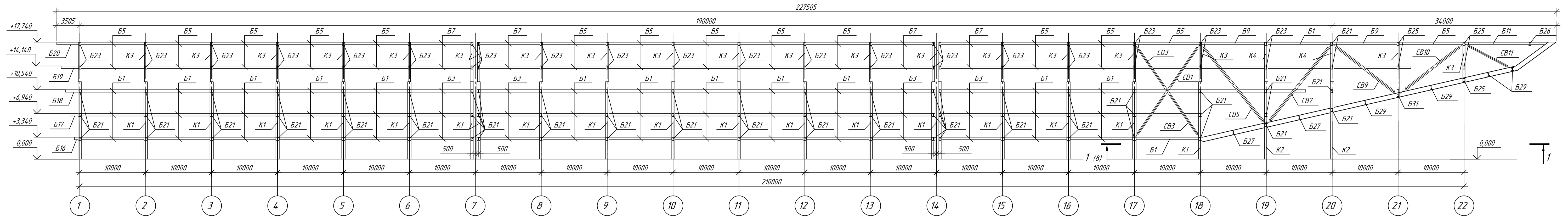


План кровли

- Примечания
- Данный лист 4 читать совместно с листом 2, 3
  - За относительную отметку 0,000 принята отметка чистого пола 1-го этажа
  - Все гипсокартонные перегородки в здании выполнены по системе КНАУФ
  - Работы по остеклению фасада выполнять в соответствии ГОСТ 33079-2014 "Конструкции фасадные светопрозрачные навесные"
  - Устройство полов выполнять после прокладки всех коммуникаций
  - Рабочая по отделке помещений находится в проектной записке в разделе АР
  - Выход на кровлю предусмотрен с лестничных клеток верхнего этажа через люк типа F-50T HAGO по закрепленным стальным стремням
  - При монтаже параллельного фартука необходимо обеспечить сток воды с плоскости фартука внутрь кровли
  - Уклонообразующий слой кровли предусмотрен таким образом, чтобы вода уходила в разные стороны от деформационного шва

<b>ДП-08.05.01-2020 АР</b>			
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.
Разработал	Махнева А.Н.		
Консультант	Сергученко Е.М.		
Руководитель	Тарасов А.В.	Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону	Стадия
Н. контроль	Тарасов А.В.	План 5-го этажа. Экспликация помещений, Фасад 1-22. Спецификация элементов заполнения дверных проемов	Лист
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.		Листов
			п 3
			<b>СКУС</b>

Рама каркаса в осях 1-22 (ось А)



Рама каркаса в осях 1-22 (ось Б)

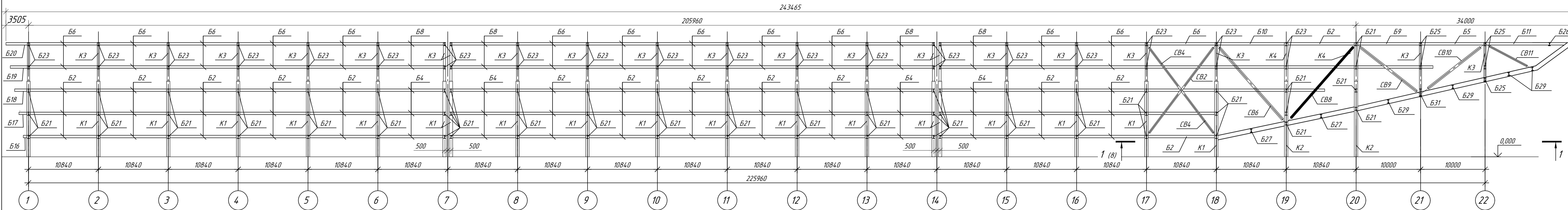
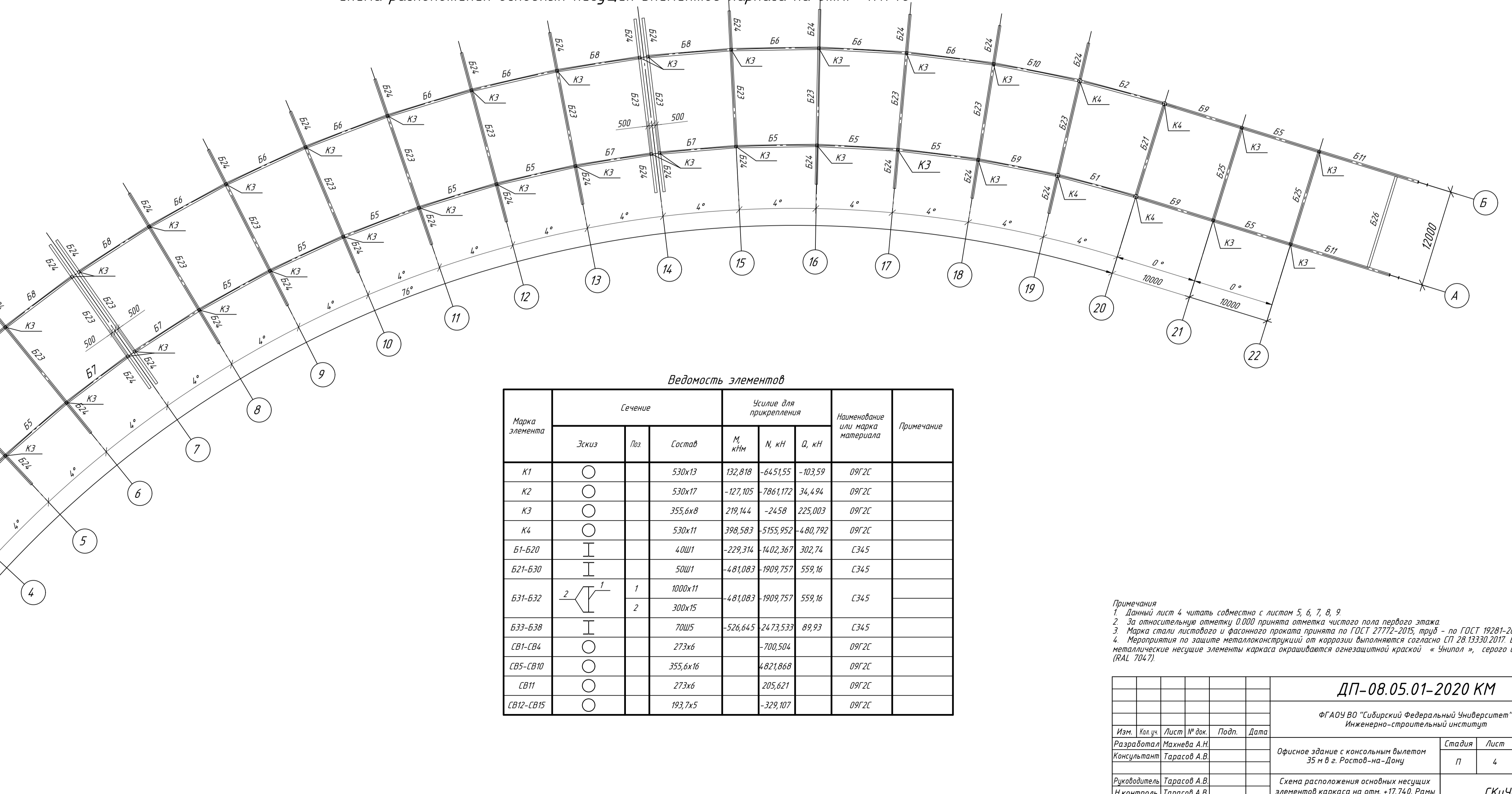
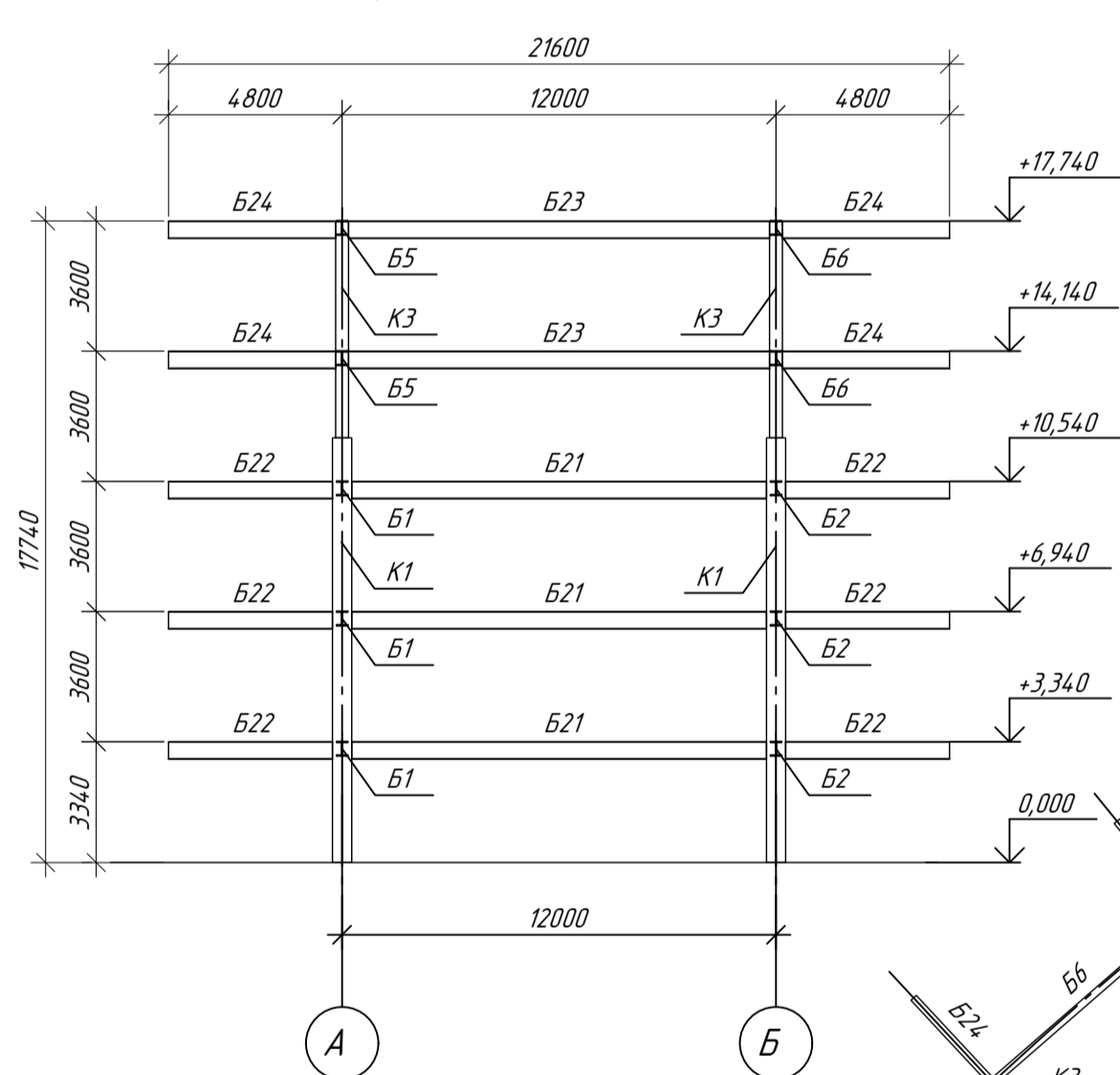


Схема расположения основных несущих элементов каркаса на отм. +17.740

Рама каркаса в осях А-Б (ось 2)



Ведомость элементов

Марка элемента	Сечение		Усилие для прикрепления			Наименование или марка материала	Примечание
	Эскиз	Поз	Состав	М, кНм	N, кН		
K1			530x13	132,818	-645,55	-103,59	09Г2С
K2			530x17	-127,105	-786,172	34,494	09Г2С
K3			355,6x8	219,144	-24,58	225,003	09Г2С
K4			530x11	398,583	-5155,952	480,792	09Г2С
B1-B20			40Ш1	-229,314	1402,367	302,74	С345
B21-B30			50Ш1	-481,083	1909,757	559,16	С345
B31-B32		1	1000x11	481,083	1909,757	559,16	С345
B33-B38		2	300x15				
B33-B38			70Ш5	-526,645	2473,533	89,93	С345
CB1-CB4			273x6		-700,504		09Г2С
CB5-CB10			355,6x16		4821,868		09Г2С
CB11			273x6		205,621		09Г2С
CB12-CB15			193,7x5		-329,107		09Г2С

- Примечания  
 1. Данный лист 4 читать совместно с листом 5, 6, 7, 8, 9  
 2. За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа  
 3. Марка стали листового и фасонного проката принята по ГОСТ 27772-2015, труб - по ГОСТ 19281-2014.  
 4. Мероприятия по защите металлоконструкций от коррозии выполняются согласно СП 28.13330.2017. Все металлические несущие элементы каркаса окрашиваются огнезащитной краской «Унипол», серого цвета (RAL 7047).

**ДП-08.05.01-2020 КМ**

ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный Университет»  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону	Стадия	Лист	Листов

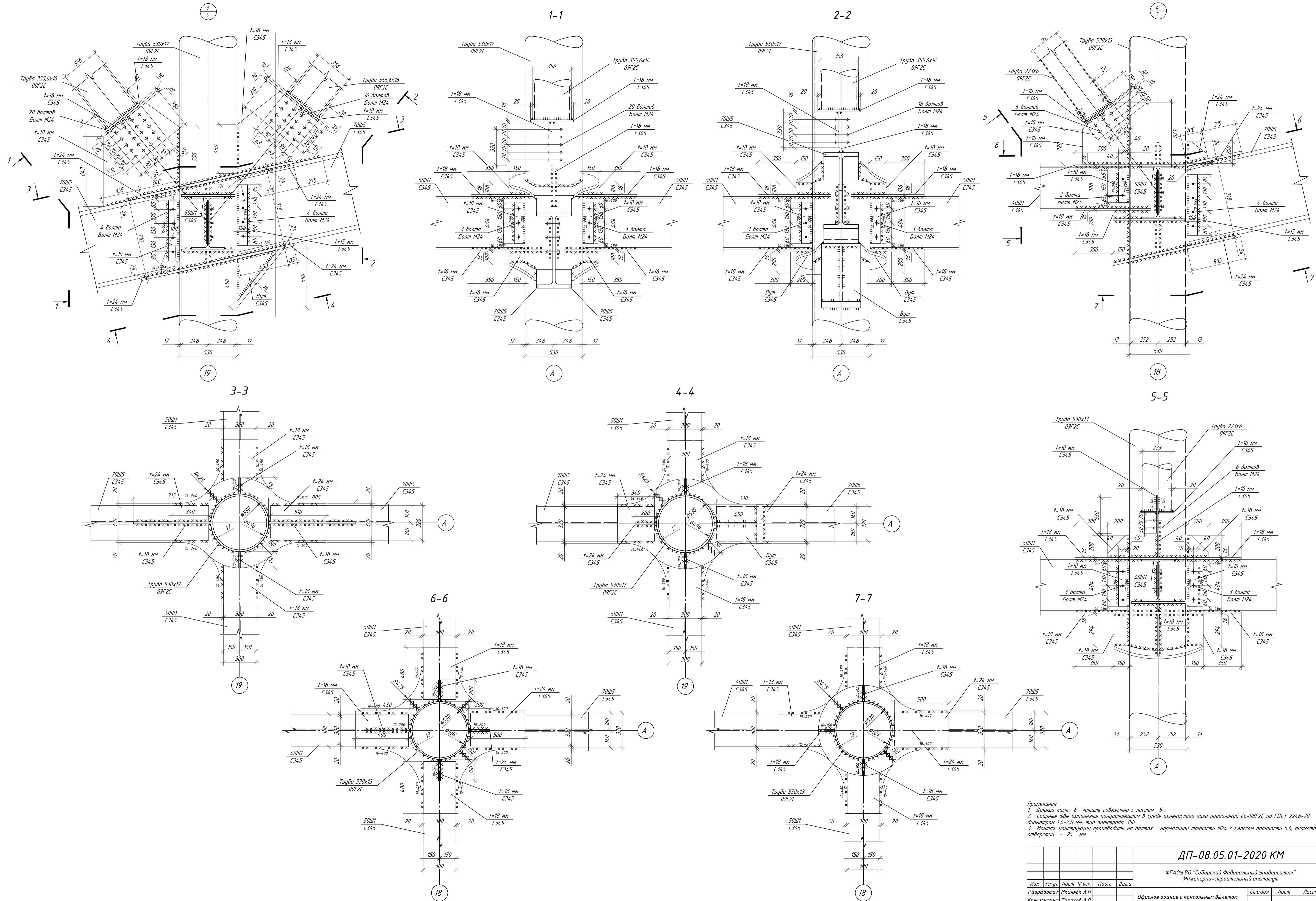
Руководитель: Тарасов А.В.  
 Н.контроль: Тарасов А.В.  
 Зав.кафедрой: Деоридиев С.В.

**СКУС**

Копировал

Согласовано  
 Подп. и дата  
 Вид. № подл.





Примечания  
 1. Данный лист читать совместно с листом 5.  
 2. Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде инертного газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 диаметром 1,4-2,0 мм, тип электрода 350.  
 3. Монтаж конструкций производить на болтах нормальной точности М24 с классом прочности 5,6, диаметр отверстий - 25 мм.

Изм.				Лист				Дата			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону			Стадия	Лист	Листов
Разработал	Махнева А.Н.								П	6	
Консультант	Тарасов А.В.										
Руководитель	Тарасов А.В.										
Н.контроль	Тарасов А.В.										
Зав.кафедрой	Дворниев С.В.										

ДП-08.05.01-2020 КМ

ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет"  
 Инженерно-строительный институт

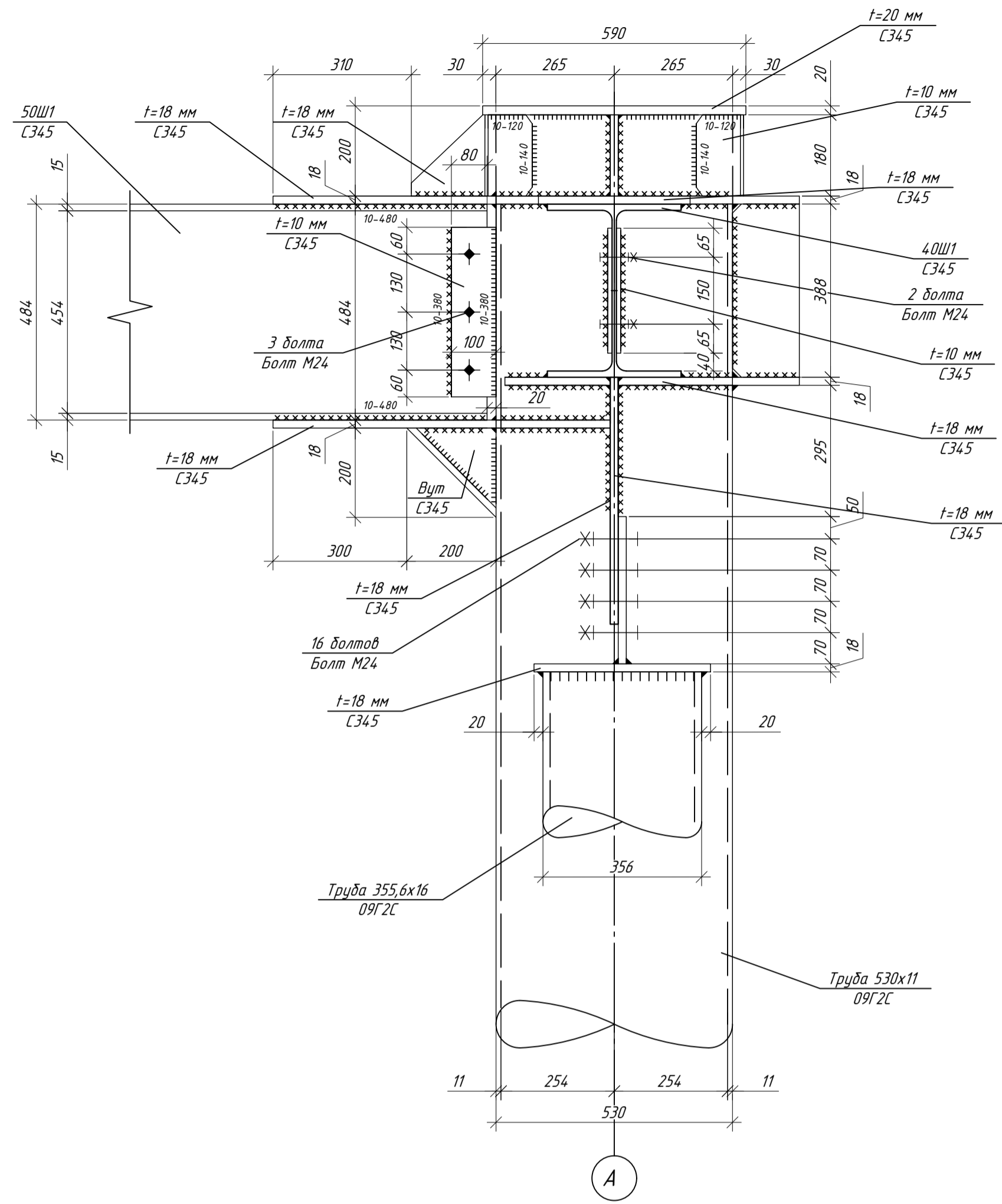
Узел 3,4

СКУС

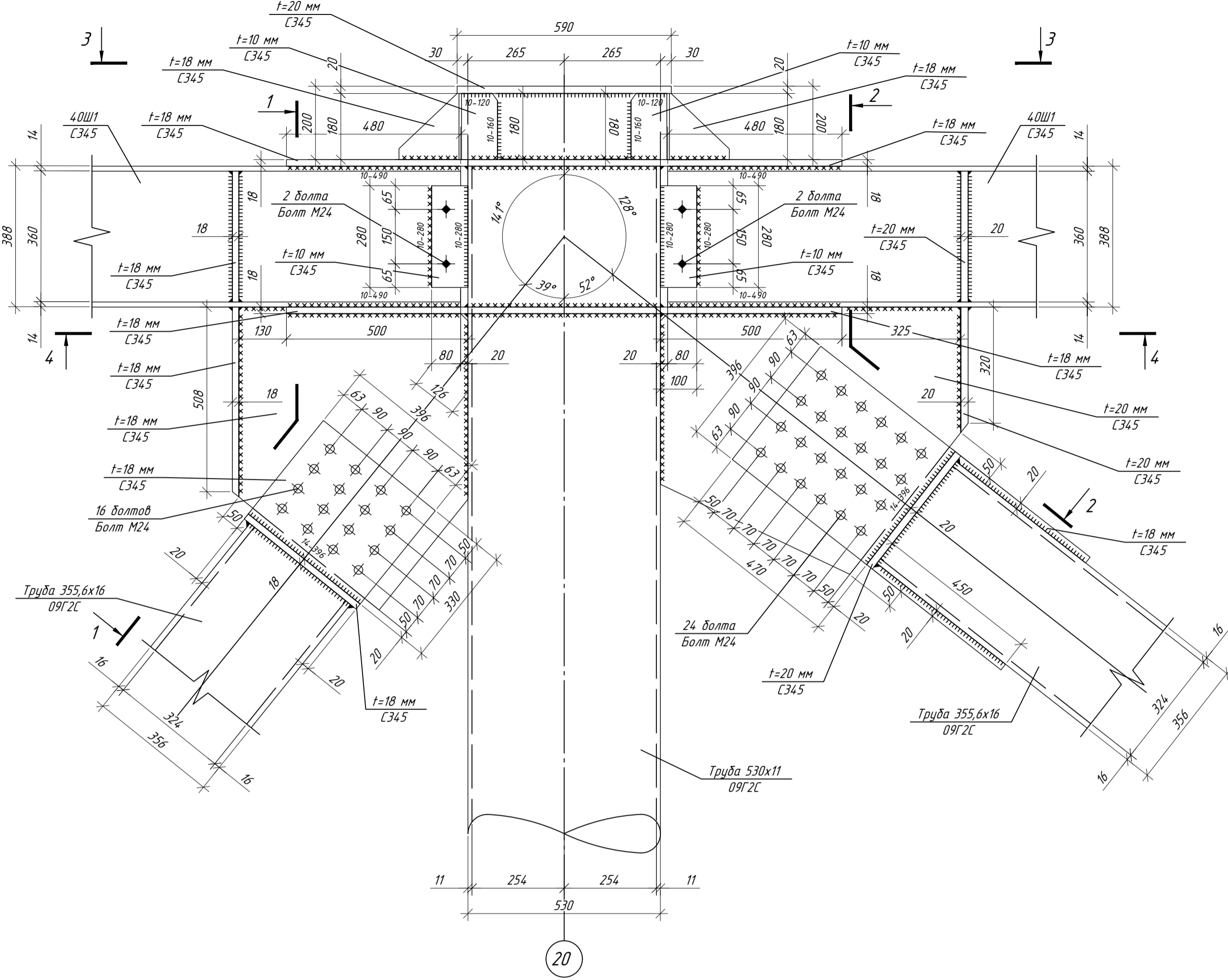
Копировано А1

Согласовано	
Имя, № подл.	
Подп. и дата	
Место подл.	

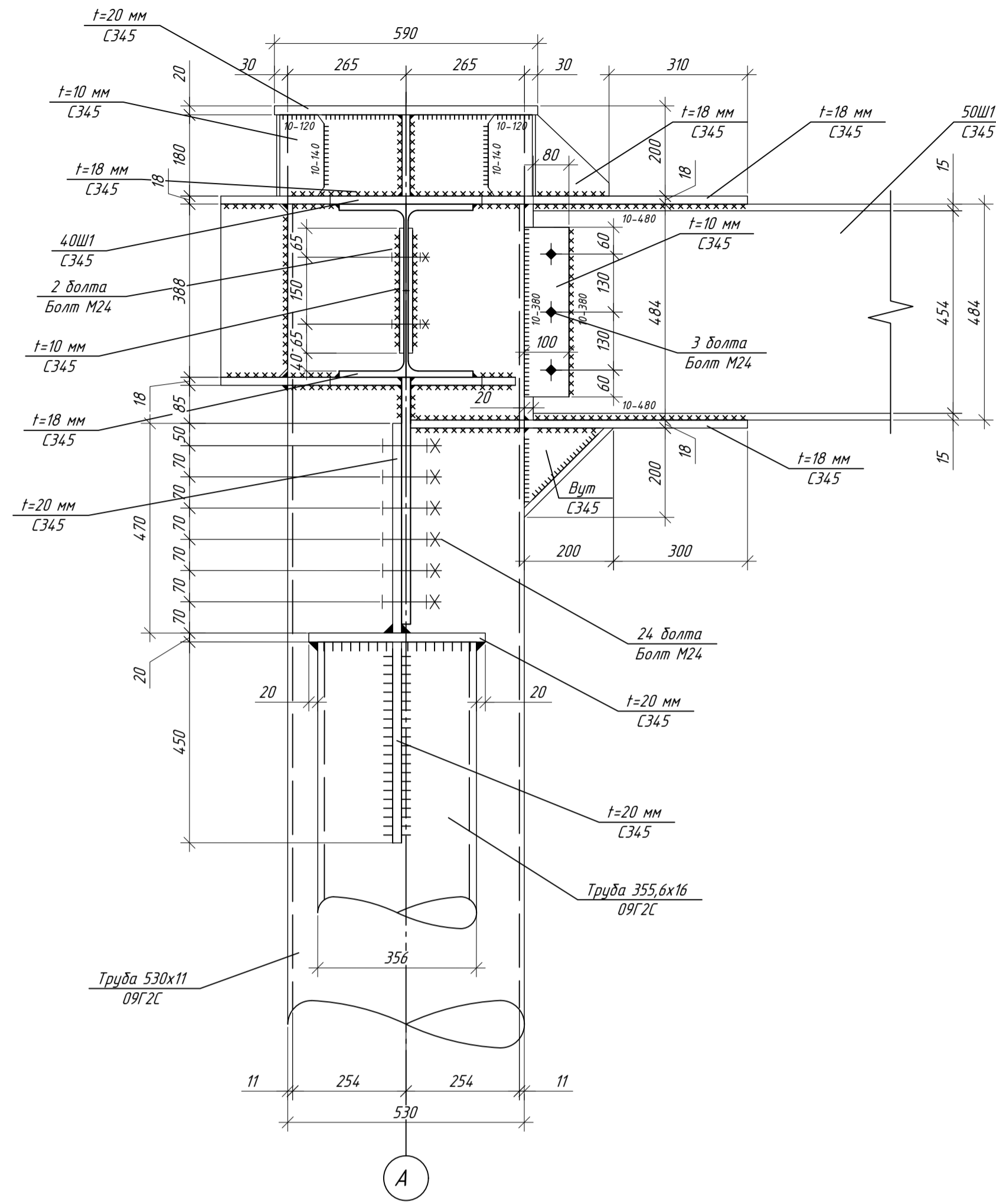
1-1



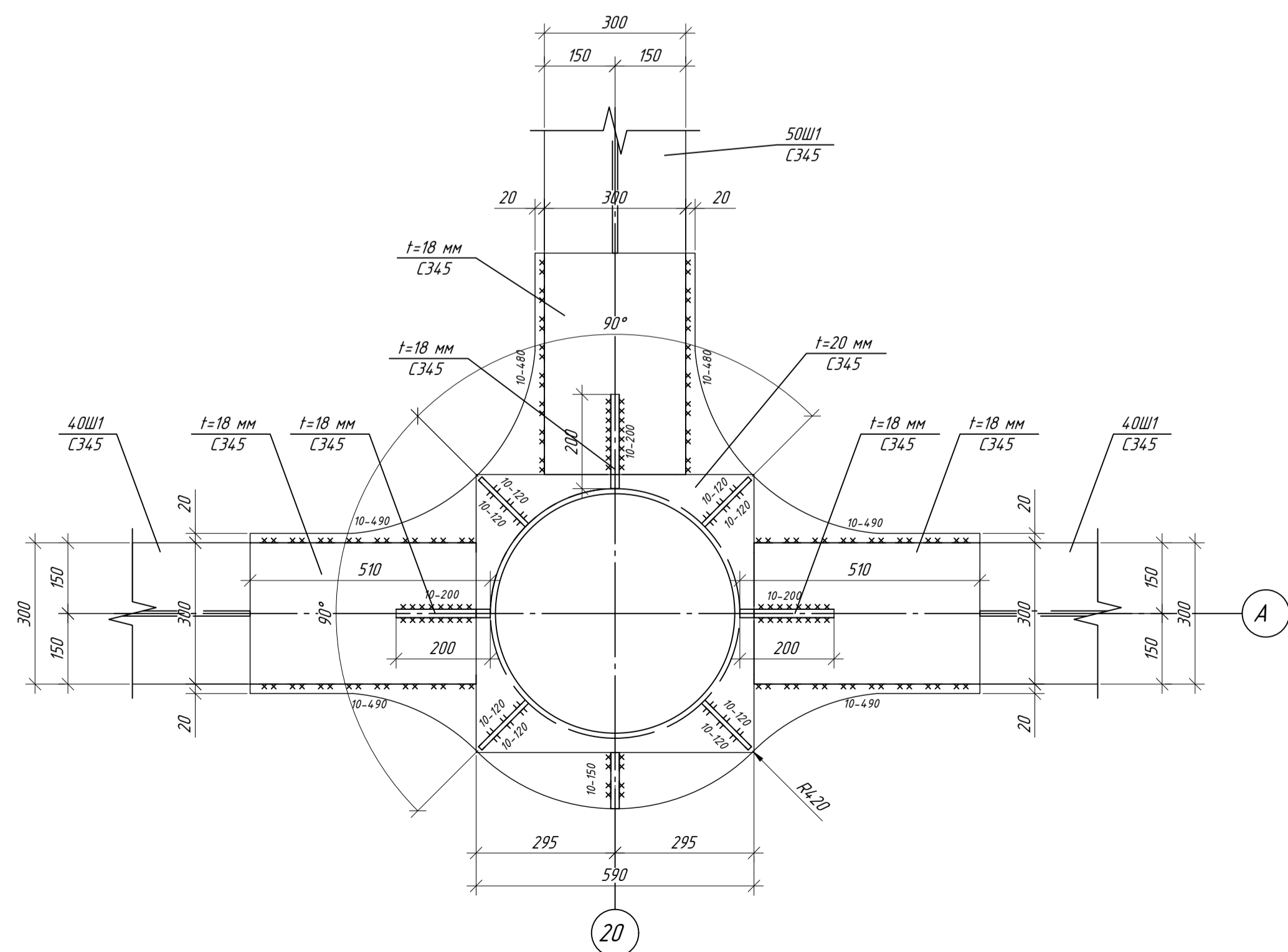
5  
5



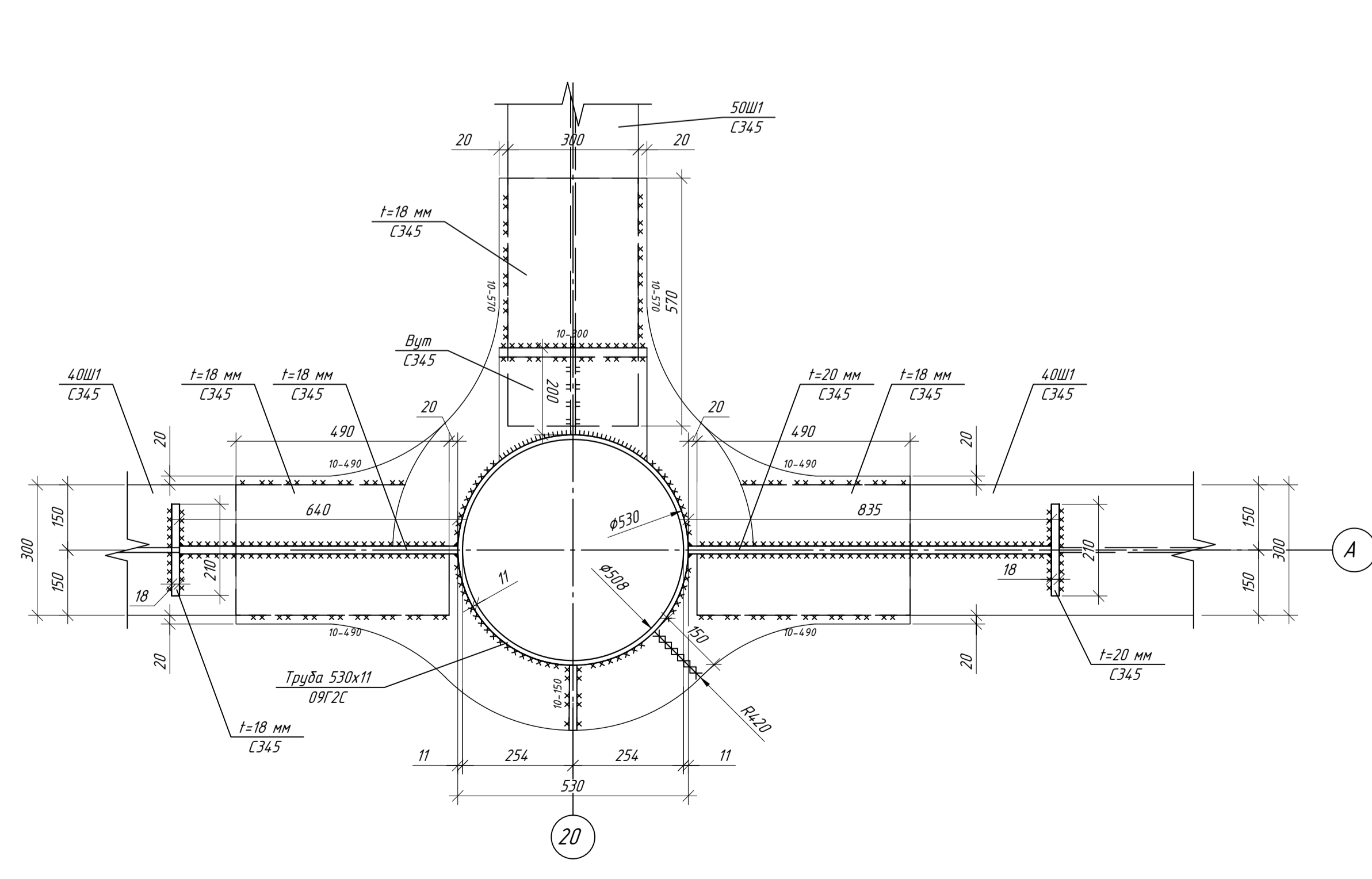
2-2



3-3

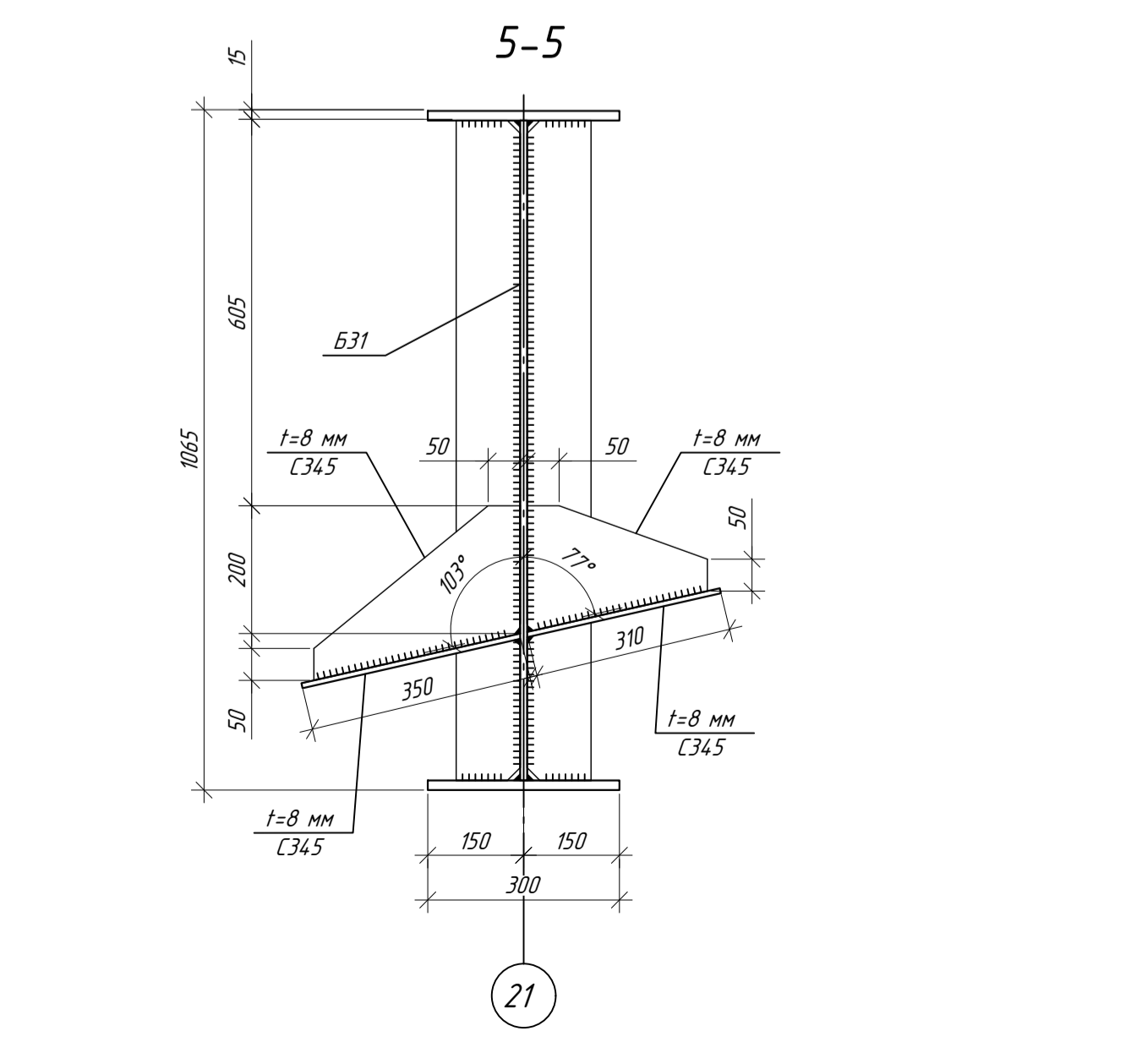
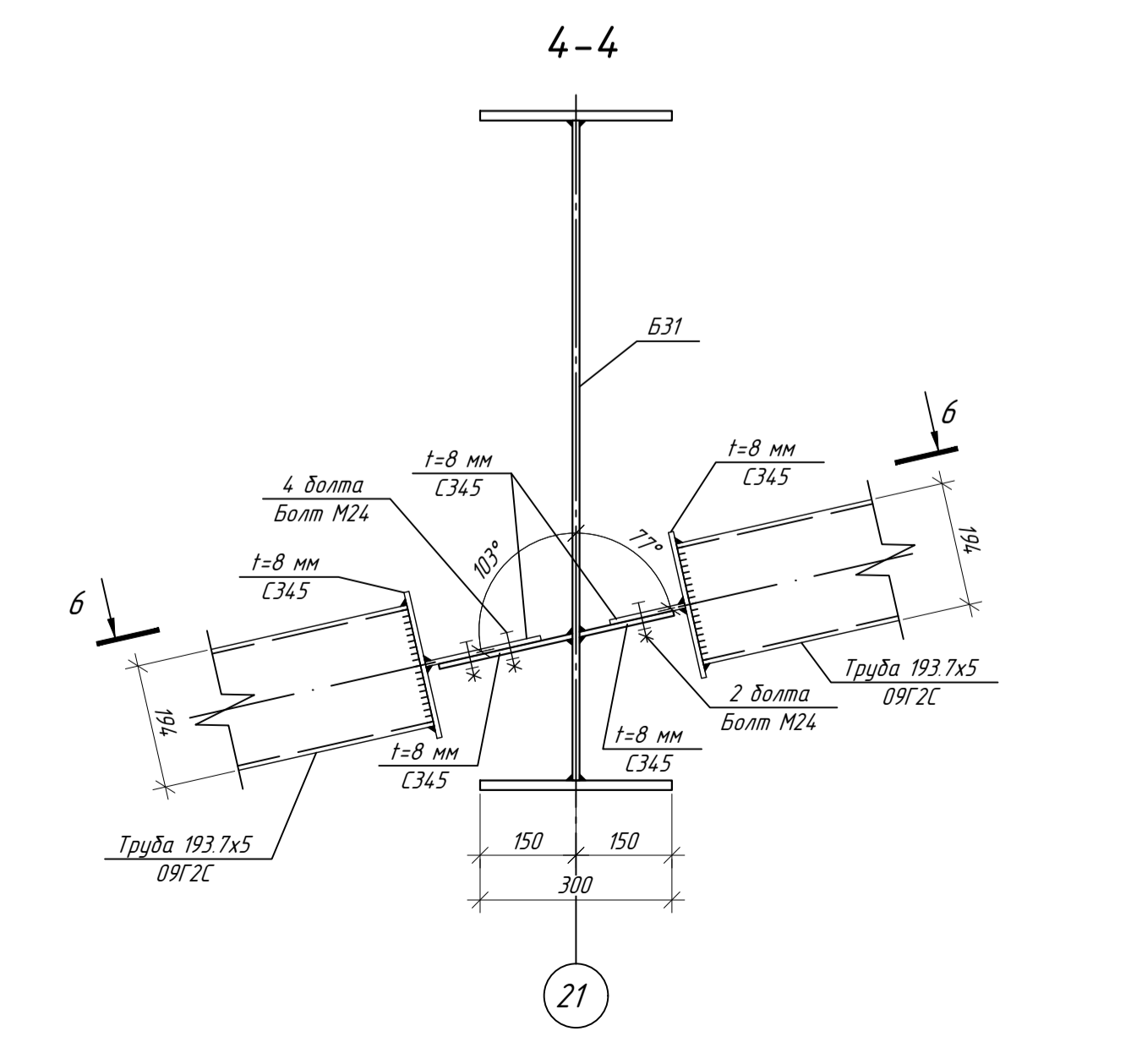
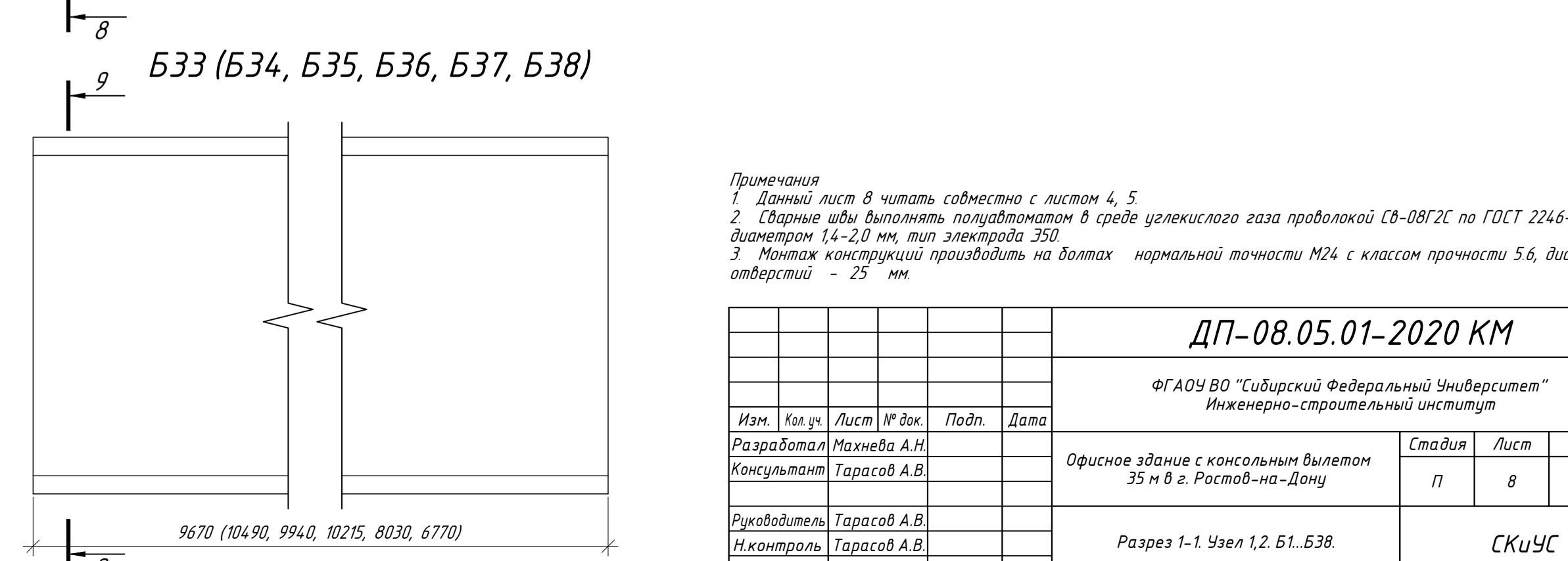
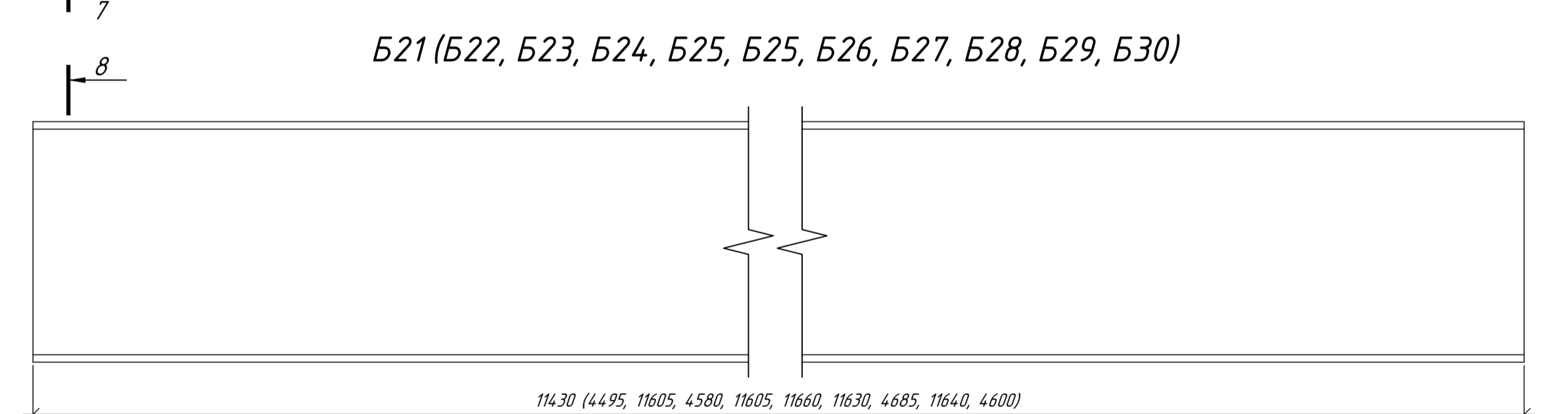
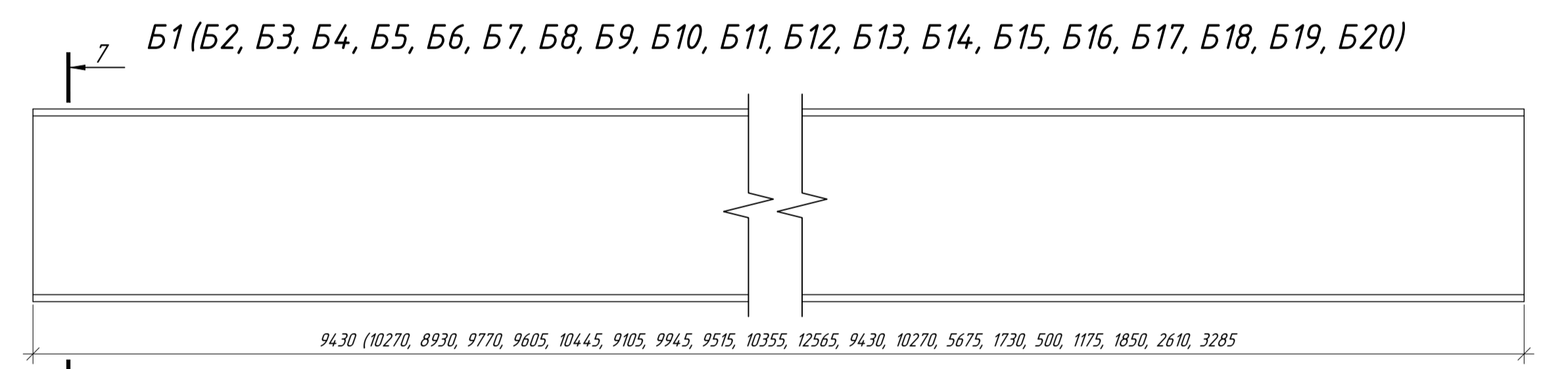
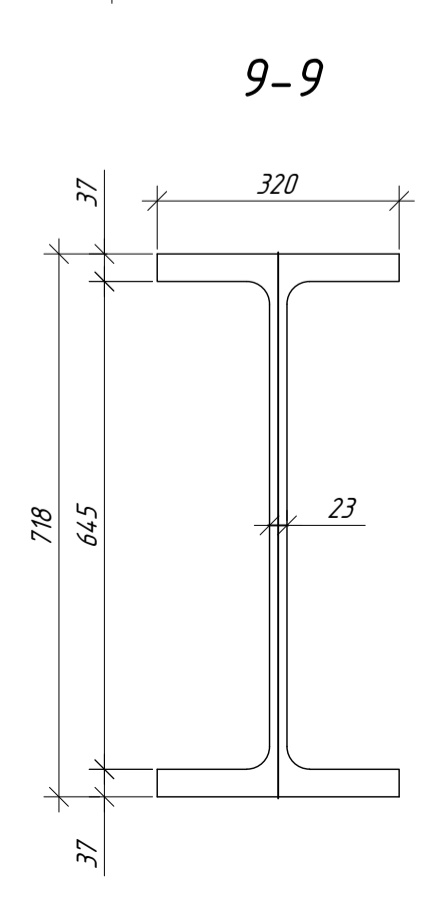
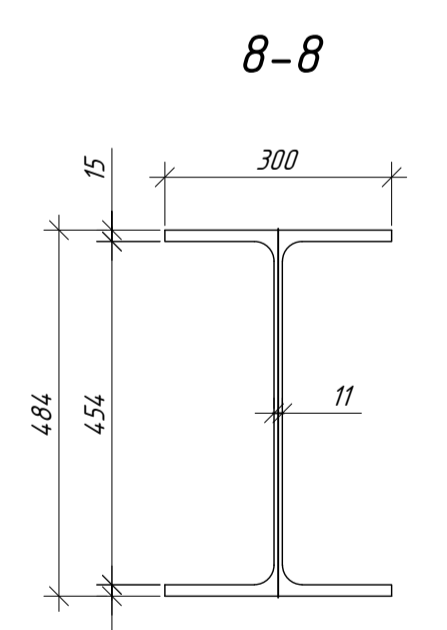
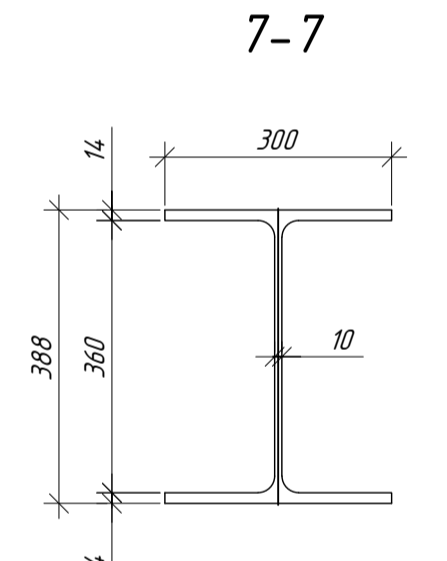
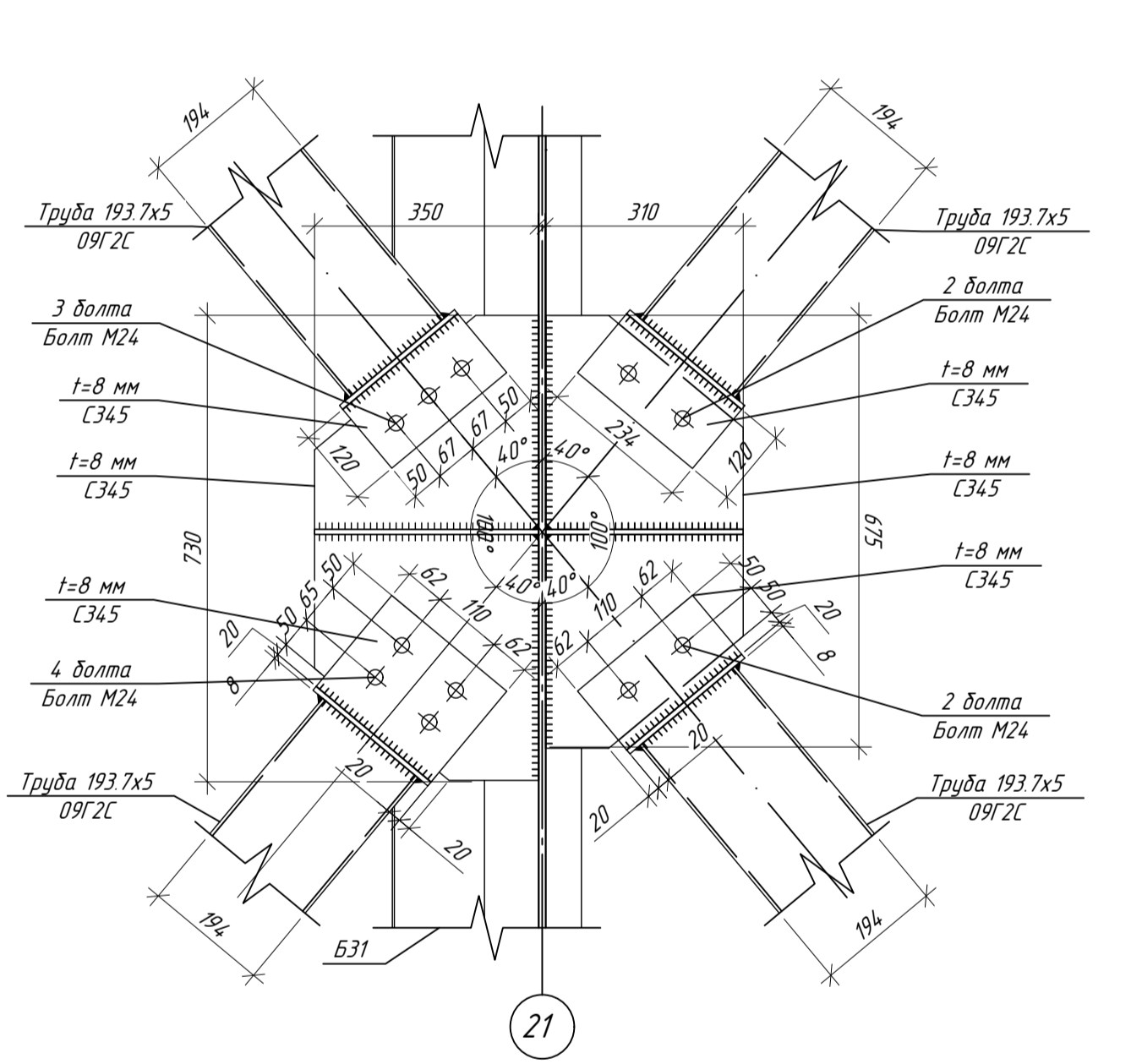
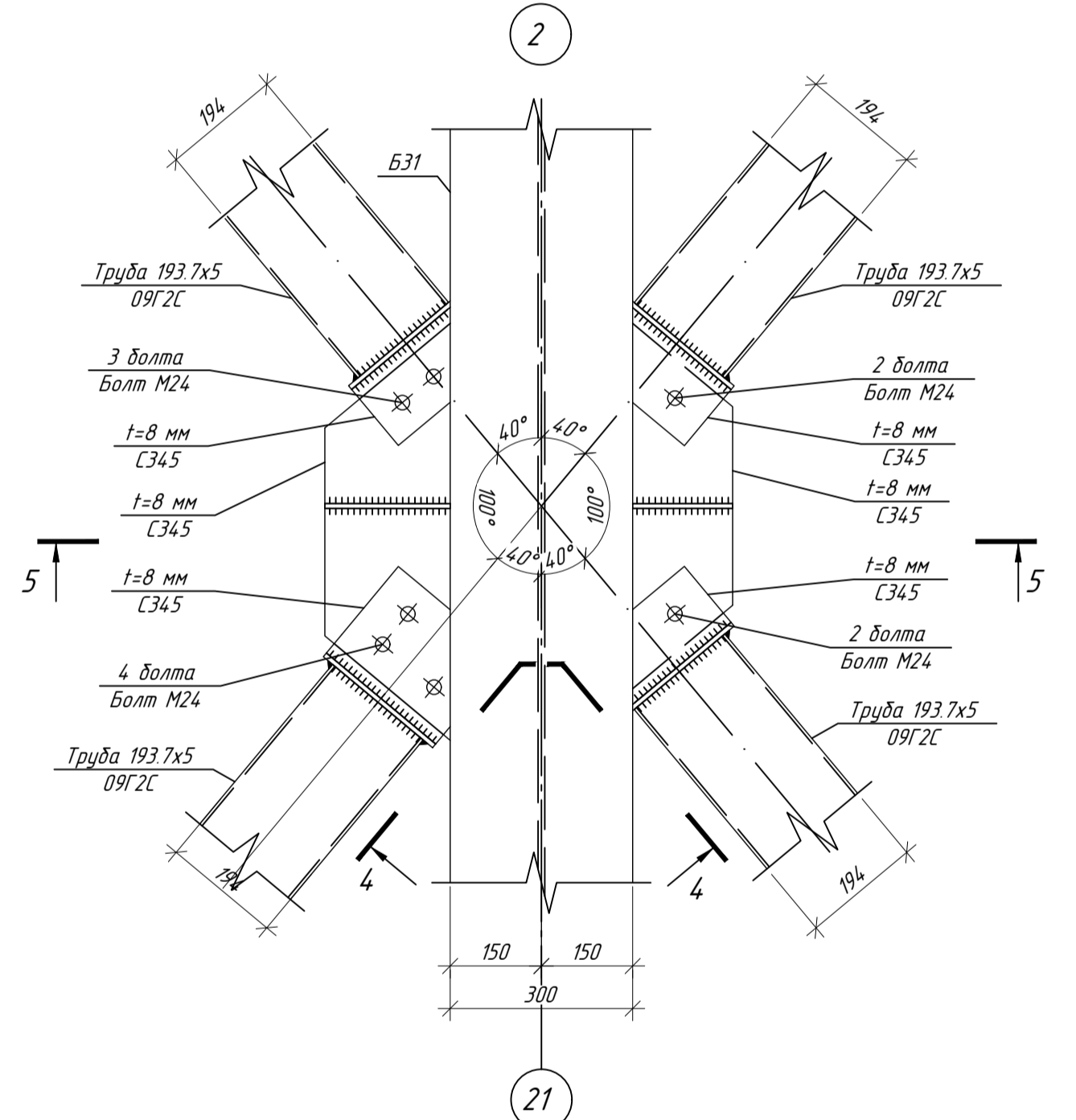
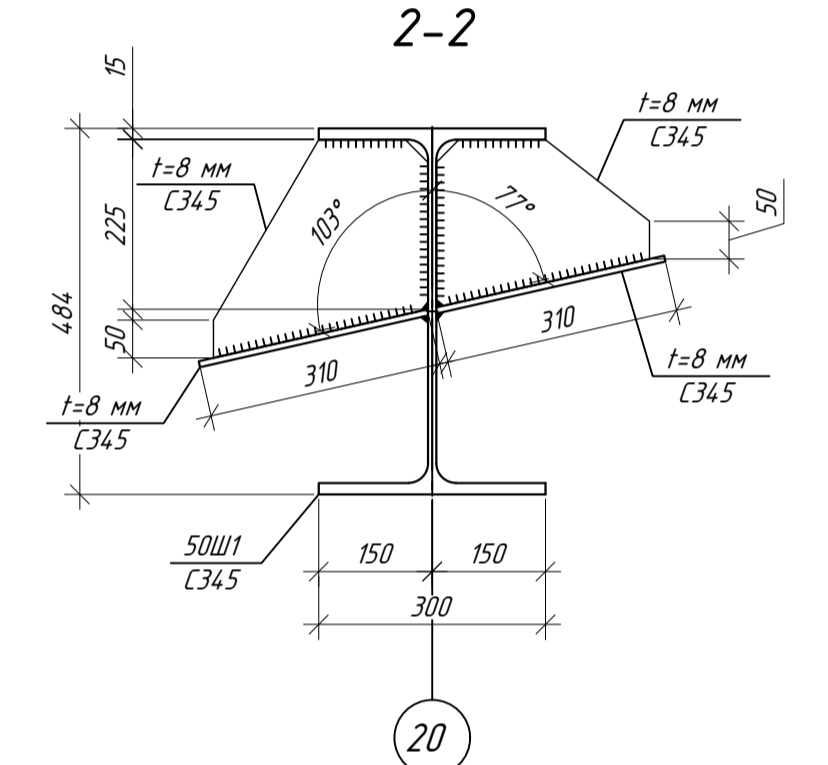
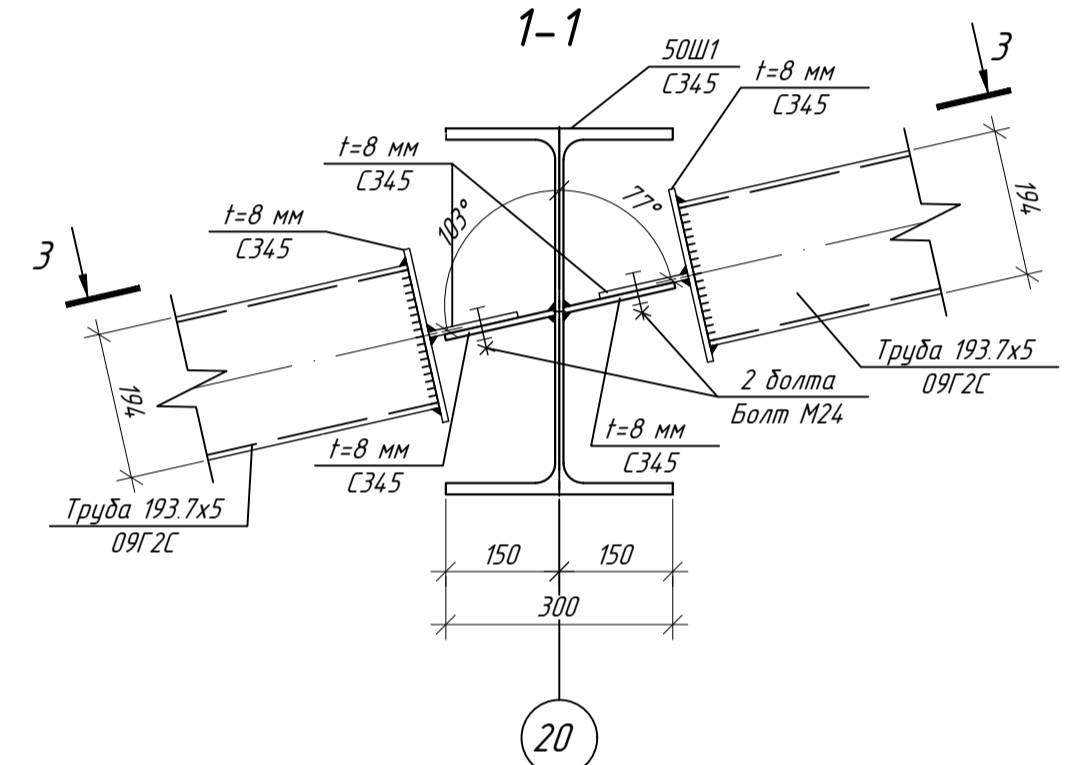
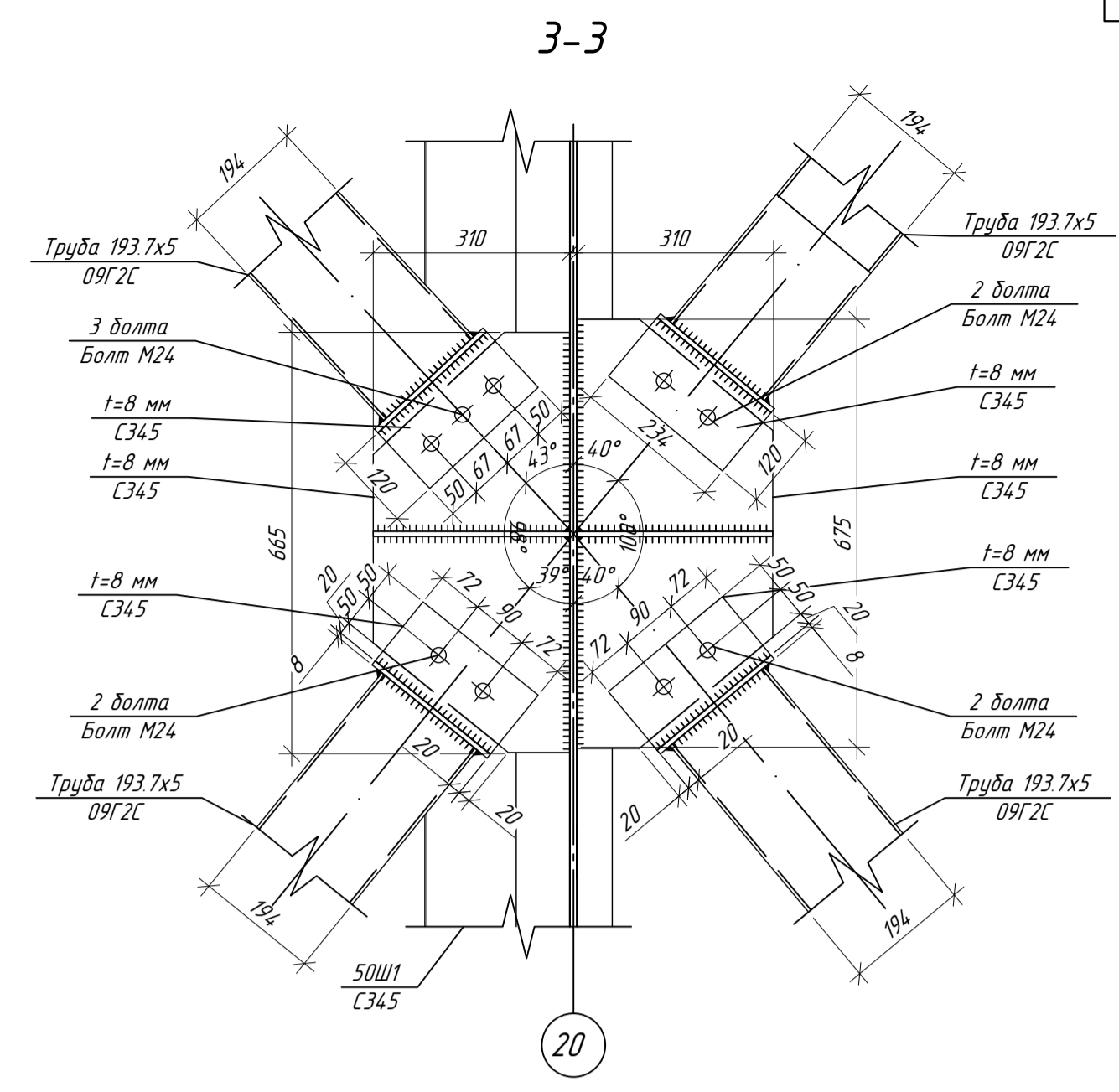
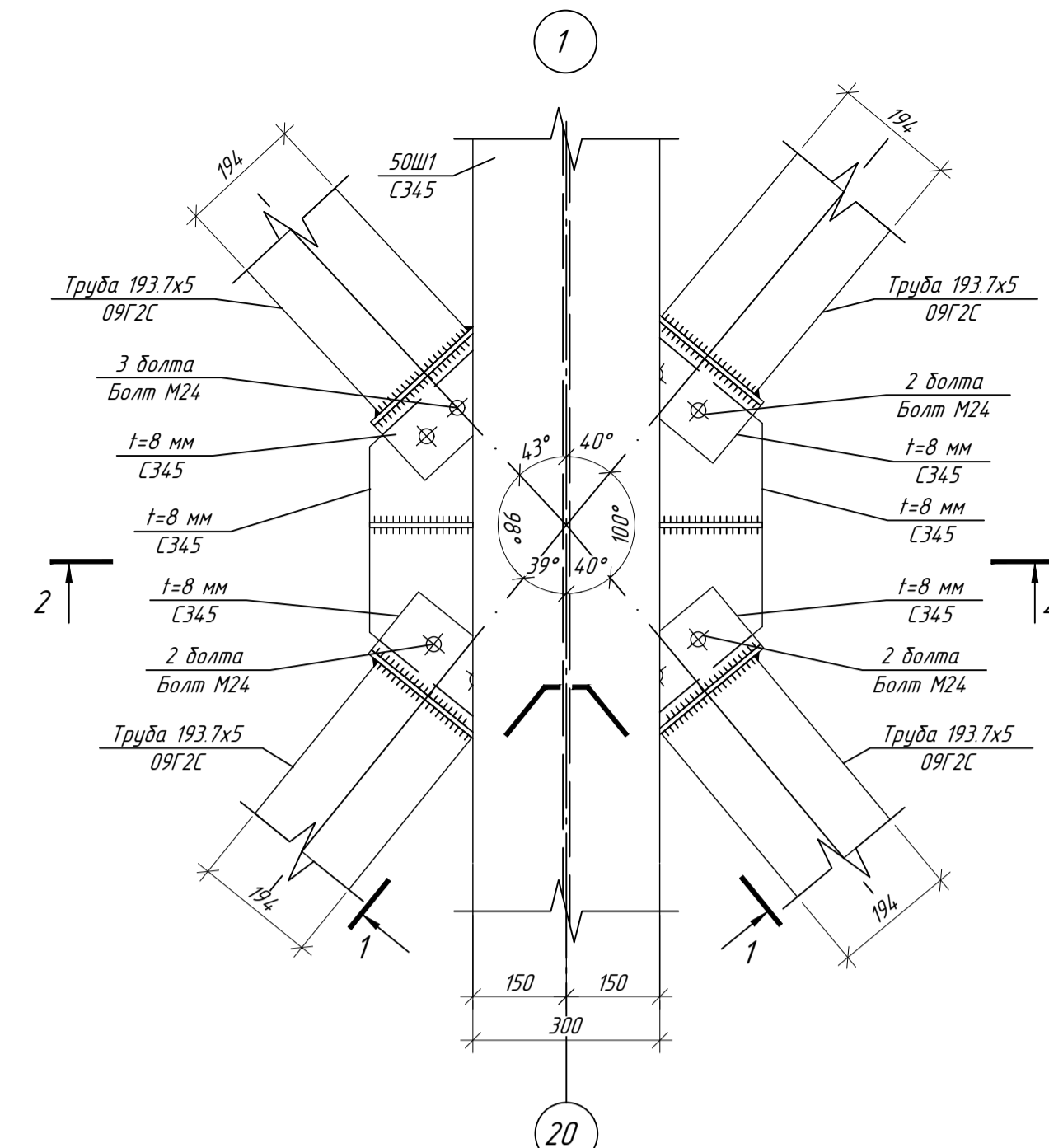
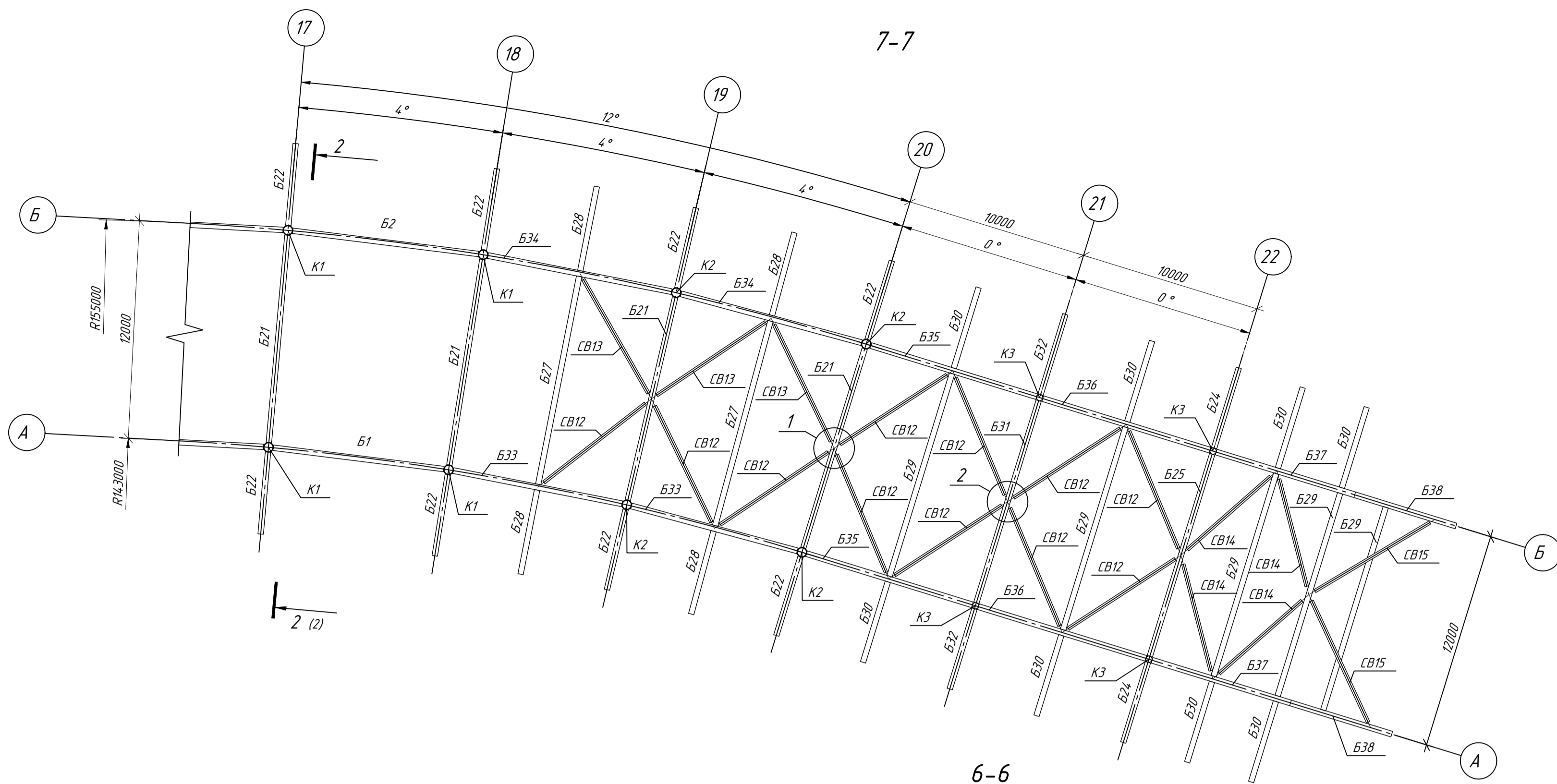


4-4



Примечания  
 1. Данный лист 7 читать совместно с листом 5.  
 2. Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде углекислого газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 диаметром 1,4-2,0 мм, тип электрода 350.  
 3. Монтаж конструкций производить на долах нормальной точности М24 с классом прочности 5,6, диаметр отверстий - 25 мм.

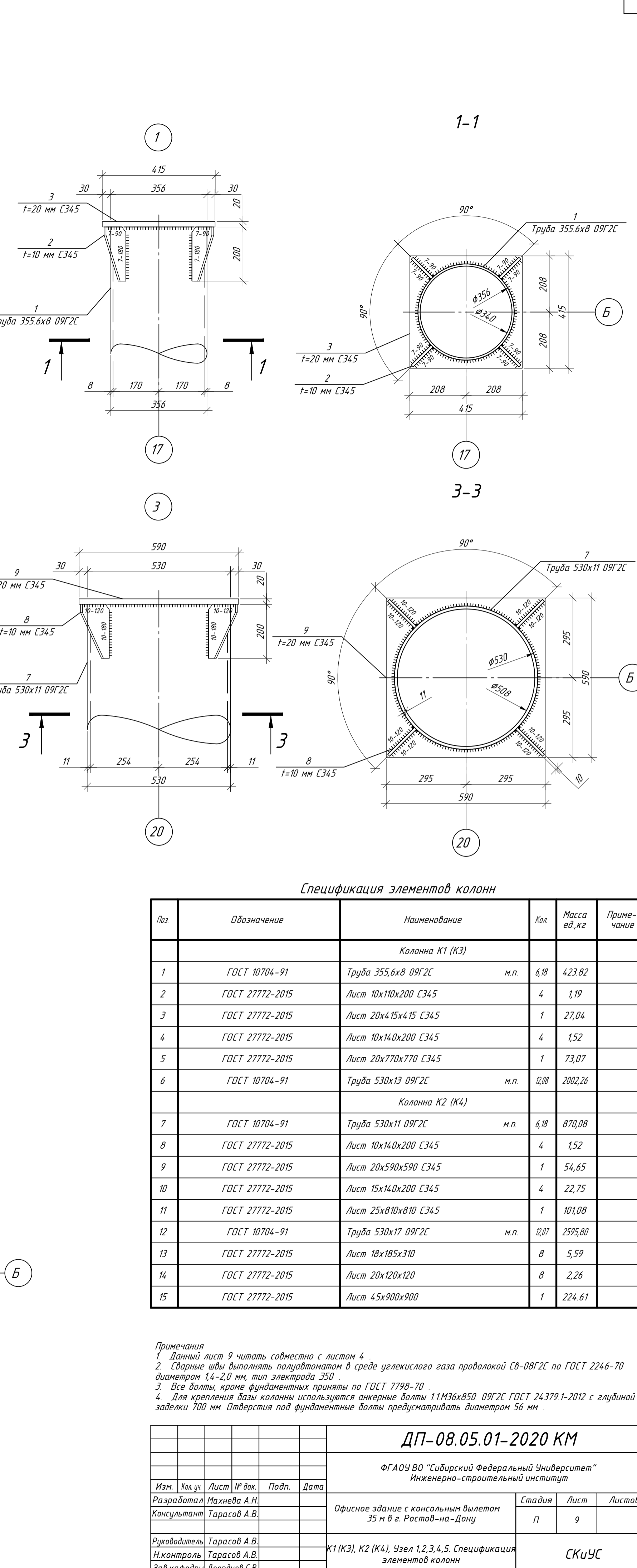
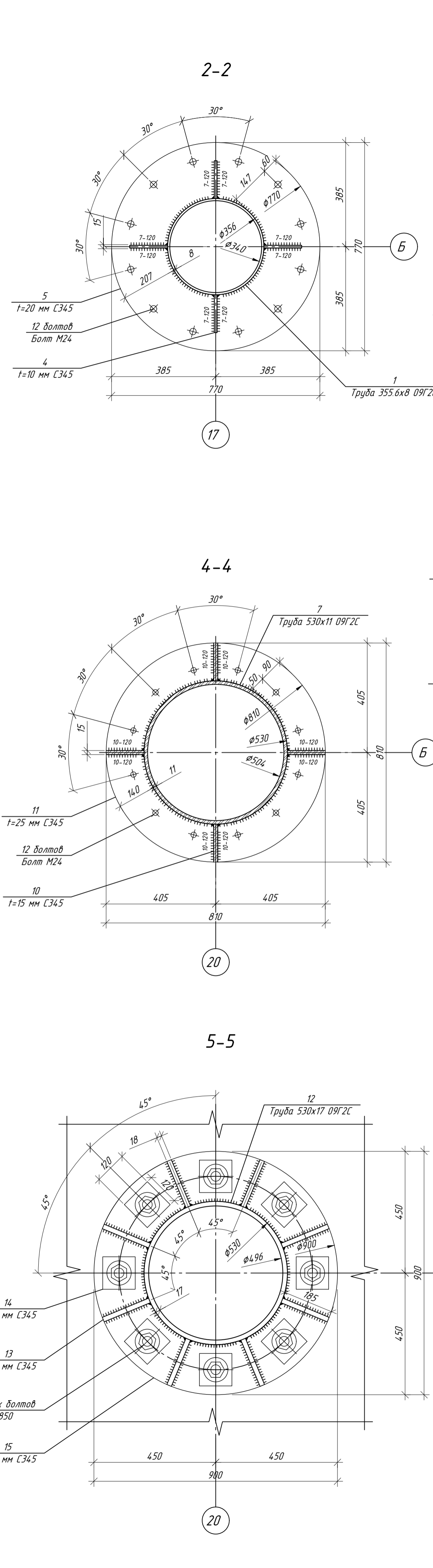
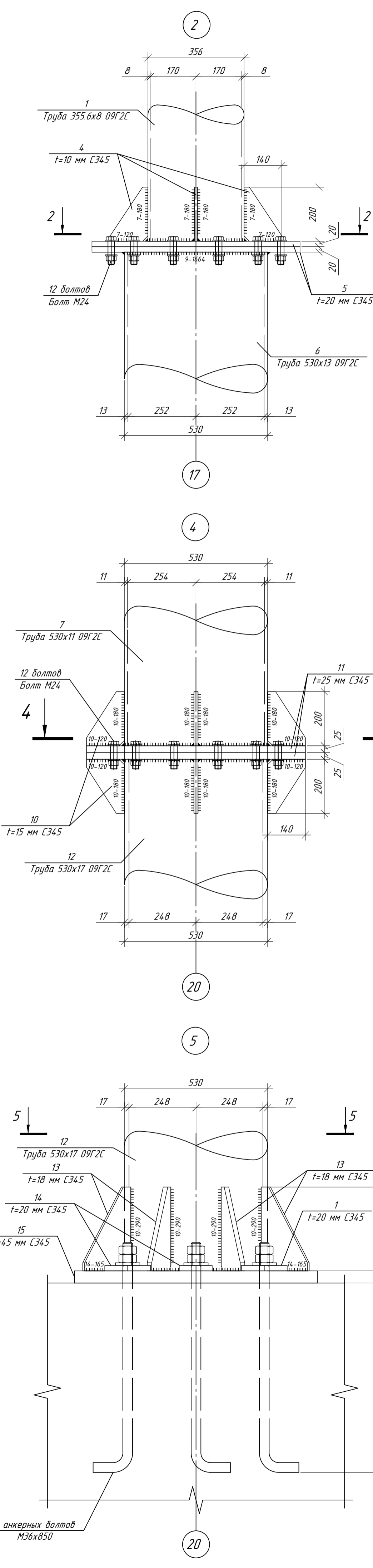
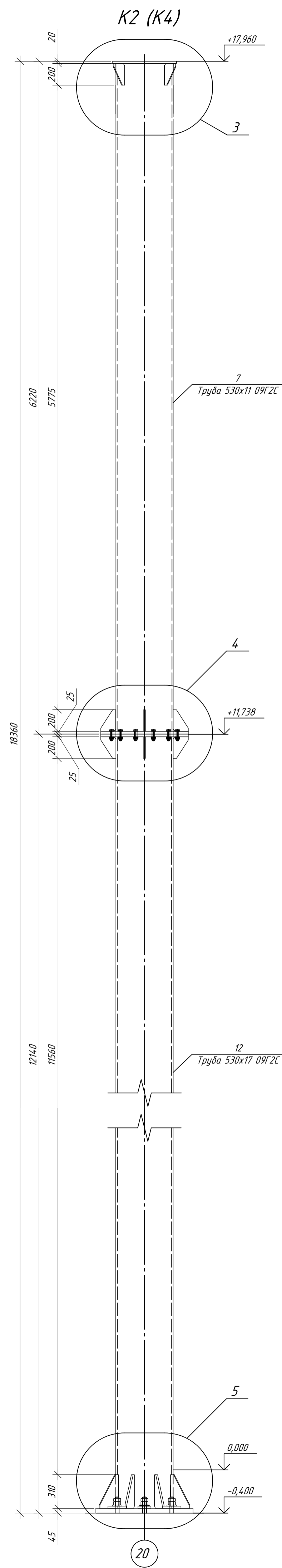
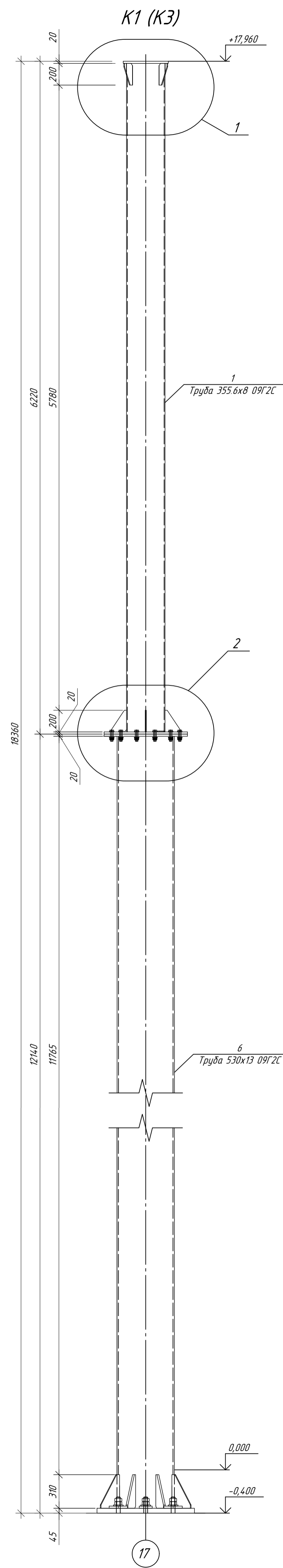
				<b>ДП-08.05.01-2020 КМ</b>					
				ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону	Стадия	Лист	Листов
							п	7	
Руководитель	Тарасов А.В.					Узел 5	<b>СКУС</b>		
Н. контроль	Тарасов А.В.								
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.								



Примечания  
 1. Данный лист в читать совместно с листом 4, 5.  
 2. Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде инертного газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 диаметром 1,4-2,0 мм, тип электрода Э350.  
 3. Монтаж конструкций производить на болтах нормальной точности М24 с классом прочности 5,6, диаметр отверстий - 25 мм.

ДП-08.05.01-2020 КМ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.
Разработал	Махнева А.Н.			
Консультант	Тарасов А.В.			
Руководитель	Тарасов А.В.			
Н. контроль	Тарасов А.В.			
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.			
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону			Стадия	Лист
Разрез 1-1. Узел 1,2 Б1. Б38.			П	8
				СКУС

Согласовано	
Имя, № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	



Спецификация элементов колонн

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед, кг	Примечание
Колонна К1 (К3)					
1	ГОСТ 10704-91	Труба 355,6x8 09Г2С	м.п.	6,18	423,82
2	ГОСТ 27772-2015	Лист 10x110x200 С345	4	1,19	
3	ГОСТ 27772-2015	Лист 20x415x415 С345	1	27,04	
4	ГОСТ 27772-2015	Лист 10x140x200 С345	4	1,52	
5	ГОСТ 27772-2015	Лист 20x770x770 С345	1	73,07	
6	ГОСТ 10704-91	Труба 530x13 09Г2С	м.п.	12,08	2002,26
Колонна К2 (К4)					
7	ГОСТ 10704-91	Труба 530x11 09Г2С	м.п.	6,18	870,08
8	ГОСТ 27772-2015	Лист 10x140x200 С345	4	1,52	
9	ГОСТ 27772-2015	Лист 20x590x590 С345	1	54,65	
10	ГОСТ 27772-2015	Лист 15x140x200 С345	4	22,75	
11	ГОСТ 27772-2015	Лист 25x810x810 С345	1	101,08	
12	ГОСТ 10704-91	Труба 530x17 09Г2С	м.п.	12,07	2595,80
13	ГОСТ 27772-2015	Лист 18x185x310	8	5,59	
14	ГОСТ 27772-2015	Лист 20x120x120	8	2,26	
15	ГОСТ 27772-2015	Лист 45x900x900	1	224,61	

Примечания  
 1. Данный лист 9 читать совместно с листом 4.  
 2. Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде углекислого газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 диаметром 1,4-2,0 мм, тип электрода 350.  
 3. Все болты, кроме фундаментных приняты по ГОСТ 7798-70.  
 4. Для крепления базы колонны используются анкерные болты 11, М36x850 09Г2С ГОСТ 24379.1-2012 с глубиной заделки 700 мм. Отверстия под фундаментные болты предусматривать диаметром 56 мм.

ДП-08.05.01-2020 КМ					
ФГАОУ ВО "Сибирский Федеральный Университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. у.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Махнева А.Н.				
Консультант	Тарасов А.В.				
Руководитель	Тарасов А.В.				
Н. контроль	Тарасов А.В.				
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.				
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону		Стадия	Лист	Листов	
		П	9		
К1 (К3), К2 (К4), Узел 1,2,3,4,5. Спецификация элементов колонн					СКУС



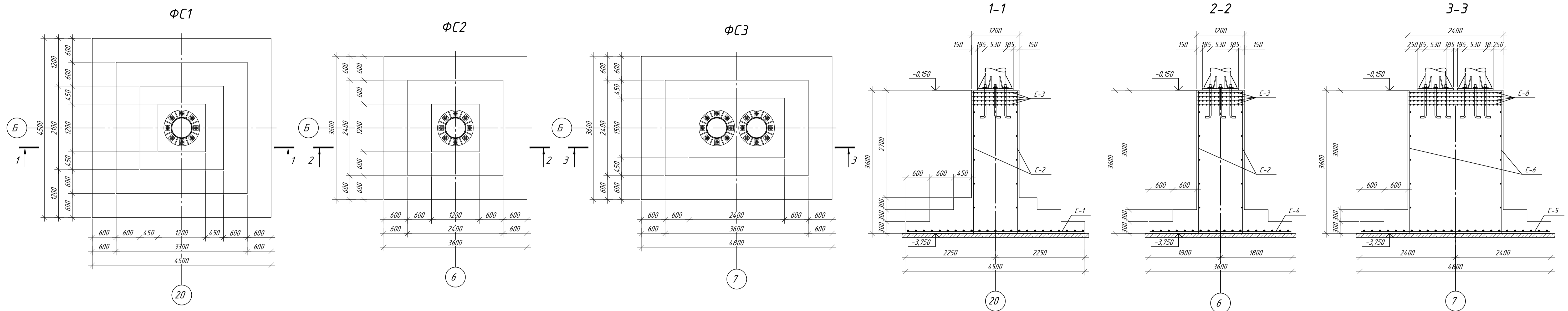
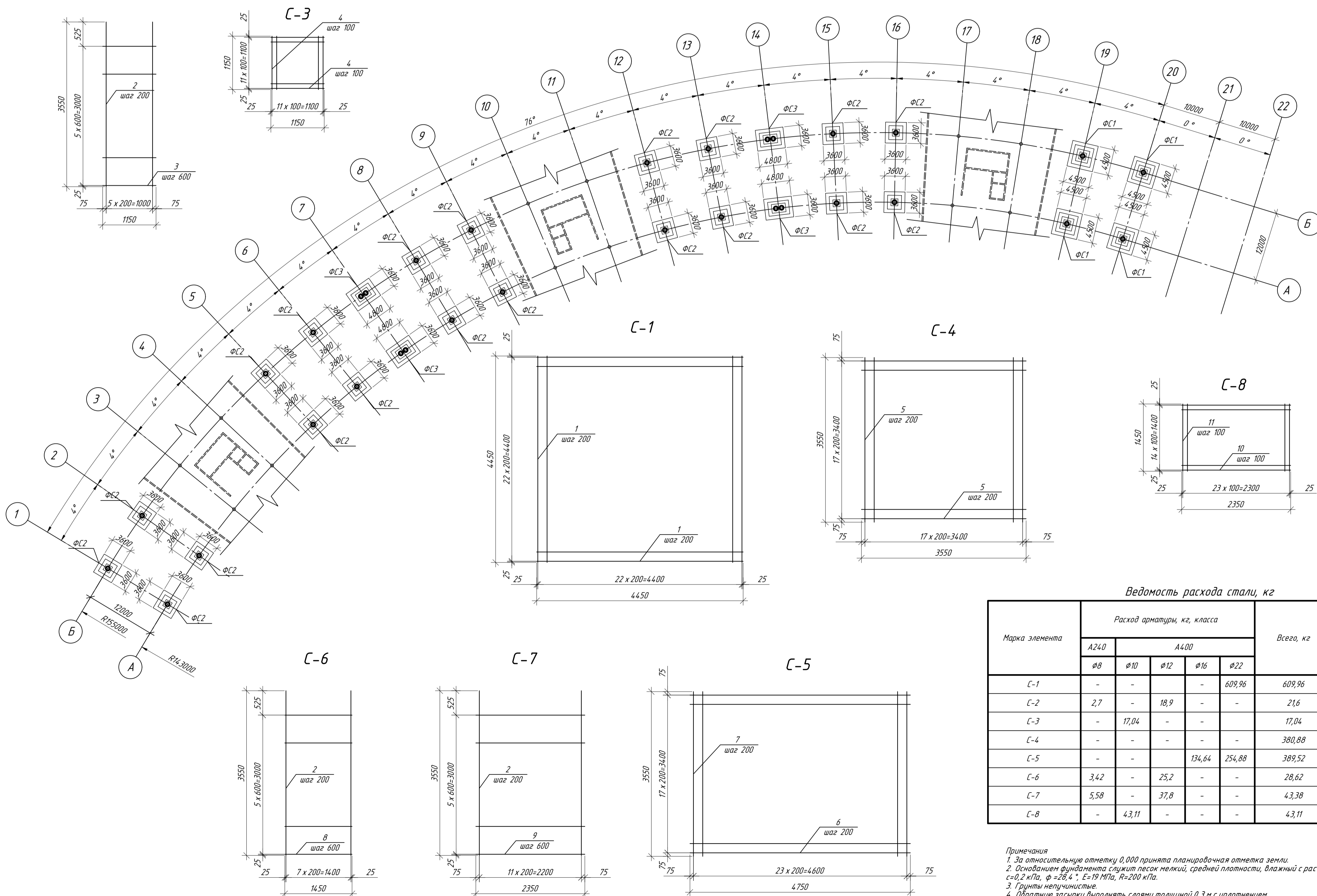


Схема расположения фундаментов на отм. -0.150



Спецификация элементов фундамента

Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Масса ед, кг	Примечание
		Фундамент столбчатый ФС1			
С-1	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-1	1	609,96	
С-2	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-2	4	21,6	
С-3	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-3	4	17,04	
		Детали			
1	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А400 l=4450 мм	46	13,26	
2	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А400 l=3550 мм	20	3,15	
3	ГОСТ 34028-2016	Ф8 А240 l=1150 мм	24	0,45	
4	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А400 l=1150 мм	96	0,71	
		Материалы			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В20		14,55	м <sup>3</sup>
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В7,5		2,21	м <sup>3</sup>
		Фундамент столбчатый ФС2			
С-4	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-4	1	380,88	
С-2	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-2	4	21,6	
С-3	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-3	4	17,04	
		Детали			
5	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А400 l=3550 мм	36	10,58	
2	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А400 l=3550 мм	20	3,15	
3	ГОСТ 34028-2016	Ф8 А240 l=1150 мм	24	0,45	
4	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А400 l=1150 мм	96	0,71	
		Материалы			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В20		9,94	м <sup>3</sup>
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В7,5		1,44	м <sup>3</sup>
		Фундамент столбчатый ФС3			
С-5	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-5	1	389,52	
С-6	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-6	2	28,62	
С-7	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-7	2	43,38	
С-8	ГОСТ 23279-2012	Арматурная сетка С-8	4	43,11	
		Детали			
6	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А400 l=4750 мм	18	14,16	
7	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А400 l=3550 мм	24	5,61	
2	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А400 l=3550 мм	36	3,15	
8	ГОСТ 34028-2016	Ф8 А240 l=1450 мм	12	0,57	
9	ГОСТ 34028-2016	Ф8 А240 l=2350 мм	12	0,93	
10	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А400 l=2350 мм	60	1,45	
11	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А400 l=1450 мм	96	0,89	
		Материалы			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В20		18,58	м <sup>3</sup>
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В7,5		1,9	м <sup>3</sup>

Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Расход арматуры, кг, класса					Всего, кг	Общий расход, кг
	А240		А400				
	Ф8	Ф10	Ф12	Ф16	Ф22		
С-1	-	-	-	-	609,96	609,96	609,96
С-2	2,7	-	18,9	-	-	21,6	172,8
С-3	-	17,04	-	-	-	17,04	136,32
С-4	-	-	-	-	-	380,88	380,88
С-5	-	-	-	134,64	254,88	389,52	389,52
С-6	3,42	-	25,2	-	-	28,62	57,24
С-7	5,58	-	37,8	-	-	43,38	86,76
С-8	-	43,11	-	-	-	43,11	172,44

Примечания  
 1. За относительную отметку 0,000 принята планировочная отметка земли.  
 2. Основанием фундамента служит песок мелкий, средней плотности, влажный с расчетными характеристиками:  $\sigma_{с0,2}$  кПа,  $\phi = 28,4^\circ$ ,  $E = 19$  МПа,  $R = 200$  кПа.  
 3. Грунты непучинистые.  
 4. Обратную засыпку выполнять слоями толщиной 0,3 м с уплотнением.  
 5. Подойшов фундамента выполнять бетонную подготовку толщиной 100 мм из бетона В7,5 толщиной 100 мм.

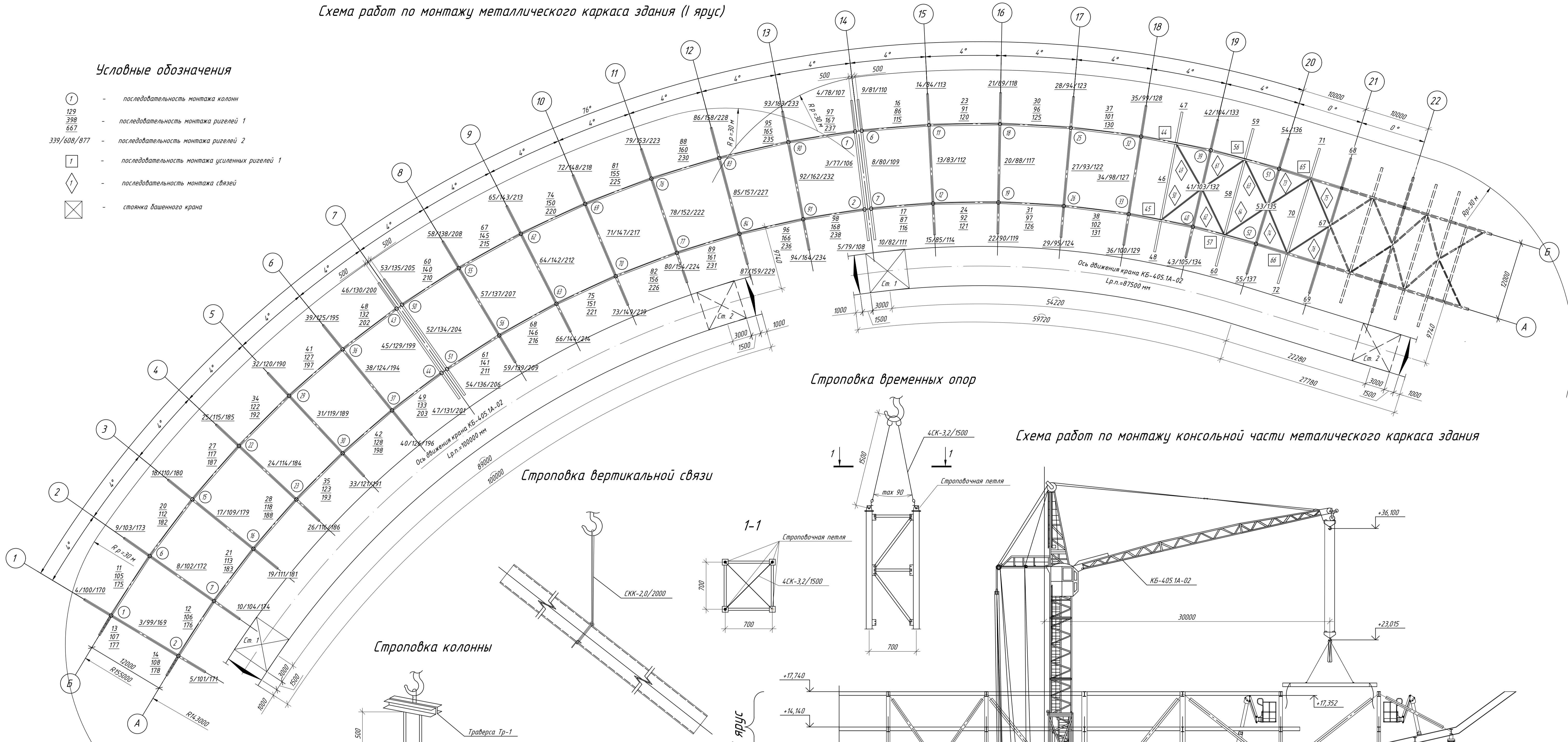
ДП-08.05.01-2020 КЖ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.
Разработал	Махнева А.Н.			
Консультант	Преснов О.М.			
Руководитель	Тарасов А.В.			
Н.контр.	Тарасов А.В.			
Зав.кафедрой	Дворниев С.В.			
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону		Стадия	Лист	Листов
		П	10	
Схема расположения фундаментов на отм. -0,150. ФС1, ФС2, ФС3. Спецификация элементов фундамента. Ведомость расхода стали				СКУС

Схема работ по монтажу металлического каркаса здания (I ярус)

Условные обозначения

- ① - последовательность монтажа колонн
- 129  
398  
667 - последовательность монтажа ригелей 1
- 339/608/877 - последовательность монтажа ригелей 2
- 1 - последовательность монтажа усиленных ригелей 1
- ◇ - последовательность монтажа связей
- ⊗ - стоянка башенного крана



Строповка временных опор

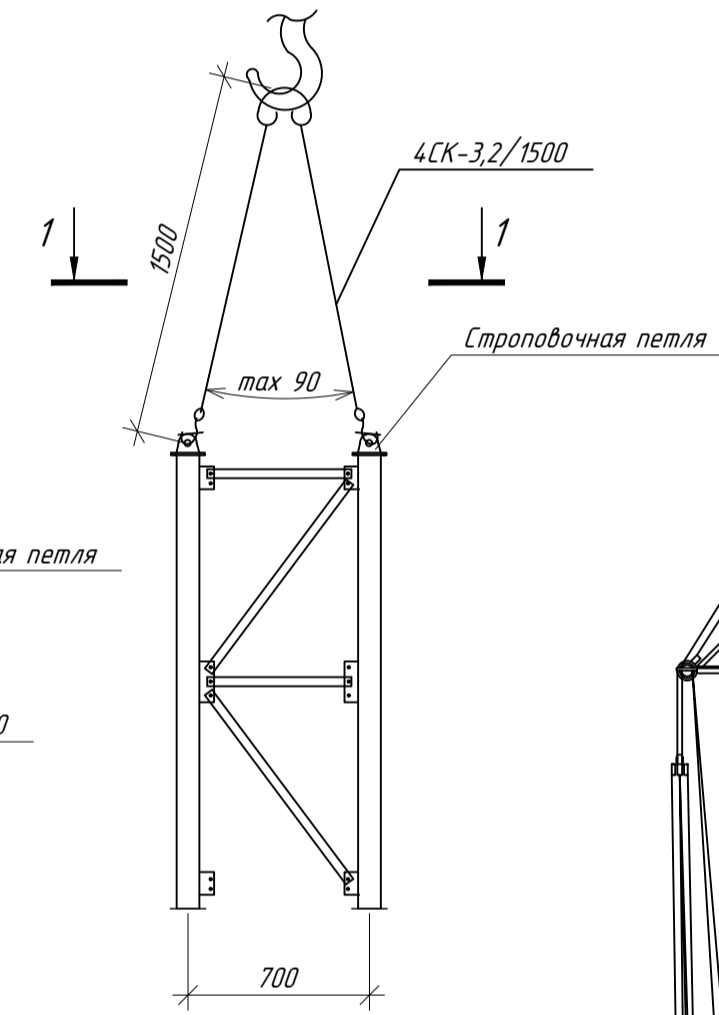
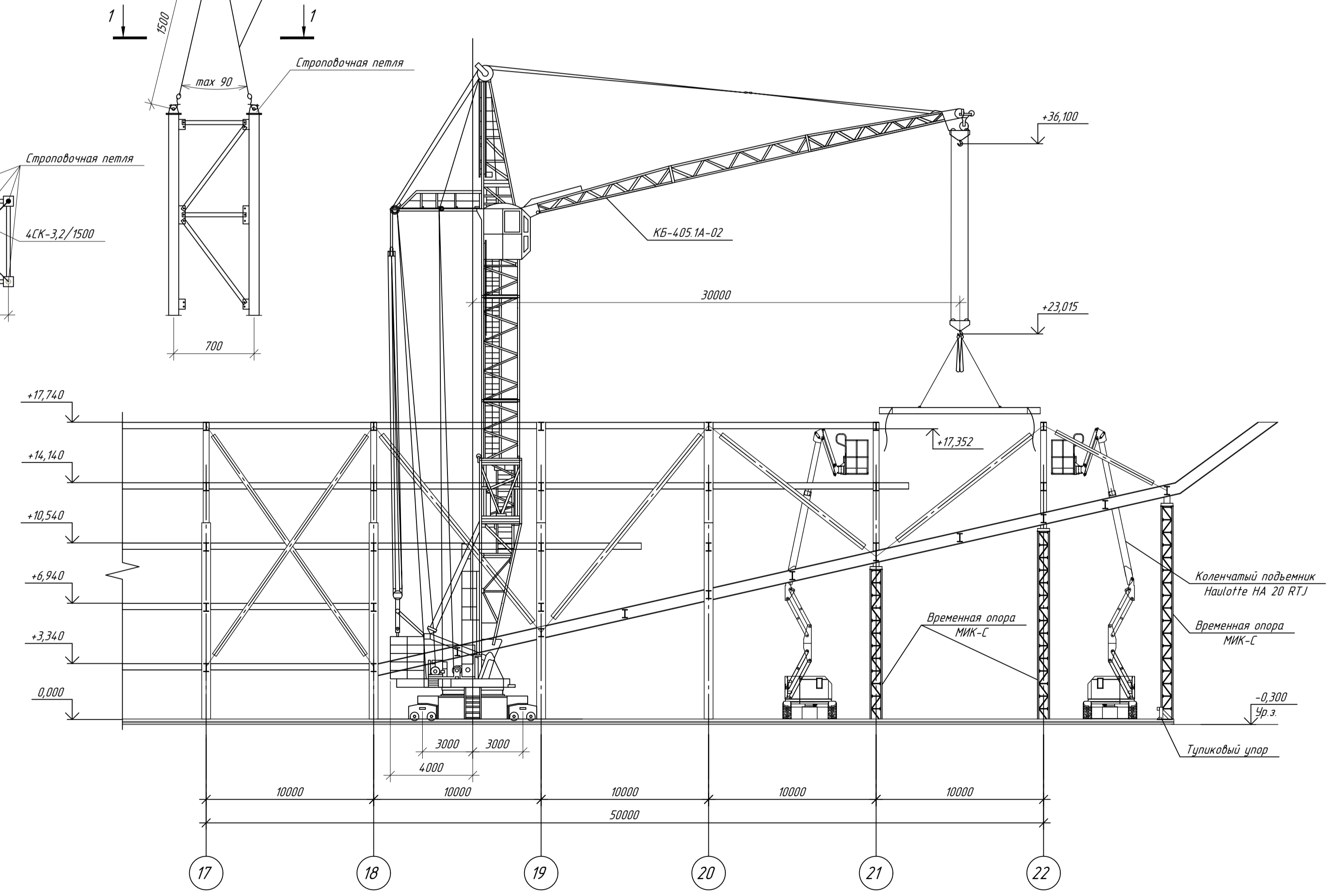
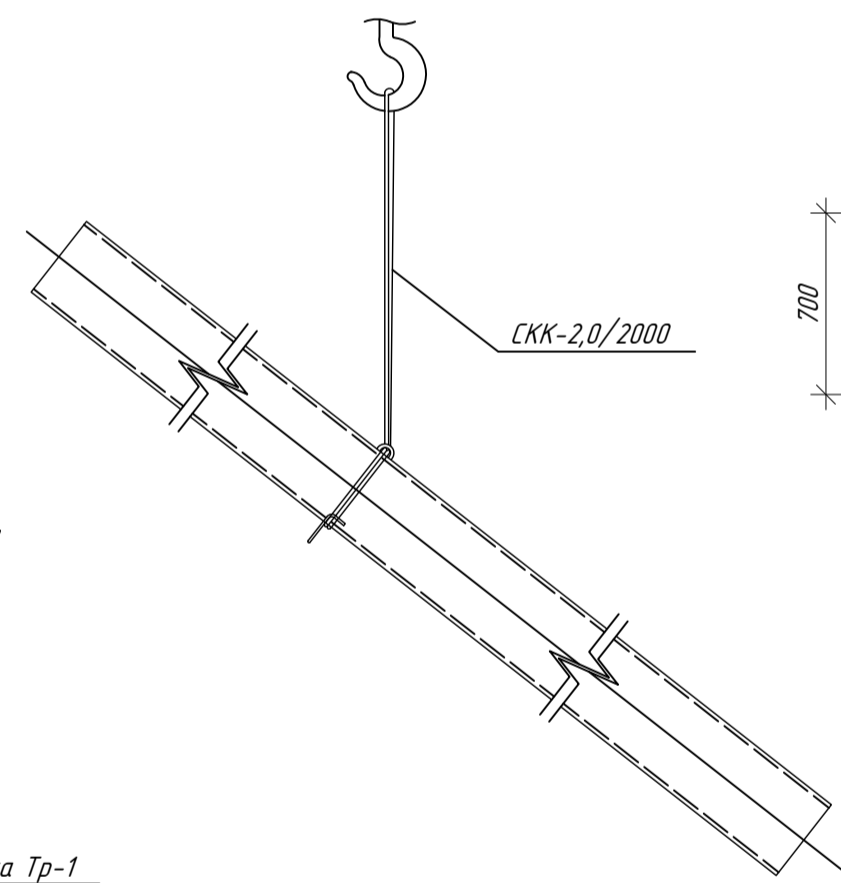


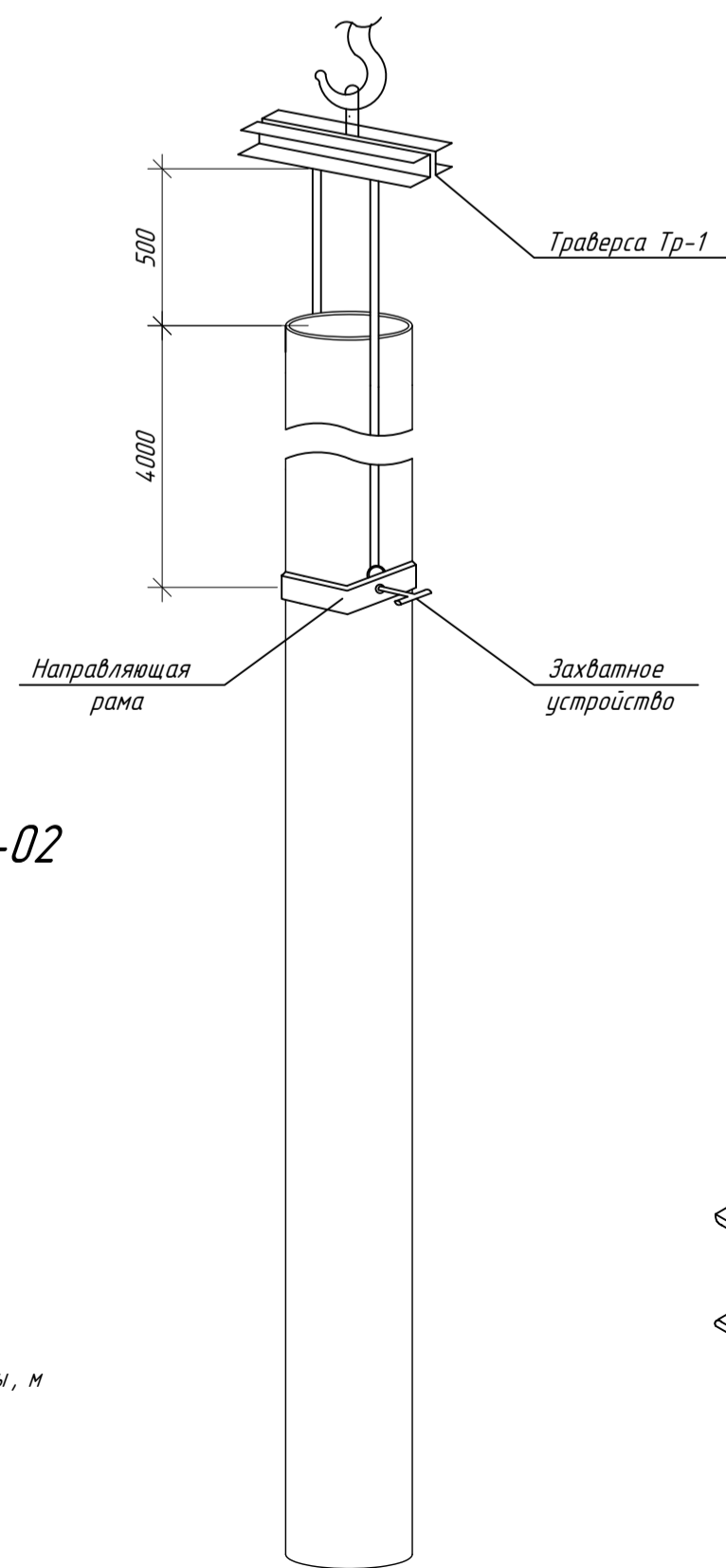
Схема работ по монтажу консольной части металлического каркаса здания



Строповка вертикальной связи



Строповка колонны



Строповка ригеля

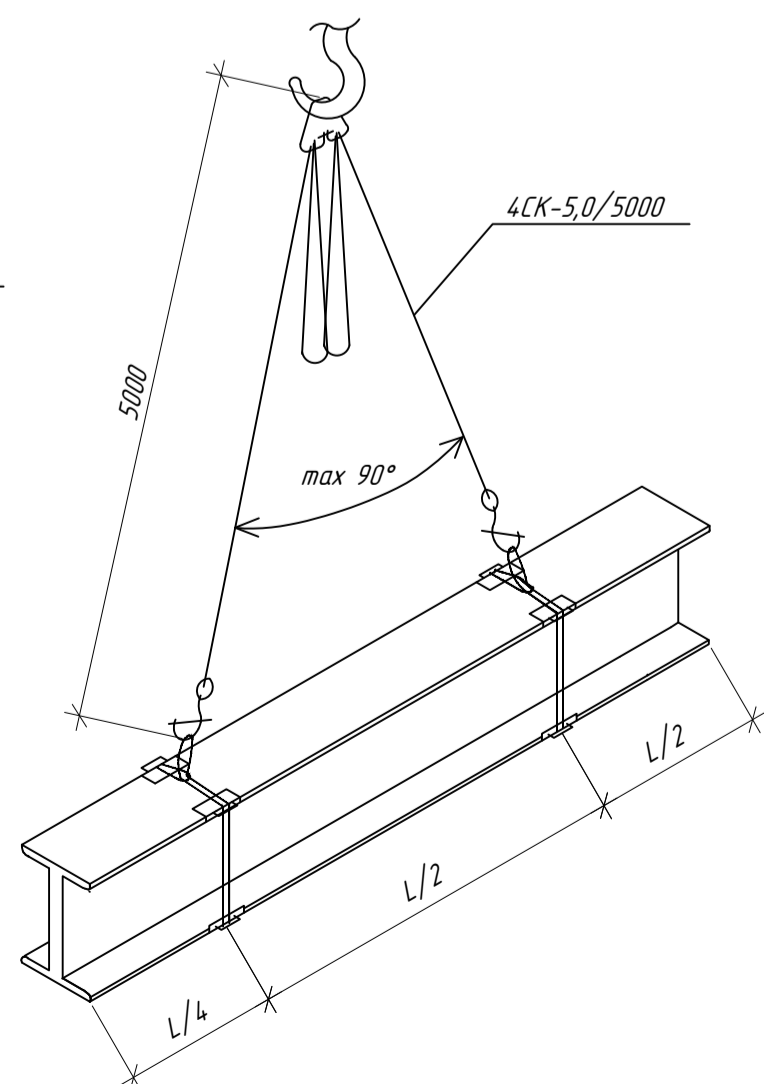
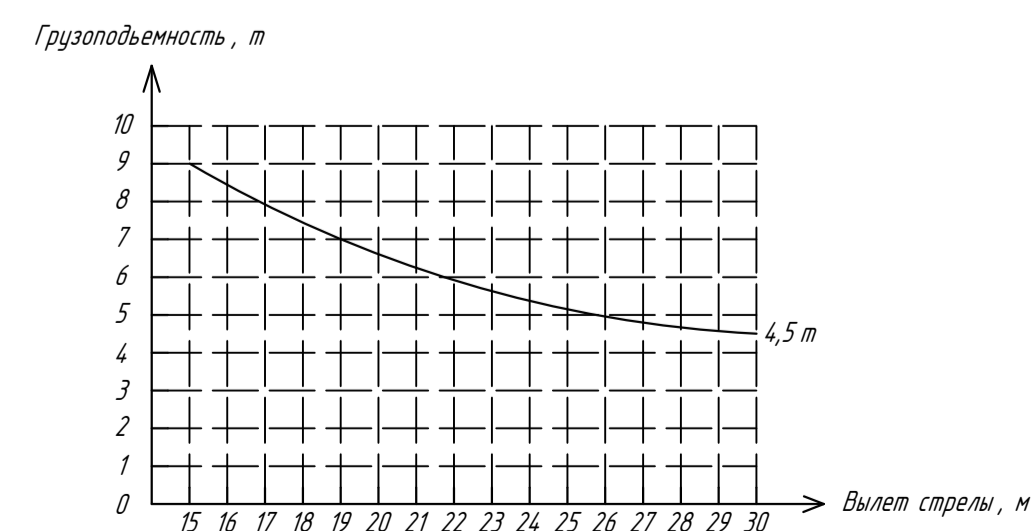


График грузоподъемности крана KB-405.1A-02



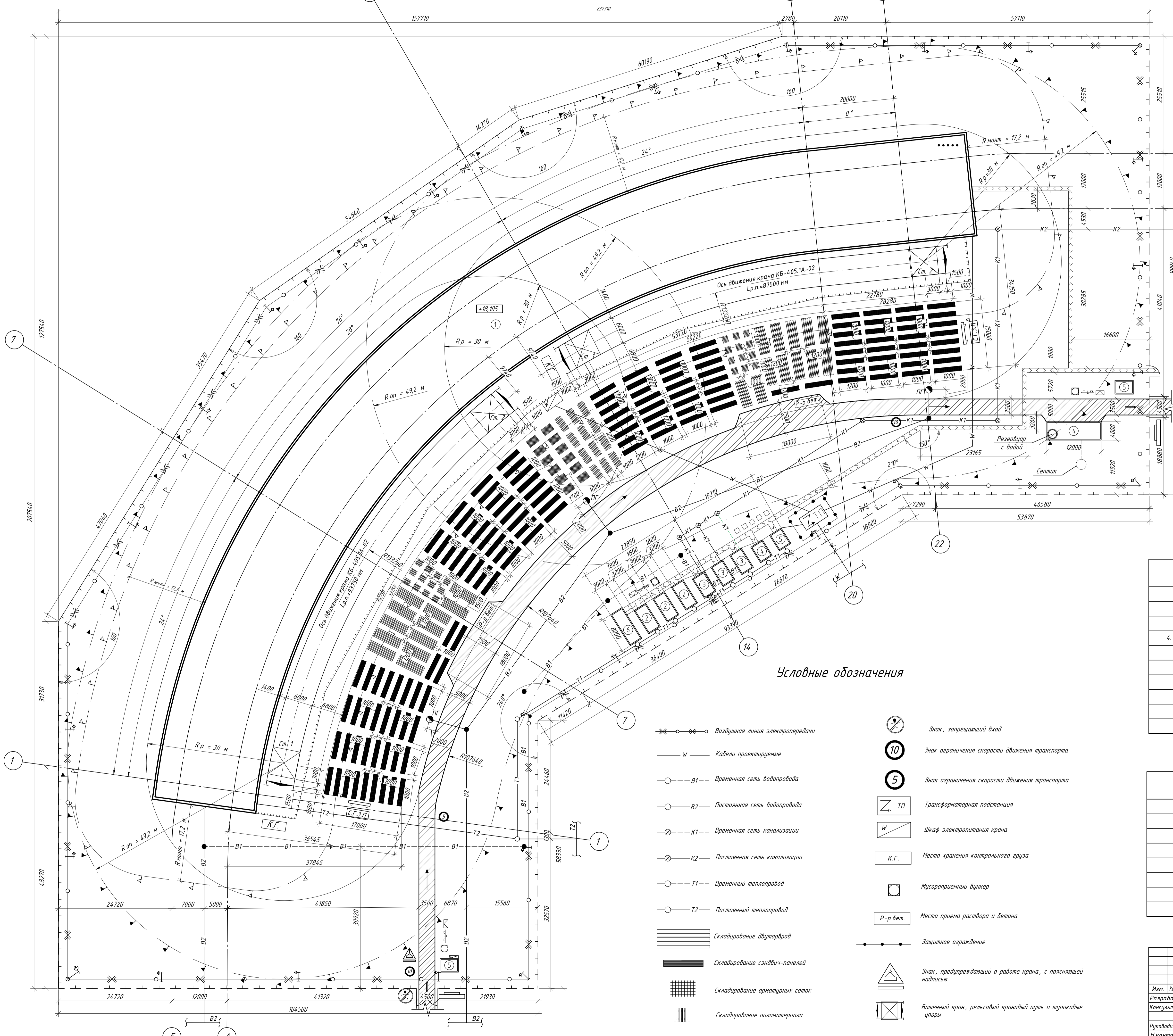
Примечания  
 1. Данный лист 11 читать совместно с листом 12.  
 2. За относительную отметку 0,000 принята отметка чистового пола 1-го этажа.  
 3. Для крепления базы колонны используются анкерные болты 1.1.М26х850 09Г2С ГОСТ 24379.1-2012 с глубиной заделки 700 мм. Отверстия под фундаментные болты предусматривать диаметром 56 мм.

				<b>ДП-08.05.01-2020 ТК</b>		
				ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработал	Махнева А.Н.					
Консультант	Терехова И.И.					
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону				Стадия	Лист	Листов
				П	11	
Руководитель Тарасов А.В. Н. контроль Тарасов А.В. Зав. кафедрой Деоридиев С.В.				СКУС		
				Копировал		





Объектный строительно-генеральный план на возведение надземной части здания



Условные обозначения

- Контур строящегося здания
- Временные сооружения, бытовые помещения
- Временное ограждение строительной площадки без козырька
- Ворота и калитки
- Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
- Линия границы зоны действия крана
- Линия границы опасной зоны при работе крана
- Ограждение рельсовых крановых путей
- Въезд на строительную площадку и выезд
- Направления движения транспорта
- Временная дорога
- Участок дороги в опасной зоне крана
- Временная пешеходная дорожка
- Стенд со схемами строповки и таблицей масс грузов
- Стенд с противопожарным инвентарем
- Место для первичных средств пожаротушения
- Пожарный пост
- Пожарный гидрант
- Проектор на опоре
- Въездной стенд с транспортной схемой

Условные обозначения

- Воздушная линия электропередачи
- Кабели проектируемые
- Временная сеть водопровода
- Постоянная сеть водопровода
- Временная сеть канализации
- Постоянная сеть канализации
- Временный теплопровод
- Постоянный теплопровод
- Складирование двутавров
- Складирование сэндвич-панелей
- Складирование арматурных сеток
- Складирование пиломатериала
- Знак, запрещающий вход
- Знак ограничения скорости движения транспорта
- Знак ограничения скорости движения транспорта
- Трансформаторная подстанция
- Шкаф электропитания крана
- Место хранения контрольного груза
- Мусороприемный бункер
- Место приема раствора и бетона
- Защитное ограждение
- Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
- Башенный кран, рельсовый крановый путь и тупиковые упоры

Экспликация зданий и сооружений

Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
	Ед. изм.	Кол-во		
1. Проектируемое офисное здание	шт.	1	245885x22680	Возводимое здание
2. Гардеробная	шт.	3	6000x3000	Инвентарное
3. Душевая и умывальня	шт.	3	5000x3000	Инвентарное
4. Помещение отдыха и приема пищи	шт.	1	4000x3000	Инвентарное
5. Сушильня	шт.	1	4000x3000	Инвентарное
6. Прорядковая	шт.	1	8000x3000	Инвентарное
7. Туалет	шт.	5	1000x1000	Инвентарное
8. КПП	шт.	2	3000x4000	Инвентарное
9. Пункт мойки колес	шт.	1	12000x6000	Инвентарное
10. Склад	шт.	1	130000x17000	Инвентарное

Технико-экономические показатели

Наименование	Единицы измерения	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м <sup>2</sup>	36958,43
Площадь под постоянными сооружениями	м <sup>2</sup>	5576,67
Площадь под временными сооружениями	м <sup>2</sup>	176
Площадь складов	м <sup>2</sup>	2210
Протяженность временных дорог	км	0,204
Протяженность инженерных коммуникаций	км	0,781
Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,77
Процент использования строительной площадки	%	45

ДП-08.05.01-2020 ОСП

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
Разработал	Махнева А.Н.					
Консультант	Терехова И.И.					
Руководитель	Тарасов А.В.					
Н. контроль	Тарасов А.В.					
Заб. кафедры	Дворидьев С.В.					
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону				Стадия	Лист	Листов
Объектный строительно-генеральный план на возведение наземной части здания				П	14	
						СКУС

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
Строительные конструкции и управляемые системы

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

« \_\_\_\_\_ »

\_\_\_\_\_ 2020 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

тема

Пояснительная записка

Руководитель

29.06.2020 доцент, канд. техн. наук

А.В.Тарасов

инициалы, фамилия

Выпускник

Махнев 29.06.20

А.Н. Махнева

инициалы, фамилия

Красноярск 2020 г.

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме \_\_\_\_\_  
Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

---

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование

наименование раздела

 29.06.2020  
подпись, дата

А.В. Тарасов

инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.М. Сергуничева

инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный

включая фундаменты

наименование раздела

 29.06.2020  
подпись, дата

А.В. Тарасов

инициалы, фамилия

О.М. Преснов

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Организация строительства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

И.И. Терехова

инициалы, фамилия

Технология строительного

производства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

И.И. Терехова

инициалы, фамилия

Экономика строительства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

С.А. Хиревич

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 29.06.2020  
подпись, дата

А.В. Тарасов

инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт  
институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме дипломного проекта

Красноярск 2020 г



Студенту Махневой Анастасии Николаевне  
фамилия, имя, отчество

Группа СС14-11 Направление (профиль) 08.05.01  
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий и сооружений»

Тема выпускной квалификационной работы Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

Утверждена приказом по университету № 486/с от 22 января 2020г

Руководитель ВКР А.В. Тарасов, к.т.н., доцент кафедры СКЧУС, ИСИ СФУ  
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

### Исходные данные для ВКР

Характеристика района строительства и строительной площадки  
г. Ростов-на-Дону, строительско-климатический район - III В, снеговой район - II, ветровой район - III

### Задания по разделам ВКР в виде проекта

#### Вариантное проектирование (1 лист)

Сравнить 3 варианта конструктивной схемы здания

#### Архитектурно-строительный раздел

Теплотехнический расчет ограждающих конструкций, ведомость отделки помещений, экстерьерная отделка помещений и полов, спецификация запорной арматуры, ПЗ к разделу согласно постановлению № 87 РФ

• графический материал (2 листа) Планы 1-го и 5-го этажа, 2 разреза, фасад, план кровли, узлы

Консультант ВКР Е.М. Вергункина, к.т.н., доцент каф. ПЗиЭН  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

#### Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

Выполнить расчет пространственной схемы здания, произвести подбор элементов, запроектировать фланцевое соединение колонн, узел сопряжения ригелей с колонной, сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной, соединение крестовых связей с балкой, базу колонны

- графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД) – 6 листов схема расположения основных несущих элементов каркаса, рамы каркаса, фланцевое соединение колонн, узел сопряжения ригеля с колонной, сопряжение балок в консольной части каркаса и вертикальных наклонных связей с колонной, соединение крестовых связей с балкой, база колонны

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

### Фундаменты

Разработать фундамент под объект в вариантах мелкозаложенного и свайном. Выполнить сравнение вариантов

- графический материал (1 лист) Схема расположения элементов фундамента, план фундамента и разрезы, чертежи арматурных сеток

Консультант ВКР О.М. Яременов, к.т.н., доцент каф. АДиПС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### Технология строительного производства

Технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания (согласно МЭС 12.29.2006)

- графический материал (1-2 листа) Схема производства работ, график производства работ, схемы монтажа, калькуляция трудовых затрат

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

### Организация строительного производства

Расчет сетевого графика, проектирование строительного генерального плана на возведение наземной части здания

- графический материал (2 листа) Сетевой график, объектный строительный генеральный план на период возведения наземной части здания, ТЭП

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 объекта, локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса здания, технико-экономические показатели

Консультант ВКР С.А. Хиревич, к.т.н., доцент каф. ПВиЭН  
(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 февраля – 14 февраля
Архитектурно-строительный	17 февраля – 13 марта
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	16 марта – 17 апреля
Технология строительного производства	20 апреля – 1 мая
Организация строительного производства	4 мая – 15 мая
Экономика строительства	18 мая – 1 июня

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_

подпись

А.В. Тарасов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

Мах

подпись

А.Н. Махнева

инициалы и фамилия

« 3 » феврале

\_\_\_\_\_ 2020 г.

**Отзыв руководителя  
на выпускную квалификационную работу**

Тема «Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону»

Автор (ФИО) Махнева Анастасия Николаевна

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 в Ростовской области прослеживается стабильный рост численности трудоспособного населения и людей, занятых в сферах, для которых нужны офисные помещения; согласно анализу рынка коммерческой недвижимости города инвесторы проявляют большой интерес к офисному сегменту, однако сказывается ограниченность предложения качественных офисных объектов, что и обуславливает потребность в строительстве запроектированного здания.

Логическая последовательность структуры работы

1 Вариантное проектирование

2 Архитектурно-строительный раздел

3 Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. проектирование фундаментов

4 Раздел «Технология и организация строительного производства»

5 Раздел «Экономика строительства»

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 Махневой А.Н. является самостоятельной, целостной. Анастасия Николаевна в ходе написания выпускной квалификационной работы

показала 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) \_\_\_\_\_

Махнева Анастасия Николаевна заслуживает присвоения ей (ему)

(фамилия, имя, отчество)

квалификации инженер-строитель по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель ВКР

 06.07.2020  
(подпись)

А. В. Тарасов  
(инициалы, фамилия)

## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект студента отделения ПГС  
ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный Университет»  
Инженерно-строительный институт»  
Махневой Анастасии Николаевны  
(Ф.И.О. полностью)

Специальность 08.05.01

Тема: Офисное здание с консольным вылетом 35 м в г. Ростов-на-Дону

Проанализировав материалы дипломного проекта, отмечается:

1. Актуальность темы: в Ростовской области прослеживается стабильный рост численности трудоспособного населения и людей, занятых в сферах, для которых нужны офисные помещения; согласно анализу рынка коммерческой недвижимости города инвесторы проявляют большой интерес к офисному сегменту, однако сказывается ограниченность предложения качественных офисных объектов, что и обуславливает потребность в строительстве запроектированного здания. Таким образом, можно сделать вывод, что строительство офисного здания в г. Ростов-на-Дону обосновано: город нуждается в офисных помещениях класса А, для которых характерны удачное расположение, хорошая транспортная доступность, оптимальные планировочные решения, высокое качество отделки, современный уровень инженерных коммуникаций, наличие автоматизированных систем жизнеобеспечения.

2. Дипломный проект оформлен в соответствии с требованиями СТО 4.2-07-2014 «Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности». Графическая часть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1101-2013 «Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к проектной и рабочей документации».

3. При разработке проекта автором был выполнен следующий объем работ:

3.1 В разделе вариантного проектирования рассмотрены три варианта расположения вертикальных связей в плоскости колонн в консольной части здания и принята наиболее оптимальная система связей с точки зрения максимальных прогибов, материалоемкости и архитектурного облика;

3.2 В архитектурном разделе выполнены планы 1-го и 5-го этажа, 2 разреза, фасад, план кровли, узлы, экспликация помещений, полов. Представлен теплотехнический расчет ограждающих конструкций;

3.3 В расчетно-конструктивном разделе выполнен расчет пространственной схемы здания, произведен подбор элементов и конструирование узловых соединений;

3.4 На основании вариантного проектирования фундаментов (столбчатого и свайного) путем сравнения технико-экономических показателей был выбран наиболее эффективный вариант – фундамент неглубокого заложения, так как он более экономичный и менее трудоемкий;

3.5 Разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания, в которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ;

3.6 Разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания, а также составлен сетевой график на период всего строительства, итогами которого является наглядное изображение продолжительности и последовательности основных строительно-монтажных работ;

3.7 Составлен и проанализирован локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса здания. Рассчитаны технико-экономические показатели.

4. Практическая ценность: строительство объекта создаст максимально выгодные условия для протекания рабочего процесса в офисном пространстве, экологически-сбалансированную и комфортную среду с использованием наиболее энергоэкономичных архитектурно – планировочных решений.

5. Положительные стороны дипломного проекта:

5.1 Графическая часть и пояснительная записка достаточно полно раскрывают суть проекта.

5.2 Используются современные методы возведения здания и строительные материалы с учетом экономических составляющих.

6. Замечания по работе отсутствуют

7. В целом, дипломный проект отвечает предъявляемым к нему требованиям и заслуживает оценки «отлично», а его автор Махнева Анастасия Николаевна заслуживает присвоения квалификации инженера-строителя.

Рецензент  
Главный инженер  
ООО «ЕнисейСтрой»

 Гавриленко А.Г.

6 июля 2020 г.

# Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: Махнева А Н  
 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: 96801  
 Начало загрузки: 07.07.2020 07:36:49  
 Длительность загрузки: 00:01:25  
 Имя исходного файла: Неизвестно  
 Название документа: Дипломный проект  
 Размер текста: 1 кБ  
 Тип документа: Выпускная квалификационная работа  
 Символов в тексте: 324314  
 Слов в тексте: 35272  
 Число предложений: 2031

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
 Начало проверки: 07.07.2020 07:38:15  
 Длительность проверки: 00:02:52  
 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), 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 общепотребительных выражений, Кольцо вузов



### ЗАИМСТВОВАНИЯ

13,29%

### САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

### ЦИТИРОВАНИЯ

14,98%

### ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

71,73%

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]	0%	5,12%	Е. Н. Романенкова Справочник по стро.	<a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	09 Июн 2020	Коллекция РГБ	0	64
[02]	0%	4,76%	ТБ в ССО	<a href="http://sibstrin.ru">http://sibstrin.ru</a>	18 Дек 2016	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	38
[03]	4,46%	4,75%	Постановление Госстроя РФ от 23 июл...	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	22 Фев 2019	Коллекция ГАРАНТ	35	46
[04]	0%	4,74%	rsl01004889568.txt	<a href="http://dlib.rsl.ru">http://dlib.rsl.ru</a>	17 Фев 2014	Коллекция РГБ	0	40
[05]	0%	4,7%	Безопасность труда в строительстве С...	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	45
[06]	0%	4,69%	"СНИП 12-03-2001 «Безопасность труда...	<a href="https://book.ru">https://book.ru</a>	03 Июл 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	46
[07]	0,49%	4,32%	Методическое пособие по проведению	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	04 Мар 2019	Коллекция ГАРАНТ	11	51
[08]	0,05%	4,27%	54666	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	09 Мар 2016	Сводная коллекция ЭБС	5	123
[09]	0%	4,24%	Строительные нормы и правила СНИП..	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>	25 Июл 2019	Коллекция ГАРАНТ	0	57
[10]	0,31%	4,15%	Справочник слесаря-монтажника техн..	<a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>	20 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	5	79
[11]	0%	4,13%	Справочник по строительству: нормат..	<a href="http://studentlibrary.ru">http://studentlibrary.ru</a>	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	117
[12]	0%	4,12%	Справочник по строительству: нормат..	<a href="http://studentlibrary.ru">http://studentlibrary.ru</a>	19 Дек 2016	Коллекция Медицина	0	111
[13]	0%	3,84%	Справочник слесаря-монтажника техн..	<a href="http://studentlibrary.ru">http://studentlibrary.ru</a>	27 Ноя 2017	Сводная коллекция ЭБС	0	74
[14]	2,63%	3,12%	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	<a href="http://myleksii.ru">http://myleksii.ru</a>	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	30	33
[15]	0%	2,88%	СТ1403_Конев_Д_В_ВКР.pdf	не указано	28 Июн 2018	Кольцо вузов	0	42
[16]	0,07%	2,79%	ВКР_Зауторов Р.О._ПГС.doc	не указано	16 Фев 2016	Кольцо вузов	3	41