

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  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»  
код и наименование специальности

5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1  
тема

Пояснительная записка

Руководитель	_____	<u>доцент каф. СКиУС, к.т.н.</u>	<u>А.В. Фроловская</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>А.Д. Власов</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2022

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме \_\_\_\_\_  
*5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1*

---

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.В. Фроловская

инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

Е.М. Сергуничева

инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный,

включая фундаменты

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.В. Фроловская

инициалы, фамилия

\_\_\_\_\_

подпись, дата

О.М. Преснов

инициалы, фамилия

Организация строительства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.Н. Шапошников

инициалы, фамилия

Технология строительного

производства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.Н. Шапошников

инициалы, фамилия

Экономика строительства

наименование раздела

\_\_\_\_\_

подпись, дата

И.А. Саенко

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.В. Фроловская

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  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме \_\_\_\_\_ **дипломного проекта** \_\_\_\_\_

Красноярск 2022

Студенту Власову Александру Дмитриевичу  
фамилия, имя, отчество

Группа СС16-12 Направление (профиль) 08.05.01  
номер код

«Строительство уникальных зданий и сооружений»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы 5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1

Утверждена приказом по университету № 3632/с от 05.03.2022 г.

Руководитель ВКР А.В. Фроловская, к.т.н., доцент каф. СКиУС  
инициалы, фамилия должность, ученое звание и место работы

### **Исходные данные для ВКР**

Характеристика района строительства и строительной площадки

г. Москва; снеговой район – III; ветровой район – I.

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

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

Рассмотреть три варианта конструктивных решений покрытия

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

ПЗ согласно постановлению №87; ТТР наружных ограждающих конструкций; экспликация полов; ведомость заполнения проёмов и отделки помещений

• графический материал (2 листа): Фасад; планы этажей; разрез; план кровли; экспликация помещений; узловые решения.

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 расчёт пространственной расчётной схемы с использованием САПР; выполнить конструирование основных несущих узлов.

• графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД)-6 листов: Планы (схемы) расположения несущих элементов, разрезы, узлы, ведомости, спецификации

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



## **Фундаменты**

Разработать плитный и свайно-плитный фундамент на буронабивных сваях; выполнить сравнение вариантов.

• *графический материал (1 лист):* Нижнее и верхнее армирование фундаментной плиты; инженерно-геологический разрез; схемы армирования; спецификация элементов.

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

## **Технология строительного производства**

Технологическая карта на устройство котлована здания

• *графический материал (1-2 листа):* Схема производства работ; этапы 1-4; график производства работ; ТЭП и т.д.

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

## **Организация строительного производства**

Стройгенплан на период выполнения земляных работ; Календарный план на весь период строительства.

• *графический материал (2 листа):* СГП; ТЭП; экспликация зданий и сооружений; календарный график производства работ

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

## **Экономика строительства**

СЭО реализации проекта; составление и анализ структуры ЛСР на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями; ТЭП проекта.

Консультант ВКР И.А. Саенко, к.э.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	31.01-07.02
Архитектурно-строительный	08.02-28.02
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	01.03-11.04
Технология строительного производства	12.04-30.04
Организация строительного производства	02.05-28.05
Экономика строительства	30.05-13.06

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Задание принял к исполнению

А.Д. Власов  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## Реферат

Выпускная квалификационная работа по теме «5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1» содержит 140 страниц текстовой части, 3 приложения, 46 использованных источников, 13 листов графической части.

Ключевые слова: СТРОИТЕЛЬСТВО, ПОДЗЕМНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ЛАБОРАТОРИЯ, СМЕШАННЫЙ КАРКАС, БУРОНАБИВНЫЕ СВАИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН, ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ, МОНОЛИТНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОН, СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.

Вид строительства – новое строительство.

Объект проектирования – 5-ти этажная подземная лаборатория.

Цель разработки проекта – запроектировать подземную лабораторию с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных и других норм.

Задачи дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение полученных теоретических и практических навыков по специальности;
- подтверждение навыков умения решения инженерных задач;
- показать готовность к практической работе в условиях современного строительства.

В результате проектирования были определены оптимальные конструктивные и архитектурные решения, которые наиболее полно удовлетворяют предъявляемым требованиям.

Разработан проект строительства новой подземной лаборатории.

Продолжительность строительства составит 566 дня.

Произведены:

- сравнение трёх вариантов конструктивных решений покрытия;
- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- конструктивные расчеты основных несущих конструкций здания: металлические элементы, железобетонное ядро жёсткости, перекрытия;
- сравнение двух вариантов устройства фундамента: плитный и свайно-плитный на буронабивных сваях;
- разработана технологическая карта на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями;
- разработаны строительный генеральный план на подземный период строительства и календарный график производства работ на весь период строительства.
- выполнен локальный сметный расчет на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями, посчитаны технико-экономические показатели проекта.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Вариантное проектирование.....	6
1.1 Вариант №1. Покрытие в виде шестиугольной пирамиды.....	6
1.2 Вариант №2. Покрытие в виде правильного шестиугольника .....	7
1.3 Вариант №3. Плоская кровля .....	8
1.4 Сравнение вариантов .....	8
2 Архитектурно-строительный раздел.....	10
2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации.....	10
2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства .....	11
2.3 Описание и обоснование использованных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства .....	12
2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	12
2.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей .....	12
2.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия .....	13
2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости) .....	13
2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров для объектов непромышленного назначения.....	13
2.9 Теплотехнический расчет .....	14
2.9.1 Теплотехнический расчет наружных стен .....	14
2.9.2 Теплотехнический расчет остекления покрытия.....	16
3 Расчетно-конструктивный раздел .....	17
3.1 Исходные данные .....	17
3.2 Расчетная схема здания.....	18

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разработал</i>	<i>Власов А.Д.</i>				<i>Подземная 5-ти этажная лаборатория БИ-1</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	<i>Фроловская А.В.</i>					<i>П</i>		
<i>Н. контроль</i>	<i>Фроловская А.В.</i>					<i>СКУС</i>		
<i>Зав. кафедр.</i>	<i>Георгиев С.В.</i>							

3.3 Сбор нагрузок.....	19
3.3.1 Собственный вес .....	20
3.3.2 Нагрузки от оборудования, людей, животных, складированных материалов и изделий, транспортных средств .....	20
3.3.3 Нагрузки от веса полов, перегородок и витражной системы .....	23
3.3.4 Снеговые нагрузки .....	24
3.3.5 Ветровые нагрузки .....	25
3.3.6 Давление грунта .....	28
3.3.7 Прогрессирующее обрушение .....	31
3.4 Расчет конструкций с использованием ПК SCAD .....	34
3.4.1 Расчетные сочетания усилий .....	34
3.4.2 Результаты расчета.....	35
3.4.3 Стальные элементы .....	37
3.4.4 Железобетонные элементы .....	55
3.5 Расчет элементов и узлов.....	63
3.5.1 Расчет колонны.....	63
3.5.2 Расчет главной балки .....	66
3.5.3 Расчет элемента каркаса покрытия .....	67
3.5.4 Расчет узла сопряжения главных балок с колонной .....	68
3.5.5 Расчет узла сопряжения главных балок с колонной .....	72
3.5.6 Расчет карнизного узла пирамиды покрытия .....	75
4.6 Проектирование фундаментов.....	77
4.6.1 Исходные данные для проектирования.....	77
4.6.2 Вариантное проектирование .....	77
4.6.3 1 вариант - плитный фундамент .....	77
4.6.4 2 вариант - свайный фундамент .....	91
5 Технология строительного процесса .....	96
5.1 Технологическая карта на устройство котлована здания .....	96
5.1.1 Область применения .....	96
5.1.2 Общие положения .....	96
5.1.3 Организация и технология выполнения работ .....	96
5.1.4 Требования к качеству работ .....	102
5.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах .....	103
5.1.6 Техника безопасности и охрана труда .....	107
5.1.7 Техничко-экономические показатели .....	108

										Лист
										2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ					

6	Организация строительного производства .....	108
6.1	Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства .....	108
6.2	Оценка развитости транспортной инфраструктуры.....	109
6.3	Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства.....	110
6.4	Перечень мероприятий по привлечению для осуществления строительства квалифицированных специалистов, в том числе для выполнения работ вахтовым методом .....	110
6.5	Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства, обоснование необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства.....	110
6.6	Описание особенности проведения работ в условиях действующих предприятий, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов производственного назначения .....	111
6.7	Описание особенностей проведения работ в условиях стеснённой городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов непроизводственного назначения.....	112
6.8	Обеспечение принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательности возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства .....	112
6.9	Перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участок сетей инженерно-технологического обеспечения, подлежит освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций .....	114
6.10	Технологическая последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов .....	115
6.11	Обоснования потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а также в электроэнергии, паре, воде, временных зданиях и сооружениях. ....	120
6.11.1	Потребность в трудовых ресурсах .....	120
6.11.2	Потребность во временных зданиях и сооружениях.....	120
6.11.3	Потребность в электроснабжении строительной площадки.....	121
6.11.4	Временное водоснабжение .....	121
6.11.5	Расчёт потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене .....	122

						<i>Лист</i>
						3
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>	

6.11.6	Определение потребности в основных строительных машинах и механизмах .....	123
6.12	Обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций .....	124
6.13	Предложения по обеспечению контроля качества строительных и монтажных работ, а также поставляемых на площадку и монтируемых оборудования, конструкций и материалов .....	125
6.13	Обоснование потребности в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве.....	127
6.14	Обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов .....	127
7	Экономика строительства .....	128
7.1	Социально-экономическое обоснование .....	128
7.2	Сопоставление и анализ структуры локального сметного расчета на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями .....	132
7.3	Технико-экономические показатели .....	133
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	136
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	137
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	142
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	143
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	144

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Объектом выпускной квалификационной работы является 5-ти этажная подземная лаборатория.

Особенностью проектируемого здания является заглубление на 29 метров. Строительство подземных сооружений помогает найти решения для различных задач, таких как градостроительство (проблема нехватки места), безопасность (опасные работы ведутся под землей), национальный (развитие научно-исследовательской отрасли) и др.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности;
- подтвердить умение решать различные инженерно-строительные задачи на основе полученных знаний;
- показать подготовленность к практической работе в условиях современного строительства.

Задачи разработки проекта:

- запроектировать подземное здание с соблюдением всех строительных и пожарных норм.

Цель строительства:

- создание нового пространства для научно-исследовательской деятельности.

В результате расчетов были определены наиболее оптимальные конструктивные и архитектурные решения.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте. В дипломном проекте были выполнены следующие разделы:

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

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



# 1 Вариантное проектирование

В данном разделе необходимо выполнить сравнение нескольких вариантов основной несущей конструкции здания, произвести упрощенный расчет и по его результатам, а также в следствии сравнения экономических и прочих признаков, произвести выбор наиболее выгодного варианта.

Было принято решение сравнить конструкции покрытия:

1-ый вариант – пирамидообразное шестиугольное светопрозрачное покрытие по стальному каркасу;

2-ой вариант – прямоугольное светопрозрачное покрытие в виде правильного шестиугольника;

3-ий вариант – плоская кровля.

Произведем упрощенный расчёт двух типов покрытия в ПК SCAD, для определения расхода стали, максимальных суммарных перемещений, а также сформулируем и проанализируем достоинства и недостатки каждого варианта.

## 1.1 Вариант №1. Покрытие в виде шестиугольной пирамиды

Данное покрытие выполнено из стального каркаса – труб квадратного сечения по ГОСТ 32931-2015, смотреть рис. 1.1. Покрытие в плане представляет собой правильный шестиугольник со стороной 25,58 м и высотой 14 м. Ограждающие конструкции выполнены из стеклопакета по алюминиевому профилю по ГОСТ 21519-2003. На покрытие действует снеговая и ветровая нагрузки, нагрузка от собственного веса несущих элементов покрытия и веса ограждающих конструкций.

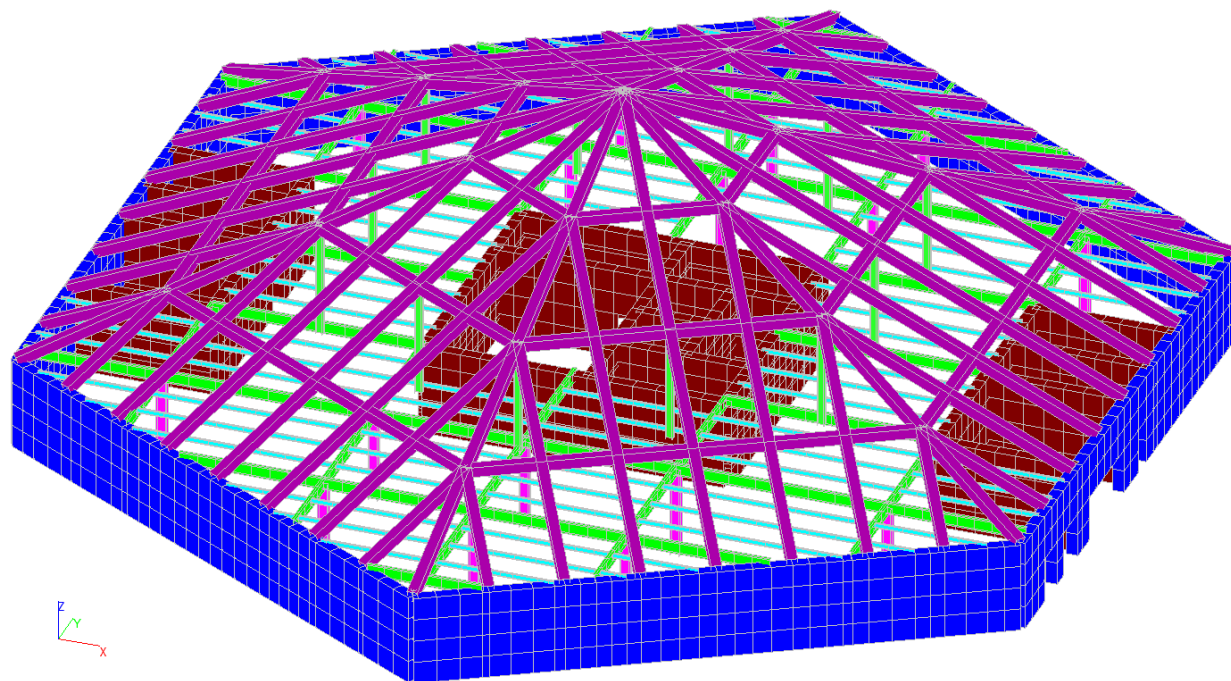


Рисунок 1.1 – Расчетная схема 1-ый вариант

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

В результате расчета в ПК SCAD и произведенного подбора сечений принимаем квадратные трубы 450x450x8. Максимальное суммарное перемещение составило 14,16 мм. Необходимое количество квадратной трубы – около 620 метров. Вес одного погонного метра 0,1093 т. Всего на данную конструкцию потребуется примерно 67,77 т.

Объем помещения под данным вариантом составляет около 6695 м<sup>3</sup> и имеет площадь около 1689 м<sup>2</sup>, где будет располагаться обеденный зал кафе.

## 1.2 Вариант №2. Покрытие в виде правильного шестиугольника

Данное покрытие выполнено из стального каркаса – стальных балок и колонн двутаврового сечения по ГОСТ Р 57837-2017, смотреть рис. 1.2. Покрытие в плане представляет собой правильный шестиугольник со стороной 25,58 м и высотой 14 м. Ограждающие конструкции выполнены из стеклопакета по алюминиевому профилю по ГОСТ 21519-2003. На покрытие действует снеговая и ветровая нагрузки, нагрузка от собственного веса и веса ограждающих конструкций.

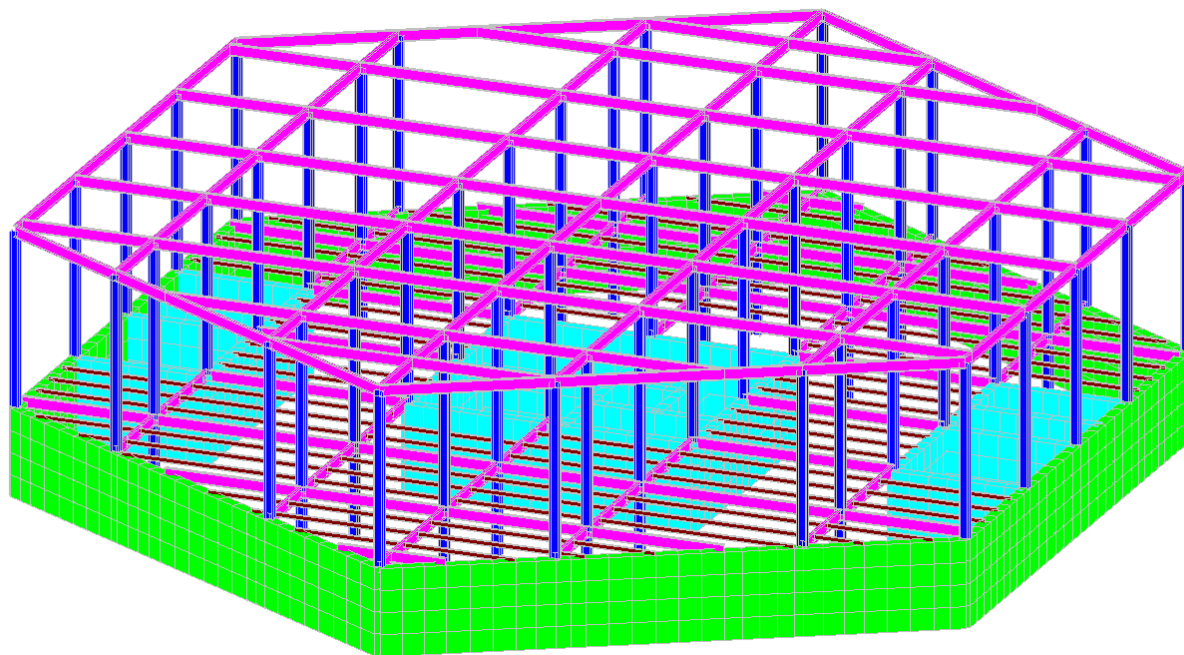


Рисунок 1.2 – Расчетная схема 2-ой вариант

В результате расчета в ПК SCAD и произведенного подбора сечений принимаем двутавровые балки различных сечений и двутавровые колонны. Максимальное суммарное перемещение составило 20,09 мм. Необходимое количество двутавра 90Б2(1 м = 0,2138 т) – 42 м; 70Б1(1 м = 0,1293 т) – 130 м; 40Б1(1 м = 0,0566 т) – 350 м; 30К1(1 м = 0,087 т) – 400 м. Всего на данную конструкцию потребуется примерно 80,4 т.

Объем помещения под данным вариантом составляет около 23650 м<sup>3</sup> и имеет площадь около 1689 м<sup>2</sup>, где будет располагаться обеденный зал кафе.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ	

### 1.3 Вариант №3. Плоская кровля

Данное покрытие выполнено из стального каркаса – стальных балок и колонн двутаврового сечения по ГОСТ Р 57837-2017, смотреть рисунок 1.3. Покрытие в плане представляет собой правильный шестиугольник со стороной 25,58 метров. Ограждающей конструкцией является плоская кровля по железобетонному перекрытию. На покрытие действует снеговая и ветровая нагрузки, нагрузка от собственного веса и веса ограждающих конструкций.

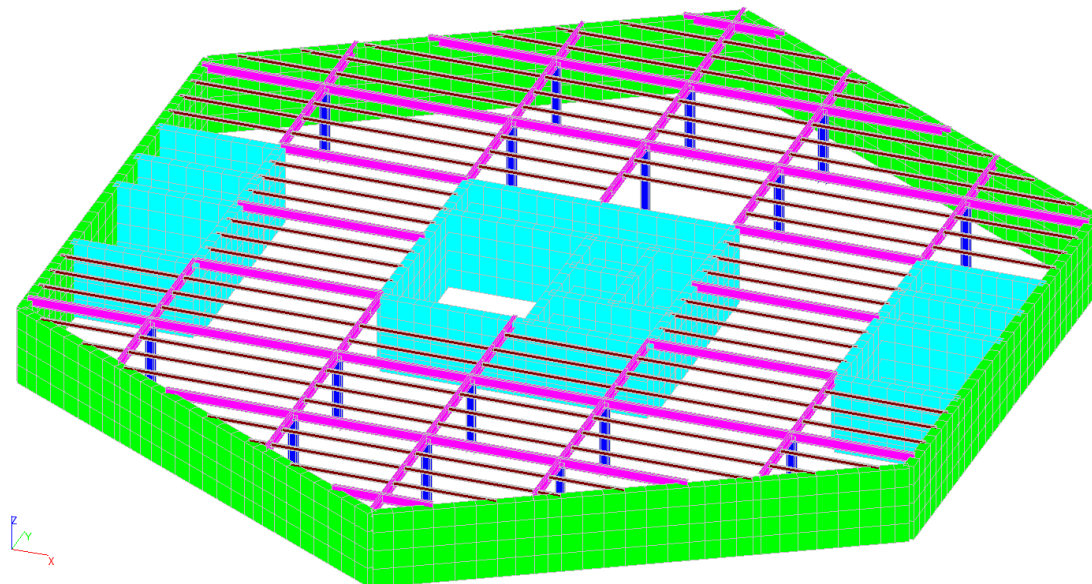


Рисунок 1.3 – Расчетная схема 3-ий вариант

В результате расчета в ПК SCAD и произведенного подбора сечений принимаем двутавровые балки различных сечений и двутавровые колонны. Максимальное суммарное перемещение составило 20,09 мм. Необходимое количество двутавра для главных балок: 70Б1(1 м = 0,1293 т) – 92 м; 40Б1(1 м = 0,0566 т) – 210 м; для второстепенных балок: 70Б1(1м = 0,1293 т) – 110 м; 30Б1(1 м = 0,032 т) – 221 м; 23Б2(1 м = 0,0258 т) – 192 м. Всего на данную конструкцию потребуется примерно 50,03 т.

Объем помещения под данным вариантом составляет около 4575 м<sup>3</sup> и имеет площадь около 1689 м<sup>2</sup>, где будет располагаться обеденный зал кафе.

### 1.4 Сравнение вариантов

Результаты сравнения представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнение результатов

Наименование показателя	Ед. изм.	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Максимальное суммарное РСР	мм	14,16	13,8	10,28

Расход стали на каркас	т	67,77	80,4	50,03
Расход стали на м <sup>2</sup>	кг/м <sup>2</sup>	40,12	47,6	29,62
Объем помещения	м <sup>3</sup>	6695	23650	4575

Вариант 1 имеет лучше показатели относительно 2-ого варианта в плане расхода стали, но полностью уступает 3-ему варианту. Однако, покрытие в виде шестиугольной пирамиды наиболее привлекательно и архитектурно-выразительно и не требует устройства внутреннего водостока в сравнении с плоской кровлей, что в условиях подземного здания может вызвать проблемы. Также благодаря устройству покрытий как в вариантах 1 и 2 появляются дополнительные площади, где будет располагаться обеденный зал кафе.

Принимаем пирамидообразное шестиугольное светопрозрачное покрытие по стальному каркасу.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2 Архитектурно-строительный раздел

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

Проектом предусматривается строительство 5-ти этажной подземной лаборатории с трехуровневым подземным паркингом и кафе в надземной части здания. Конструктивная система здания – ствольно-стендовая, расположено в Московской области, в городе Москва.

Здание находится в 700 м от Волоколамского шоссе. Возле проектируемого здания располагается стадион “Открытие банк Арена”, метро “Спартак”, автобусные остановки, Москва река и развивающийся район с множеством новых жилых комплексов, школ и детских садов. Расположение участка площадью 20000 м<sup>2</sup> представлено на рисунке 2.1.

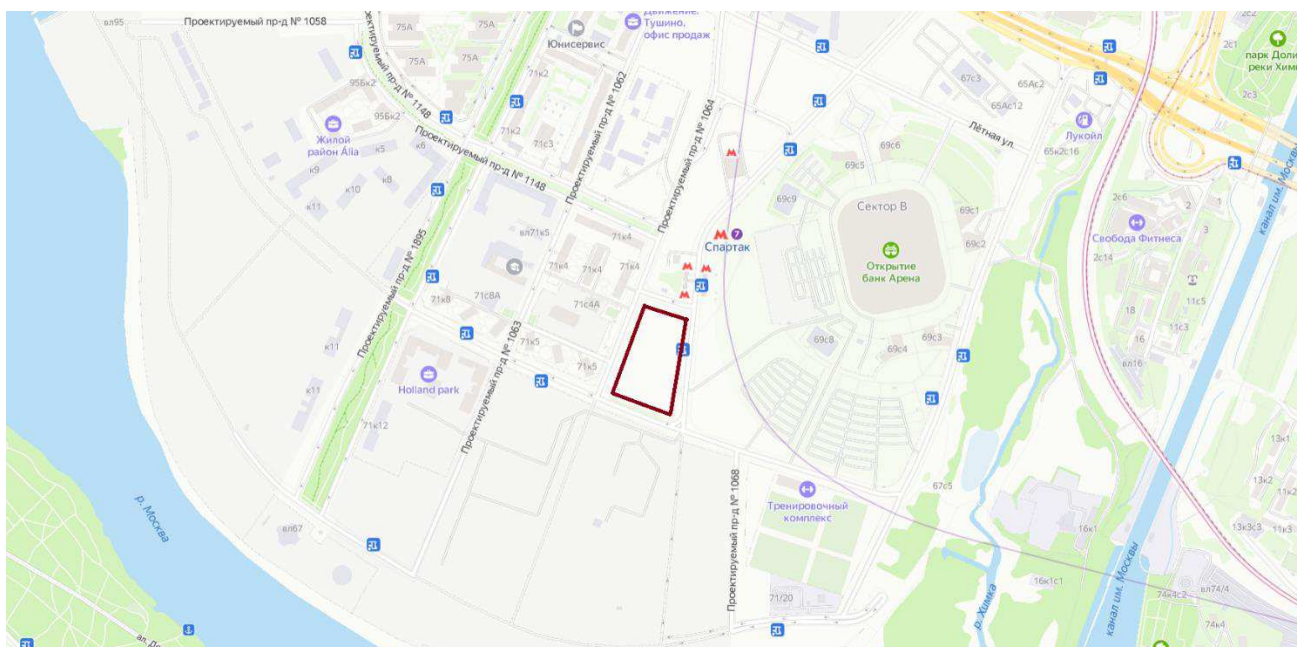


Рисунок 2.1 – Ситуационный план участка

Объект капитального строительства – подземная научная лаборатория с трехуровневым подземным паркингом и кафе в надземной части, глубиной 29 м, расположенное в г. Москва.

Здание в плане имеет правильную шестиугольную форму со стороной равной 25,6 м и площадью 1689 м<sup>2</sup>.

Нулевая отметка 0,000 принята отметка чистого пола первого этажа. Максимальная относительная отметка здания – +14,000, а минимальная – -29,000.

Высота надземного этажа – 4 м; 3 этажа паркинга – по 3 м; 5 этажей лаборатории – по 4 м.

Класс сооружения КС-3 [4, п. 10.1].

Степень огнестойкости здания – I [5, табл. 21].

Класс конструктивной пожарной опасности – С0 [5, табл. 22].

Класс функциональной пожарной опасности – Ф2.2 [5, ст.32].

						Лист
					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Категория здания, сооружений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности – Д [5, ст. 27].

Уровень ответственности здания – повышенный [6, п. 10.1].

Архитектура здания соответствует требованиям, предъявляемым для общественных зданий. Пространственная, планировочная и функциональная организация обусловлена функциональным назначением здания.

На первом этаже располагается 2 кафе. На втором этаже зона отдыха и приёма пищи. С -1 по -3 этажи располагается подземный паркинг на 150 машин. С -4 по -7 располагается научная лаборатория. На -8 этаже находятся технические помещения.

Вертикальное перемещение в здании осуществляется по двум лестничным клеткам типа НЗ [6, п.4.4.15] и трем лифтам, два из которых грузоподъемностью 1000 кг, один из которых может работать в режиме перевозки пожарных подразделений, а также грузовой лифт грузоподъемностью 2000 кг.

## **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 приняты согласно:

– СП 426.1325800.2018 «Конструкции фасадные светопрозрачные зданий и сооружений. Правила проектирования»;

– СП 131.13330.2018 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99»;

– СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009»;

– СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;

– СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;

– СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»;

– СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001»;

– СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95»;

– СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003»;

– СП 50.1330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»;

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						11
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- СП 29.13330.2011 «Полы» актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88;
- СП 17.13330.2017 «Кровли» актуализированная редакция СНиП II-26-76;
- ГОСТ 5746-2015 «Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры»;
- ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»;
- ГОСТ 25772-83 «Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общетехнические условия».

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

Наружные стены первого этажа кирпичные толщиной 380 мм с утеплителем «Rockwool» толщиной 80 мм и облицовочного кирпича толщиной 120 мм. Наружные стены, находящиеся под землей, выполнены из монолитного железобетона толщиной 500 мм.

Входных групп две, каждая из которых оборудована пандусом.

Крыльца и пандусы покрыты облицованы напольной нескользящей плиткой 300x300 мм.

Металлические конструкции и ограждения из нержавеющей стали

Двери наружные раздвижные и из алюминиевых сплавов остекленные, в местах выходов через тамбур лестничной клетки установлены противопожарные по ГОСТ Р 57327-2016

Окна – блоки оконные ПВХ ГОСТ 11214-2003.

Устройство пирамидообразной шестиугольной кровли выполненного из стального каркаса к которому крепится стеклопакет к профилю из алюминиевого сплава.

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

Экспликацию полов см. приложение А.

Ведомость отделки помещений см. Приложение Б.

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

Естественное освещение выполнено согласно [7] с учетом светового климата района строительства и требованиям СанПиН 2.2.1-2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

общественных зданий». Планировка помещений выполнена с учетом норм естественного освещения.

Без естественного освещения спроектированы помещения в подземных этажах здания. Во всех помещениях, предназначенных для длительного пребывания людей, предусмотрено естественное освещение через окна, а также светопрозрачное покрытие здания.

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

Применены следующие архитектурно-строительные решения, обеспечивающие защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия:

- Помещения венткамер расположены внутри железобетонного ядра, что исключает смежность с помещениями с постоянным пребыванием людей.

- Используются шумоглушители для устранения шума от вентиляции.

- Уровень звукового давления от вентиляционных установок не превышает нормативных значений.

- Герметичность системы остекления покрытия обеспечивается за счет уплотнителей и герметизирующих лент.

- Герметичность дверных проёмов обеспечена герметичными притворами.

- Применение минераловатных плит в ограждающих конструкциях

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

Высота здания 14 м, необходимость в светоограждении нужна при высоте здания свыше 45 м, следовательно проведение мероприятий по светоограждению объекта для обеспечения безопасности полета воздушных судов не требуется.

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

Во внутренней отделке помещений используются материалы, отвечающие санитарно-гигиеническим, эстетическим и противопожарным требованиям.

Стены и потолки выполнены в единой цветовой гамме. Инженерные коммуникации “спрятаны” при устройстве потолков типа Армстронг и Грильято. На высоту 1,8 м стены санузлов облицованы плиткой.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## 2.9 Теплотехнический расчет

Природно-климатические данные для района строительства определяем по [1] :

Климатический район и подрайон - ПВ

Среднегодовая температура воздуха, °С: – 4,8

Абсолютная максимальная температура воздуха, °С: 38

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С – 24,5

Абсолютная минимальная температура воздуха, °С: -43

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98, °С: -34

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98, °С: -29

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92, °С: -29

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92, °С: -26

Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°С, сут - 135

Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже +8°С(продолжительность отопительного периода), сут - 204

Средняя температура со среднесуточной температурой ниже 0°С, °С: -5,3

Средняя температура со среднесуточной температурой ниже +8°С, °С: -2,2

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, % - 84

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, % - 57

Преобладающее направление ветров декабрь-февраль - З

Преобладающее направление ветров июнь-август - З

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с - 2

Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с - 0

По совокупности всех метеорологических данных климат района строительства умеренно-континентальный.

Сейсмичность района по [2] 5 баллов.

Согласно [3] нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли равно 1,5 кН/м<sup>2</sup> – III снеговой район. Нормативное значение ветрового давления 0,23 кПа – I ветровой район.

### 2.9.1 Теплотехнический расчет наружных стен

В соответствии с требованиями [8], приведенное сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции должно быть не менее нормируемого значения, температурный перепад между температурой

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены не должна превышать нормируемого значения.

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен определяем по формуле (2.1), согласно [п.5.2, 8]:

$$R_0^{\text{норм}} = R_0^{\text{тп}} \cdot m_p, \quad (2.1)$$

где  $R_0^{\text{тп}}$  - базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $\text{м} \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП),  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , региона строительства и определять по [табл.3, 8];

$m_p$  - коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

Градусо-сутки отопительного периода,  $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$ , определяем по формуле (2.2) согласно [п.5.2, 8]:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (2.2)$$

где  $t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха,  $\text{°C}$ , и продолжительность,  $\text{сут}/\text{год}$ , отопительного периода для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более  $8 \text{°C}$ , принимаемые по [табл.1, 8];

$t_{\text{в}}$  - расчетная температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ , принимаемая по [табл.1, 8].

Согласно [прим.1, табл.3, 8]  $R_0^{\text{тп}}$  рассчитывается по формуле (2.3):

$$R_0^{\text{тп}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (2.3)$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по [табл.3, 8] для соответствующих групп зданий.

Для стен принимаем  $a=0,0003$ ,  $b=1,2$ .

Определим ГСОП по формуле (2.2) и  $R_0^{\text{тп}}$  по формуле (2.3):

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}} = (19 - (-4,8)) \cdot 204 = 4855,2 \text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}.$$

$$R_0^{\text{тп}} = a \cdot \text{ГСОП} + b = 0,0003 \cdot 4855,2 + 1,2 = 2,66 \text{ м} \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Наружные стены из кирпича толщиной 380 мм с утеплителем «Rockwool» и облицовочного кирпича толщиной 120 мм.

Теплотехнические характеристики материалов:

Кирпич глиняный сплошной - теплопроводность  $\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  по [прил. Т, 8];

Утеплитель «Rockwool» - теплопроводность  $\lambda = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  по данным производителя;

Кирпич керамический пустотный - теплопроводность  $\lambda = 0,47 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$  по [прил. Т, 8].

Необходимая толщина утеплителя определяется исходя из:

$$R_0^{\text{тп}} = \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_0 + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) = \left( \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) = 2,66 \text{ м} \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Находим толщину утеплителя:

$$\delta_2 = \left( R_0^{\text{тп}} - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_2 = \left( 2,66 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,38}{0,7} - \frac{0,12}{0,47} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,037 = 0,073 \text{ м}.$$

Принимаем утеплитель «Rockwool» толщиной 80 мм.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таким образом, реальное сопротивление теплопередаче  $R_0$  принятой конструкции составит:

$$R_0 = \left( \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} \right) = \left( \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,7} + \frac{0,08}{0,037} + \frac{0,12}{0,47} + \frac{1}{23} \right) = 3,01 \text{ м} \cdot \text{°C/Вт}.$$

Температурный перепад  $\Delta t$  между температурой внутреннего воздуха  $t_B$  и температурой внутренней поверхности  $t_B$  ограждающей конструкции должен составлять не более  $4,5^\circ\text{C}$  для поверхностей стен в общественных зданиях. Для данной конструкции:

$$\Delta t = \frac{n \cdot (t_B - t_H)}{R_0 \cdot \alpha_B} = \frac{1 \cdot (19 - (-26))}{3,01 \cdot 8,7} = 1,72 \text{ °C}.$$

Определим температуру внутренней поверхности стены и сравним ее с температурой точки росы:

$$t_B = t_B - \Delta t = 19 - 1,72 = 17,28 \text{ °C} \geq t_d = 8,71 \text{ °C},$$

где  $t_d$  – температура точки росы по [прил. Р, СП 23.101.2004].

Принимаем утеплитель «Rockwool» толщиной 80 мм.

## 2.9.2 Теплотехнический расчет остекления покрытия

Требуемое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции согласно [8] составляет  $R_0^{\text{TP}} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ . По данным производителя светопрозрачных покрытий AWS 70 BS.HI из полупрозрачного стекла расчетное сопротивление структурного остекления имеет класс по сопротивлению теплопередаче А и составляет  $1,11 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт}$ .

$R_0 = 1,11 (\text{м}^2 \cdot \text{°C}) / \text{Вт} > R_0^{\text{TP}} = 0,74 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ , условие выполняется.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3 Расчетно-конструктивный раздел

#### 3.1 Исходные данные

Здание имеет правильную шестиугольную форму со стороной равной 25,6 м, высотой 14 м и глубиной 29 м от отметки 0,000, за которую принята поверхность земли.

Конструктивная схема - ствольно-стендовая:

- Ствольная часть – монолитный железобетон (от отметки +4,000 до -29,000);
- Стены подземной части – монолитный железобетон (от отметки 0,000 до -29,000);
- Стены надземной части – кирпичная кладка 380 мм (от отметки 0,000 до +4,000);
- Перегородки – пенобетонные блоки;
- Покрытие – стальной каркас с витражной системой (от отметки 0,000 до +14,000);
- Внутренний каркас – стальные колонны и балки;
- Фундамент – плитный (отметка низа подошвы -29,700).

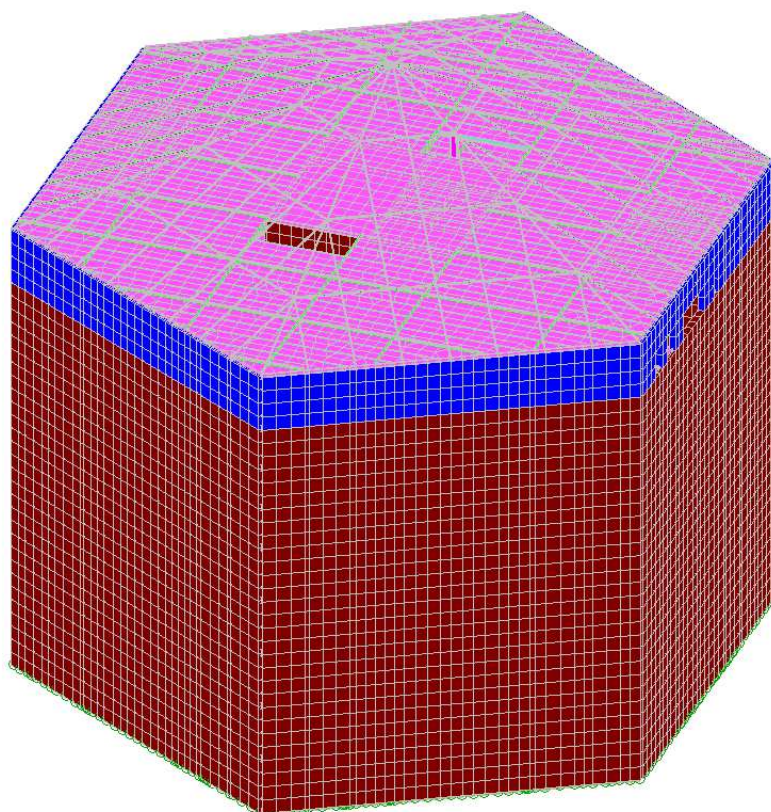
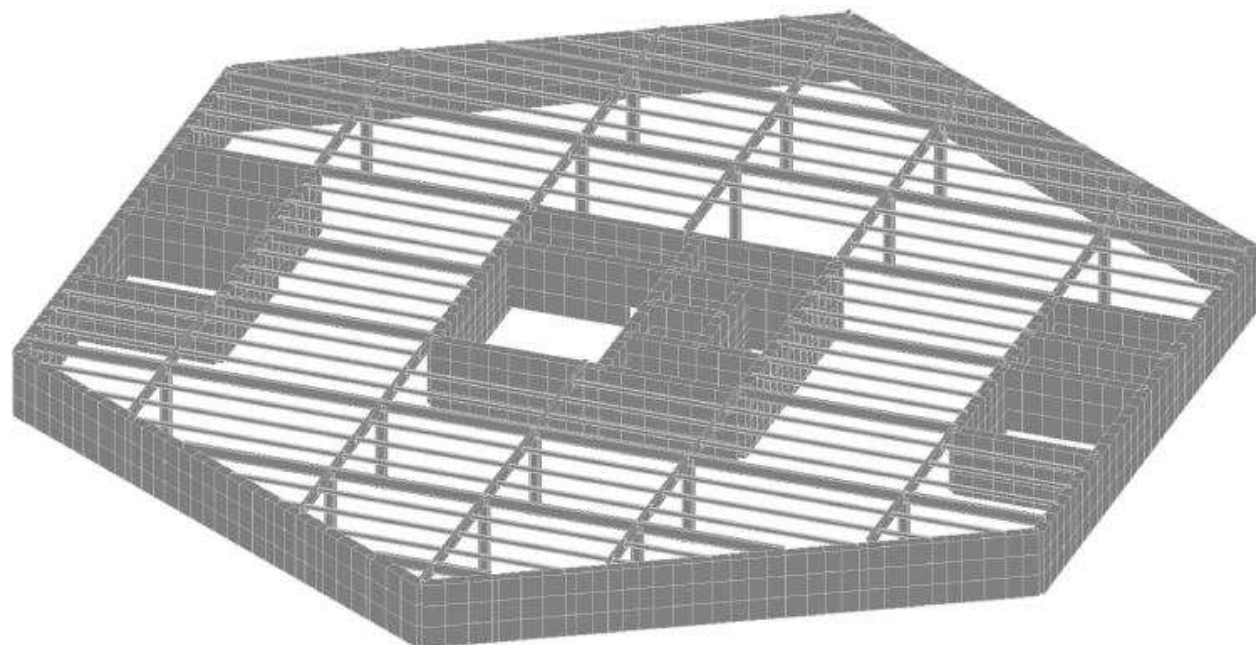
Характеристики района строительства (г. Москва):

- Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98, °С: -29;
- Средняя температура со среднесуточной температурой ниже +8°С, °С: -2,2;
- Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже +8°С (продолжительность отопительного периода), сут – 204;
- Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с – 2;
- Преобладающее направление ветров декабрь-февраль – 3;
- Снеговой район – III;
- Нормативное значение веса снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли - 1,5 кН/м<sup>2</sup>;
- Ветровой район – I;
- Нормативное значение ветрового давления - 0,23 кПа;
- Тип местности – С.

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				







№	Цвет	Идентификатор	Наименование	Объем
?	?	?		0
1	Green	50Б1	Главные балки	1172
2	Cyan	20Б1	Второстепенные балки	1498
3	Blue	h=0.5	Стена кирпич	760
4	Purple	40К1	Колонны	144
5	Red	h=0.5	Стена ж/б	13867
6	Olive	L100x10		0
7	Blue	100x60x3	Каркас покрытия	192
8	Pink	h=0.2	Плита перекрытия	22845
9	Green	h=0.5	Фундаментная плита	2976
10	Light Green	X, Y, Ux, Uy, Uz		2909

Рисунок 3.2 – Расчетная схема здания в ПК SCAD

### 3.3 Сбор нагрузок

Сбор нагрузок выполняем по [9]. На здание действуют следующие нагрузки: собственный вес, вес оборудования, нагрузка от людей и автотранспорта, нагрузки от веса полов, перегородок и витражной системы, снеговые и ветровые нагрузки, давление грунта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### 3.3.1 Собственный вес

Собираем автоматически в ПК SCAD, согласно заданным жесткостям.

Коэффициент надежности по нагрузке для железобетонных конструкций –  $\gamma_f = 1,1$ , для металлических конструкций –  $\gamma_f = 1,05$ , для грунтов –  $\gamma_f = 1,1$ .

### 3.3.2 Нагрузки от оборудования, людей, животных, складированных материалов и изделий, транспортных средств

- Вес оборудования в лаборатории(на отметках -29,000, -25,000, -21,000, -17,000 и -13,000, в осях А-В и К-М) и кафе(на отметке 0,000, в осях А-В и К-М) зададим равномерно-распределенной нагрузкой, равной  $1 \text{ кН/м}^2$ , с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,05$ ;

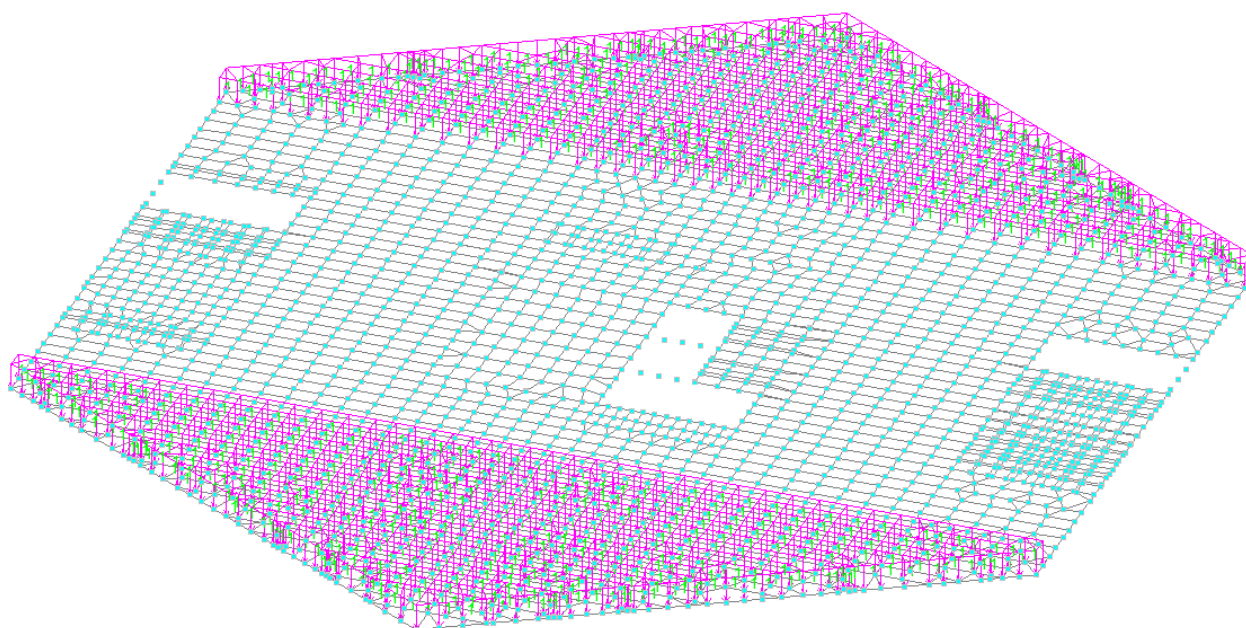


Рисунок 3.3 – Схема приложения нагрузки от оборудования в лаборатории и кафе

- Нагрузка от людей в кабинетах лаборатории(на отметках -29,000, -25,000, -21,000, -17,000 и -13,000, в осях А-В и К-М) и помещениях кафе(на отметке 0,000, в осях А-В и К-М) –  $2 \text{ кН/м}^2$ ;

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



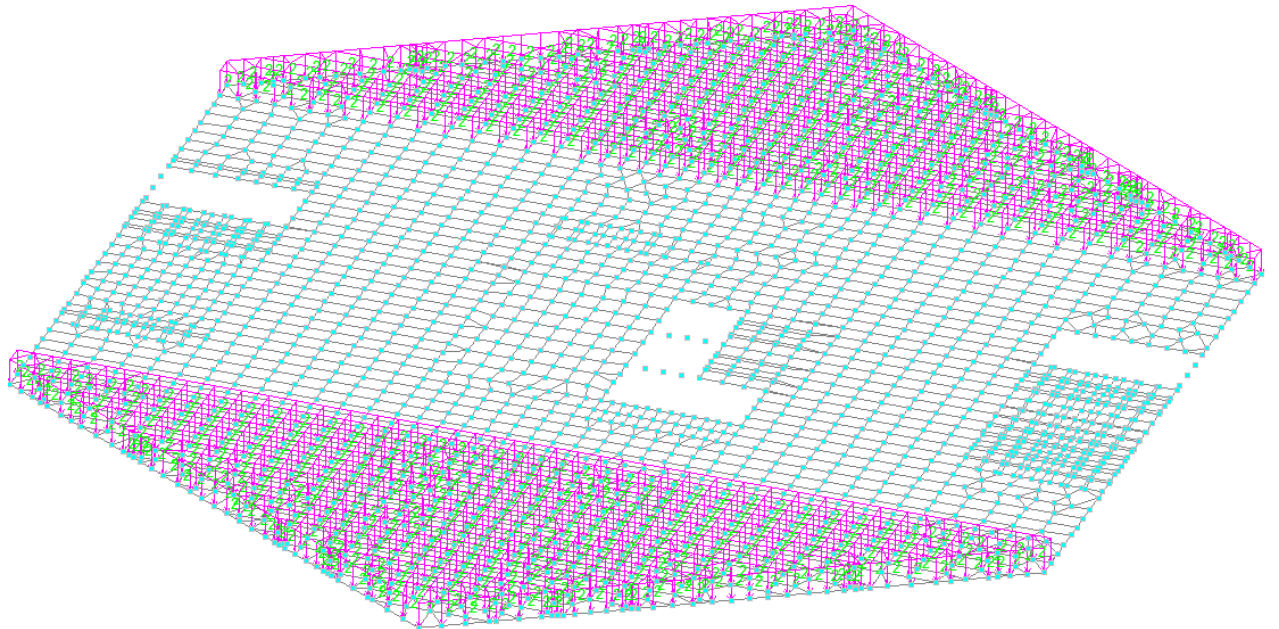


Рисунок 3.4 – Схема приложения нагрузки от людей в лаборатории и кафе  
 - Нагрузка в залах обеденных кафе(на отметке +4,000, в осях А-М) – 3 кН/м<sup>2</sup>;

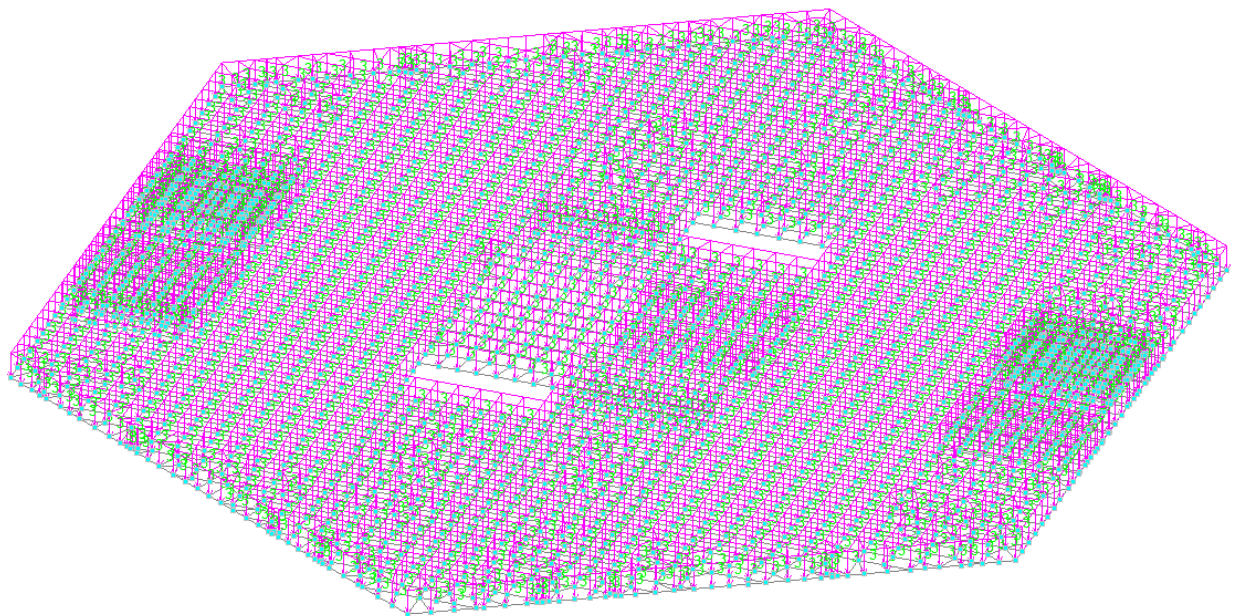


Рисунок 3.5 – Схема приложения нагрузки в обеденном зале кафе  
 - Вестибюли, фойе, коридоры, лестницы (с относящимися к ним проходами), примыкающие к помещениям лаборатории(на отметках -29,000, -25,000, -21,000, -17,000 и -13,000, в осях В-К) - 3 кН/м<sup>2</sup>; к помещениям кафе(на отметке 0,000, в осях В-К) - 4 кН/м<sup>2</sup>.

									Лист
									21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				



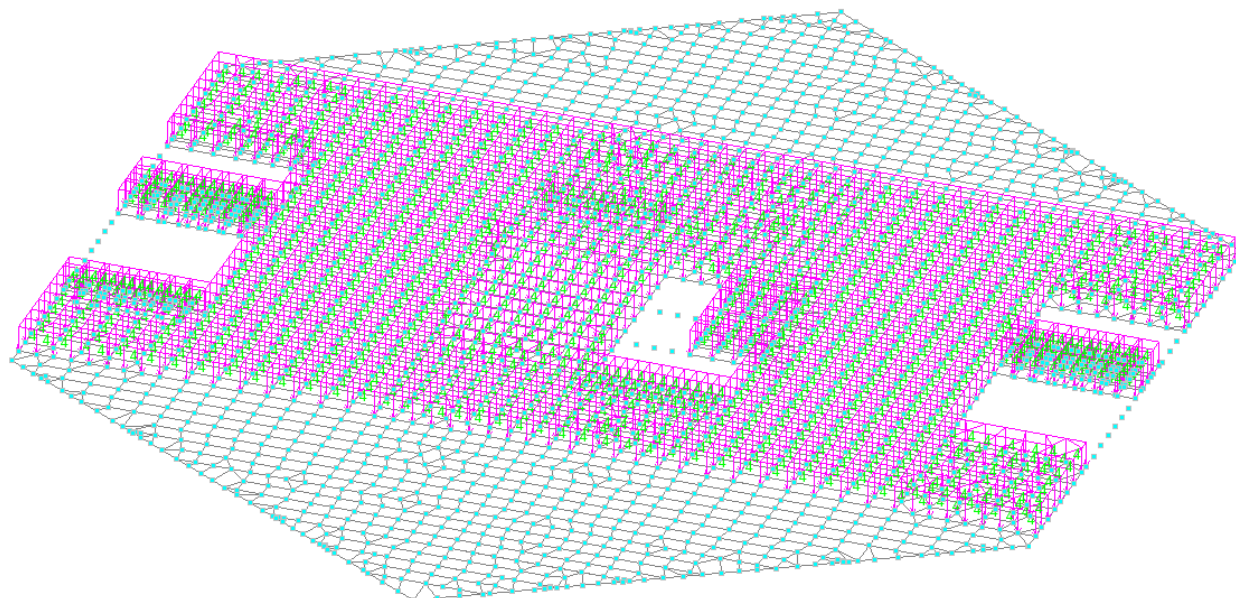


Рисунок 3.6 – Схема приложения нагрузки в коридорах, лестницах, вестибюлях

- Коэффициенты надежности по нагрузке  $\gamma_f$  для равномерно распределенных нагрузок, указанных выше, следует принимать:  $\gamma_f = 1,3$  при нормативном значении  $< 2 \text{ кН/м}^2$ ;  $\gamma_f = 1,2$  при нормативном значении  $\geq 2 \text{ кН/м}^2$ .

- Нагрузка от автотранспорта (на отметках -3,000, -9,000, -12,000, в осях А-М) –  $3,5 \text{ кН/м}^2$ , с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .

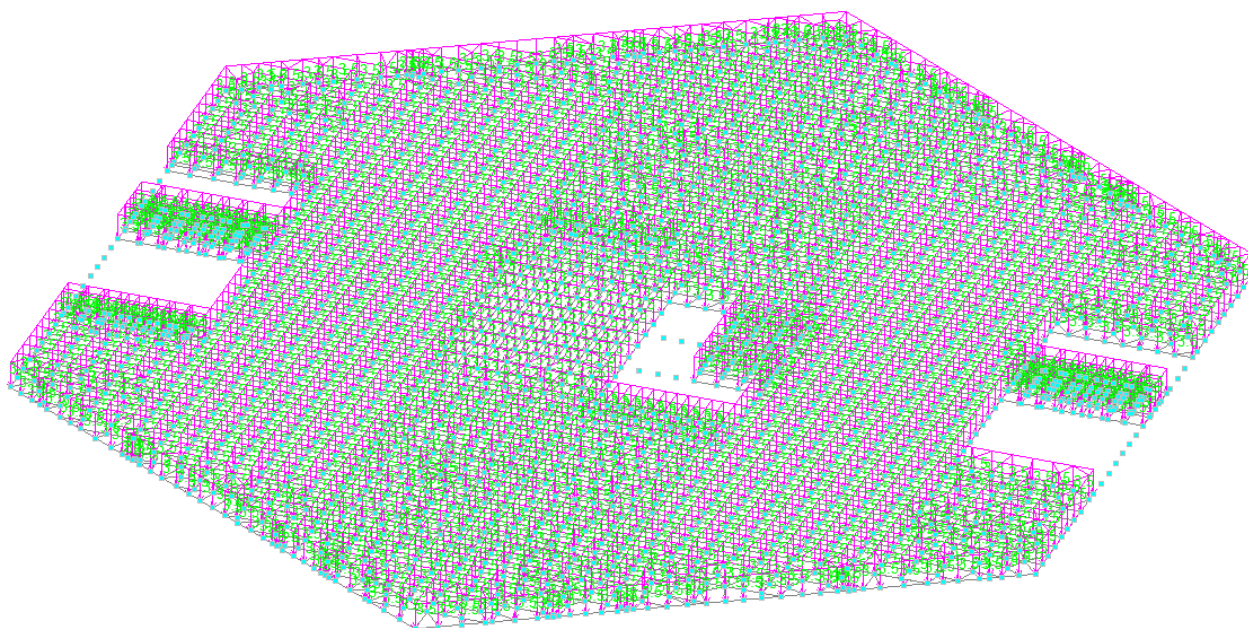


Рисунок 3.7 – Схема приложения нагрузки от автотранспорта и нагрузки в коридорах, лестницах, вестибюлях

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				



### 3.3.3 Нагрузки от веса полов, перегородок и витражной системы

Нагрузку от полов задаем в виде равномерно-распределенной нагрузки по всей площади этажа и на всех этажах в осях А-М, равной  $0,72 \text{ кН/м}^2$ , с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .

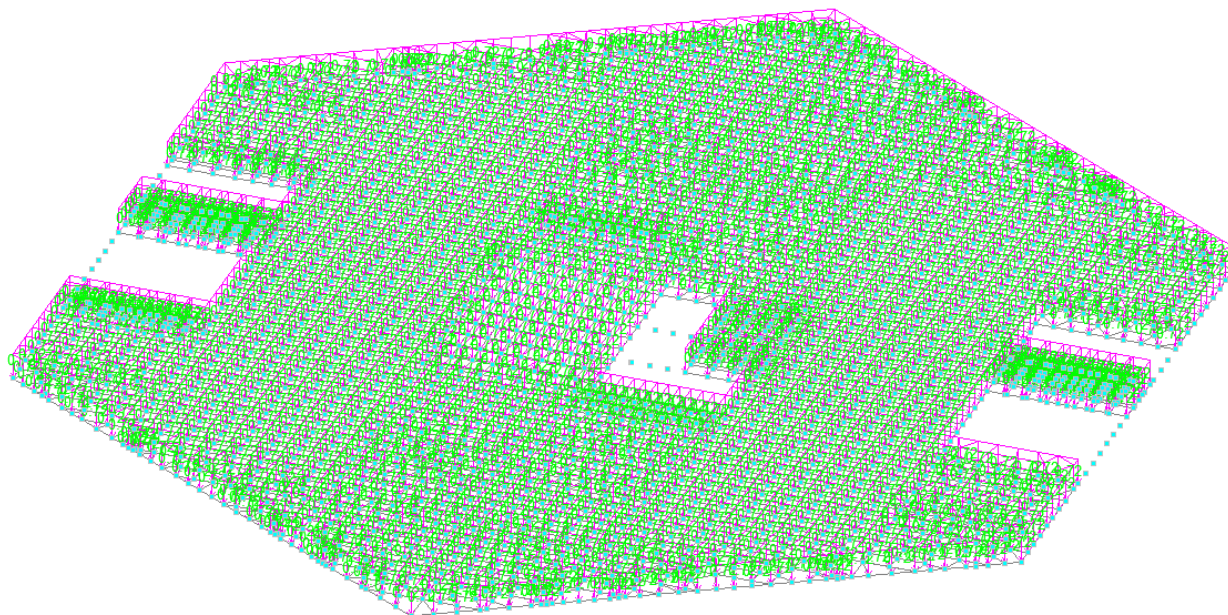


Рисунок 3.8 – Схема приложения нагрузки от полов

Нагрузку от пенобетонных перегородок задаем в виде равномерно-распределенной нагрузки по всей площади этажа и на всех этажах в осях А-М, кроме парковки, равной  $1,12 \text{ кН/м}^2$ , с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .

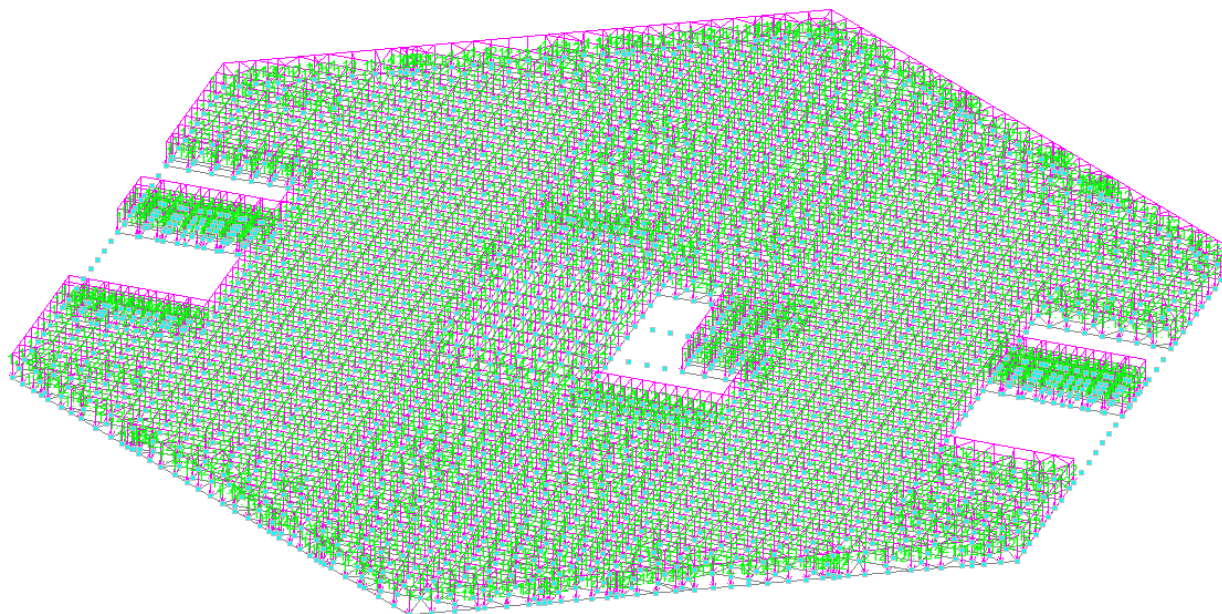


Рисунок 3.9 – Схема приложения нагрузки от перегородок

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				

Нагрузку от витражной системы задаем в виде равномерно-распределенной нагрузки в осях А-М по металлическому каркасу равной 0,87 кН/м<sup>2</sup>, с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .

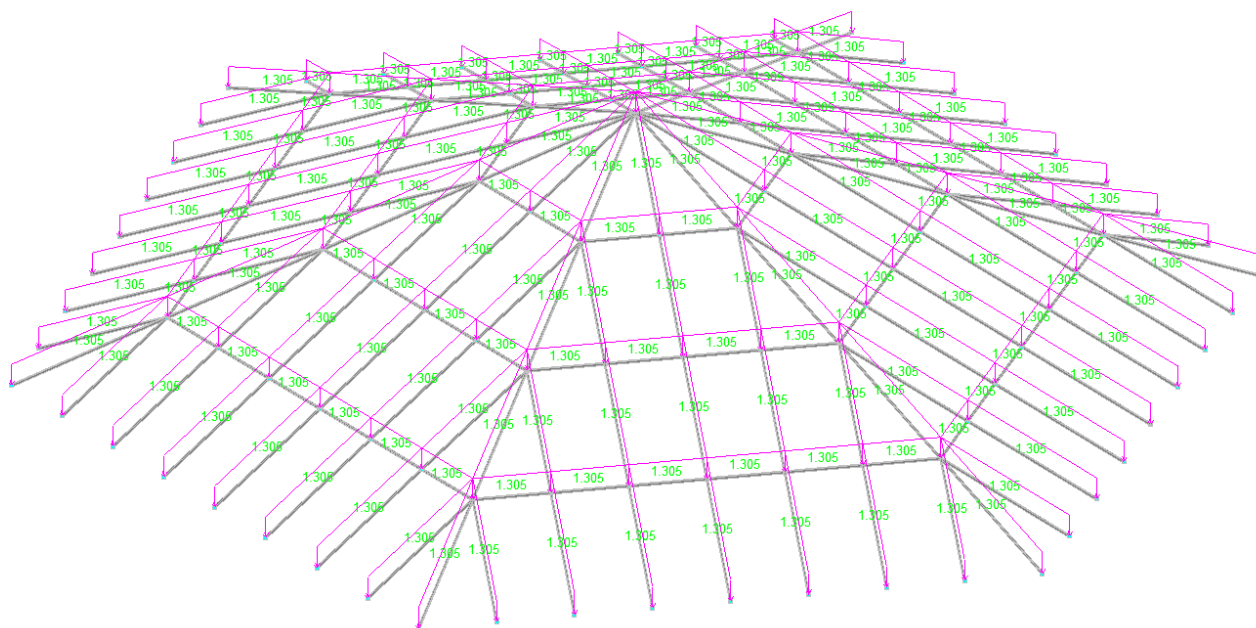


Рисунок 3.10 – Схема приложения нагрузки от витражной системы

### 3.3.4 Снеговые нагрузки

Нормативное значение снеговой нагрузки на покрытие подсчитывается по формуле (3.1):

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g, \quad (3.1)$$

где  $c_e = 1$  - коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра;

$c_t = 1$  - термический коэффициент;

$S_g = 1,5$  - вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли для III снегового района Российской Федерации (г. Москва), кН/м<sup>2</sup>;

$\mu_1 = 1$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

$$\mu_2 = C_{r2} \cdot (z/r) \cdot \sin\beta, \quad (3.2)$$

где  $C_{r2} = 2,15 \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot \pi}{180^\circ}}$

$$\mu_2(120^\circ) = 2,15 \sqrt[3]{\frac{25^\circ \cdot 3,14}{180^\circ}} \cdot \left(\frac{11}{22}\right) \cdot \sin 0^\circ = 0;$$

$$\mu_2(60^\circ) = 2,15 \sqrt[3]{\frac{25^\circ \cdot 3,14}{180^\circ}} \cdot \left(\frac{11}{22}\right) \cdot \sin 60^\circ = 0,71;$$

$$\mu_2(120^\circ) = 2,15 \sqrt[3]{\frac{25^\circ \cdot 3,14}{180^\circ}} \cdot \left(\frac{11}{22}\right) \cdot \sin 120^\circ = 0,71;$$

$$\mu_2(180^\circ) = 2,15 \sqrt[3]{\frac{25^\circ \cdot 3,14}{180^\circ}} \cdot \left(\frac{11}{22}\right) \cdot \sin 180^\circ = 0;$$

						Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ	



Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,4$ .

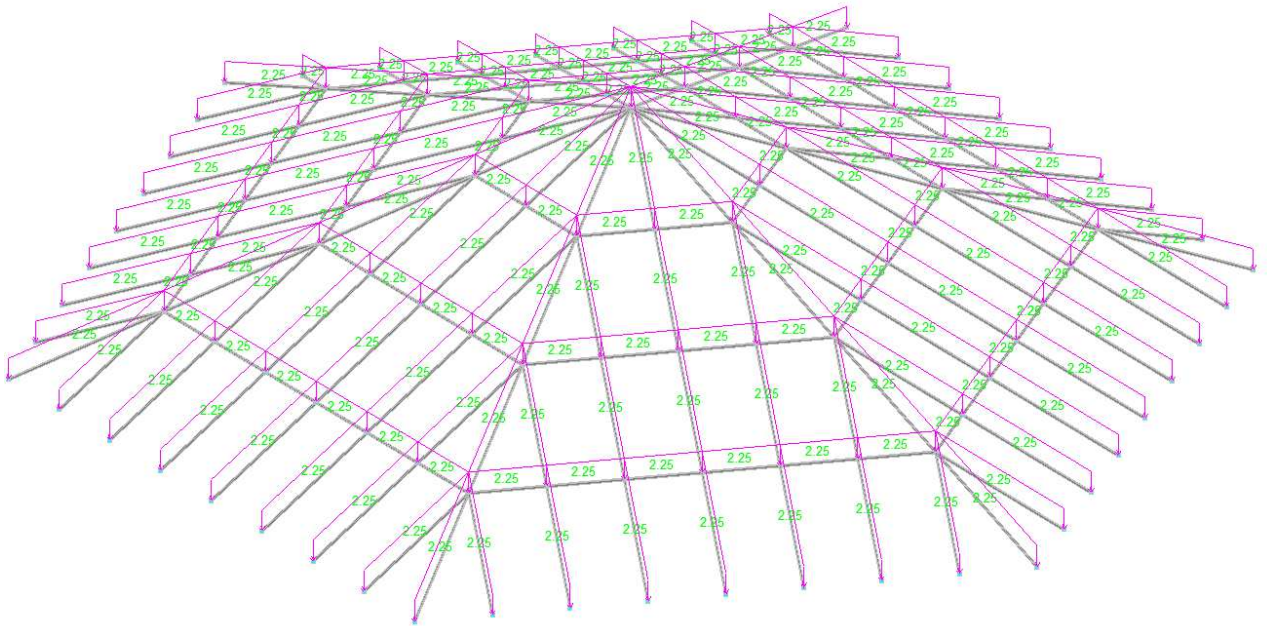


Рисунок 3.11 – Схема приложения снеговой нагрузки 1 вариант

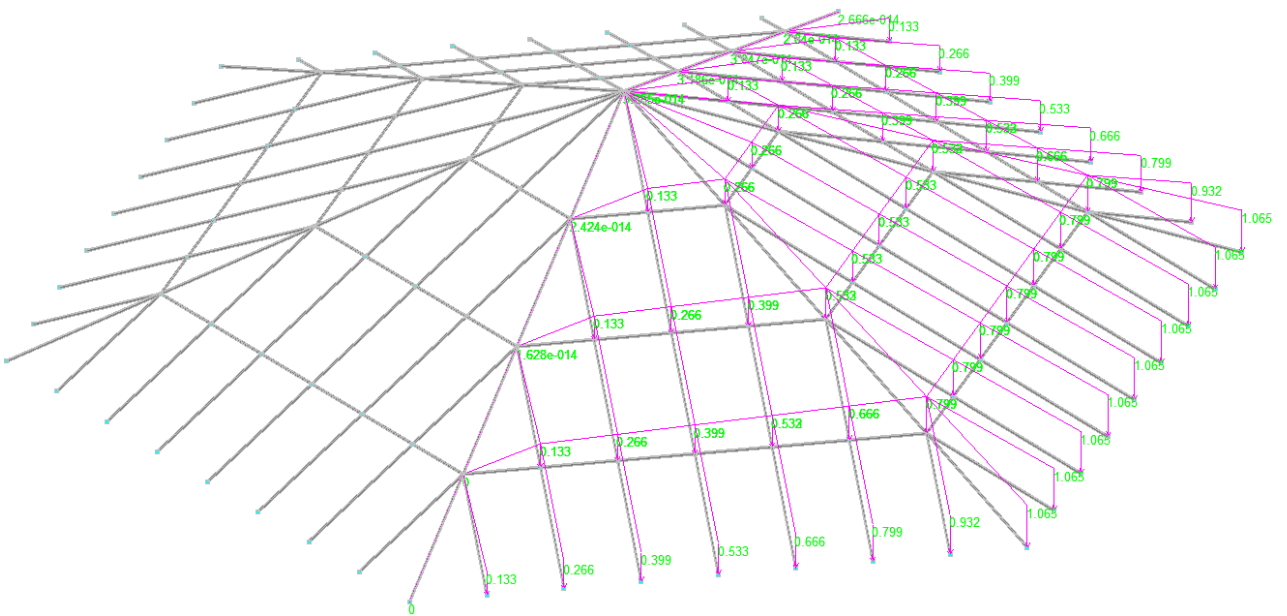


Рисунок 3.12 – Схема приложения снеговой нагрузки 2 вариант

### 3.3.5 Ветровые нагрузки

Ветровую нагрузку рассчитываем в ПК ВЕСТ.

Таблица 3.1 – Нагрузка с наветренной стороны

Наклонная часть		
Расстояние от края кровли, м	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
0	0,015	0,021

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

22	0,015	0,021
22	-0,036	-0,051
44	-0,036	-0,051
Левая стена		
Расстояние от земли, м	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
0	0,072	0,101
4	0,072	0,101
Правая и боковые стены		
0	-0,037	-0,052
4	-0,037	-0,052

Таблица 3.2 – Нагрузка с подветренной стороны

Наклонная часть		
Расстояние от края кровли, м	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
0	-0,036	-0,051
22	-0,036	-0,051
22	0,015	0,021
44	0,015	0,021
Левая стена		
Расстояние от земли, м	Нормативное значение, кН/м <sup>2</sup>	Расчетное значение, кН/м <sup>2</sup>
0	-0,037	-0,052
4	-0,037	-0,052
Правая и боковые стены		
0	0,072	0,101
4	0,072	0,101

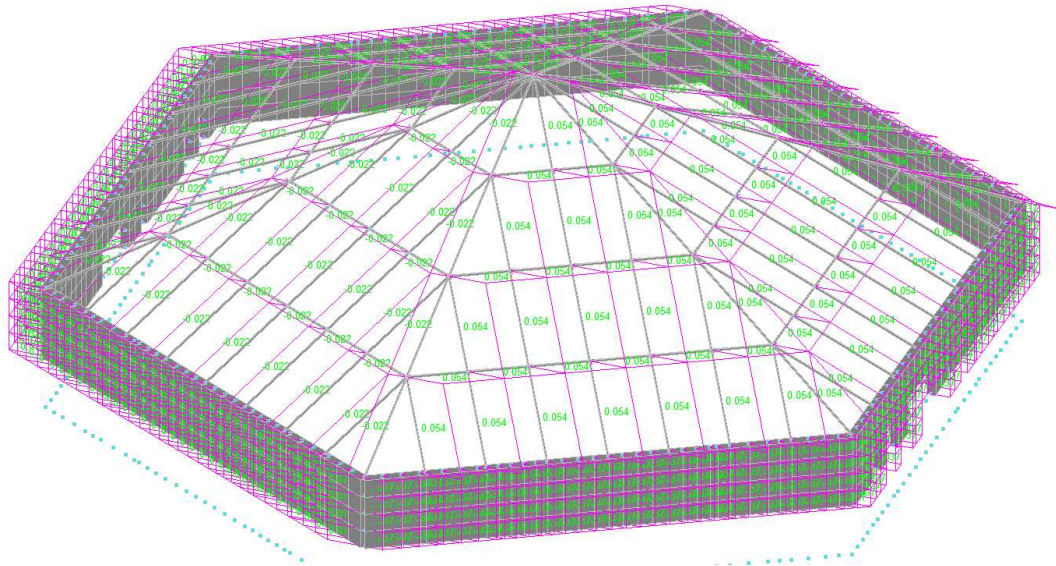


Рисунок 3.13 – Схема приложения ветровой нагрузки по +X

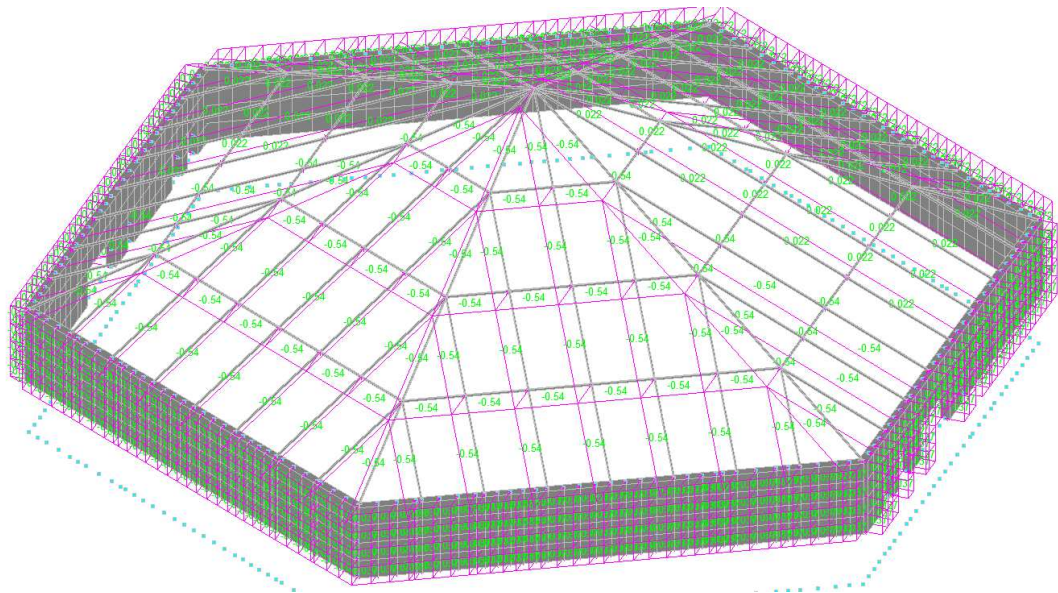


Рисунок 3.14 – Схема приложения ветровой нагрузки по +Y

Пульсационную составляющую ветровой нагрузки задаем в ПК SCAD  
рис. 3.2:

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				

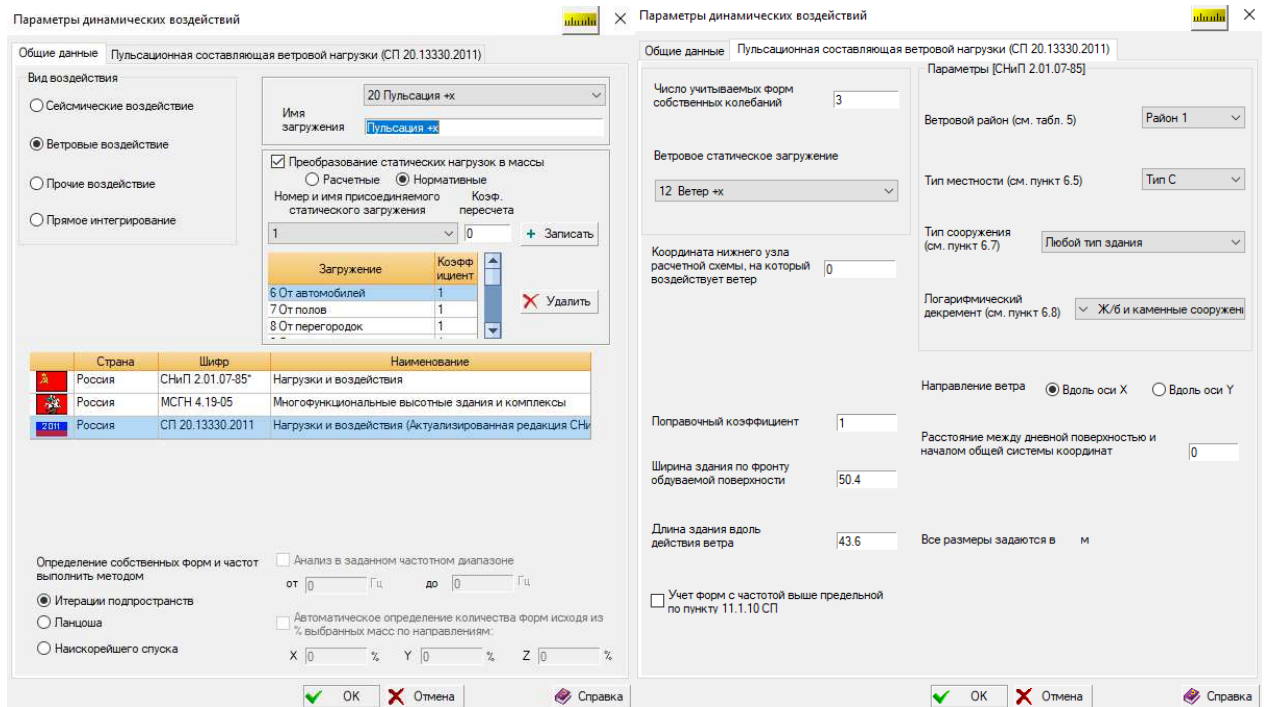


Рисунок 3.15 – Задание пульсационной составляющей ветровой нагрузки

### 3.3.6 Давление грунта

Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса на глубине  $x$  определяем по формуле 3.3:

$$P_y = [\gamma_f \cdot \gamma \cdot h \cdot \lambda - c \cdot (K_1 + K_2)] \cdot x/h, \quad (3.3)$$

где  $\gamma_f = 1,1$  – коэффициент надежности по нагрузке для веса грунта в природном залегании по [9];

$\gamma$  – удельный вес грунта,  $\text{кН/м}^3$ ;

$h$  – мощность слоя грунта, м;

$\lambda$  – коэффициент горизонтального активного давления грунта;

$c$  – сцепление грунта,  $\text{кН/м}^2$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий сцепление грунта по плоскости скольжения призмы обрушения, наклоненной под углом  $\theta_0$  к вертикали;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий сцепление грунта по плоскости, наклоненной под углом  $\varepsilon$  к вертикали.

Так как стена вертикальная  $\varepsilon = 0$ , отсутствует трение и сцепление грунта по стене  $\delta = 0$ ,  $K_2 = 0$ :

$$\lambda = tg^2 \theta_0, \quad (3.4)$$

$$K_1 = 2\sqrt{\lambda} = 2tg\theta_0, \quad (3.5)$$

$$\theta_0 = 45^\circ - \varphi/2, \quad (3.6)$$

где  $\theta_0$  – угол наклона плоскости скольжения к вертикали, град.;

$\varphi$  – угол внутреннего трения грунта, град.

Данные для расчета берем из таб.3. . Результаты расчета интенсивности горизонтального активного давления грунта приведены в таблице 3.3, без учета коэффициента надежности по нагрузке:

Таблица 3.3 – Результат расчета интенсивности горизонтального активного давления

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					



Полное наименование грунта	h, м	$\gamma$	c, кПа	$\varphi$ , град	$\theta_0$ , град	$tg\theta_0$	$\lambda$	$K_1$	$P_\gamma$ , кН/м <sup>2</sup>
Насыпной грунт	2,4	18,9	2	28	31	0,601	0,36	1,202	13,97
Супесь твердая	6	17,7	9,3	25,5	32,3	0,631	0,4	1,262	44,52
Песок средней крупности влажный	6	18,8	1	38,5	25,8	0,482	0,23	0,965	69,79
Песок средней крупности водонасыщенный	7,3	9,9	1	38,5	25,8	0,482	0,23	0,965	85,64
Гравийный грунт водонасыщенный	5	10,6	2	35	27,5	0,521	0,27	1,041	97,92
Галечниковый грунт водонасыщенный	8,3	11,8	1,1	32	29	0,554	0,31	1,109	126,8

Интенсивность дополнительного горизонтального давления грунта, обусловленного наличием подземных вод, на расстоянии  $y_w$  от верхнего уровня грунтовых вод определим по формуле (3.7):

$$P_w = y_w [10 - \lambda(\gamma - 16,5/(1 + e))] \cdot \gamma_f, \quad (3.7)$$

где  $\gamma_f = 1,1$ ;  $\gamma$ ;  $\lambda$  – то же, что и в (3.3);

$e$  – пористость грунта, д.е.

Грунтовые воды перерезывают слой песка -  $y_w = 7,3$  м, интенсивность дополнительного давления грунта:

$$P_{w1} = 7,3 [10 - 0,23(9,9 - 16,5/(1 + 0,66))] = 73,07 \text{ кН/м}^2.$$

$$P_{w2} = 12,3 [10 - 0,27(10,6 - 16,5/(1 + 0,38))] = 127,51 \text{ кН/м}^2.$$

$$P_{w3} = 20,6 [10 - 0,31(11,8 - 16,5/(1 + 0,54))] = 199,07 \text{ кН/м}^2.$$

Эпюры давления грунта представлены на рисунке 3.16 :

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



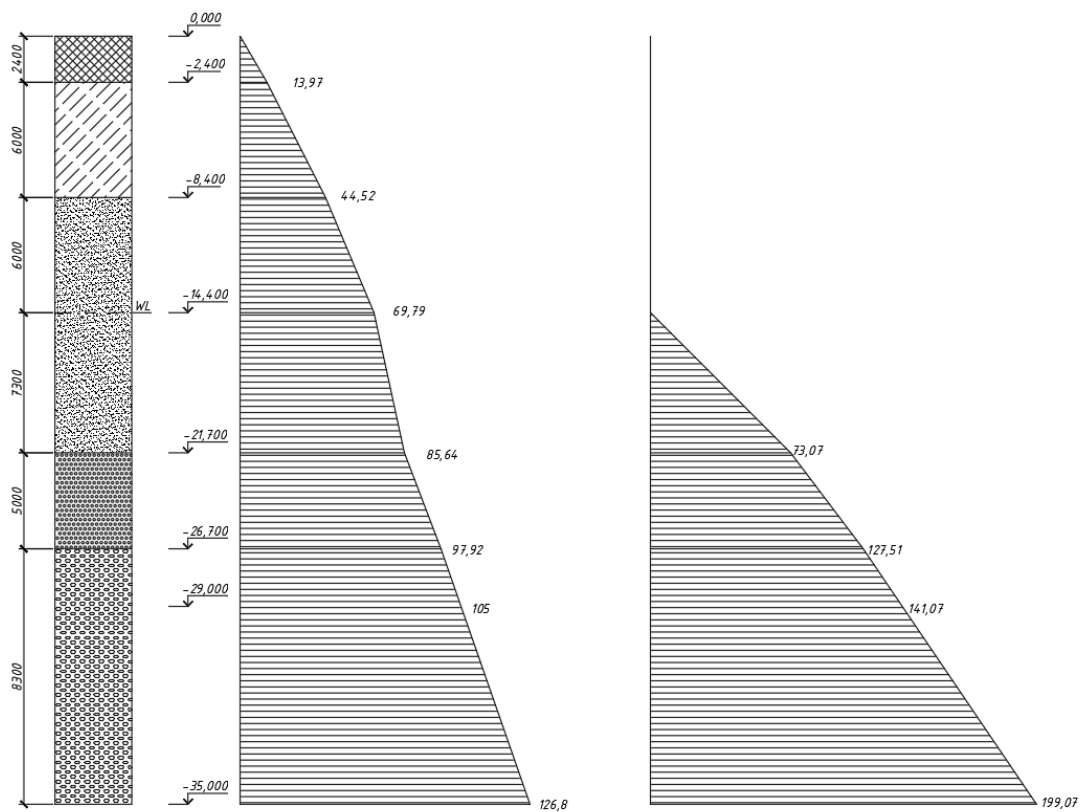


Рисунок 3.16 – Эпюры давления грунта

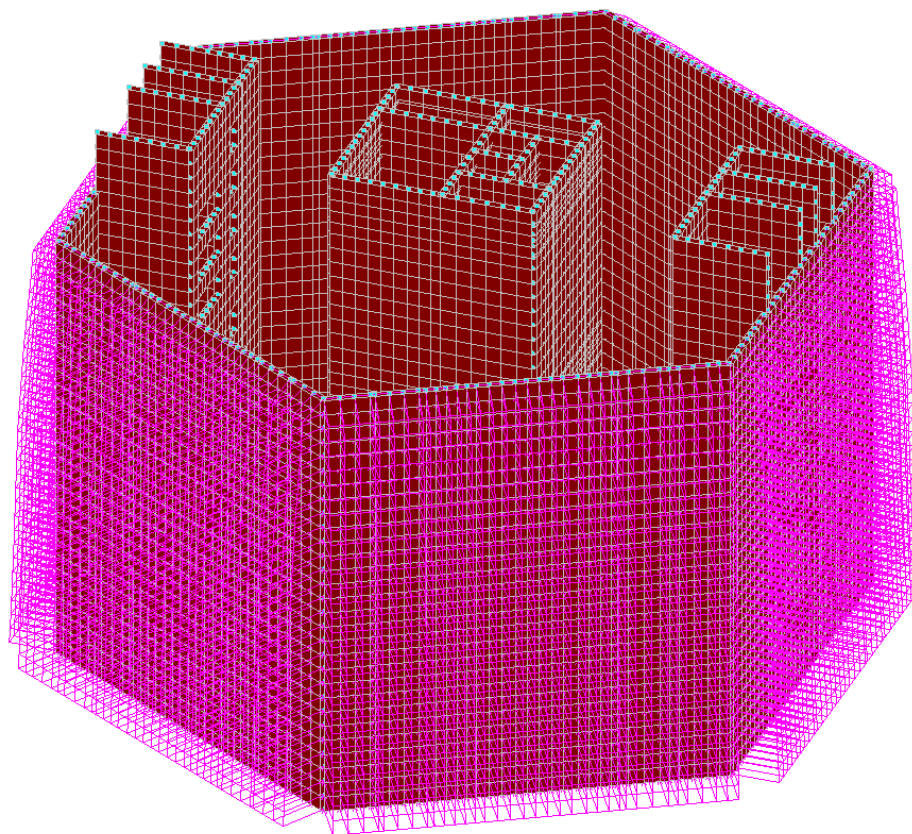


Рисунок 3.17 – Схема приложения нагрузки от активного давления грунта

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

30

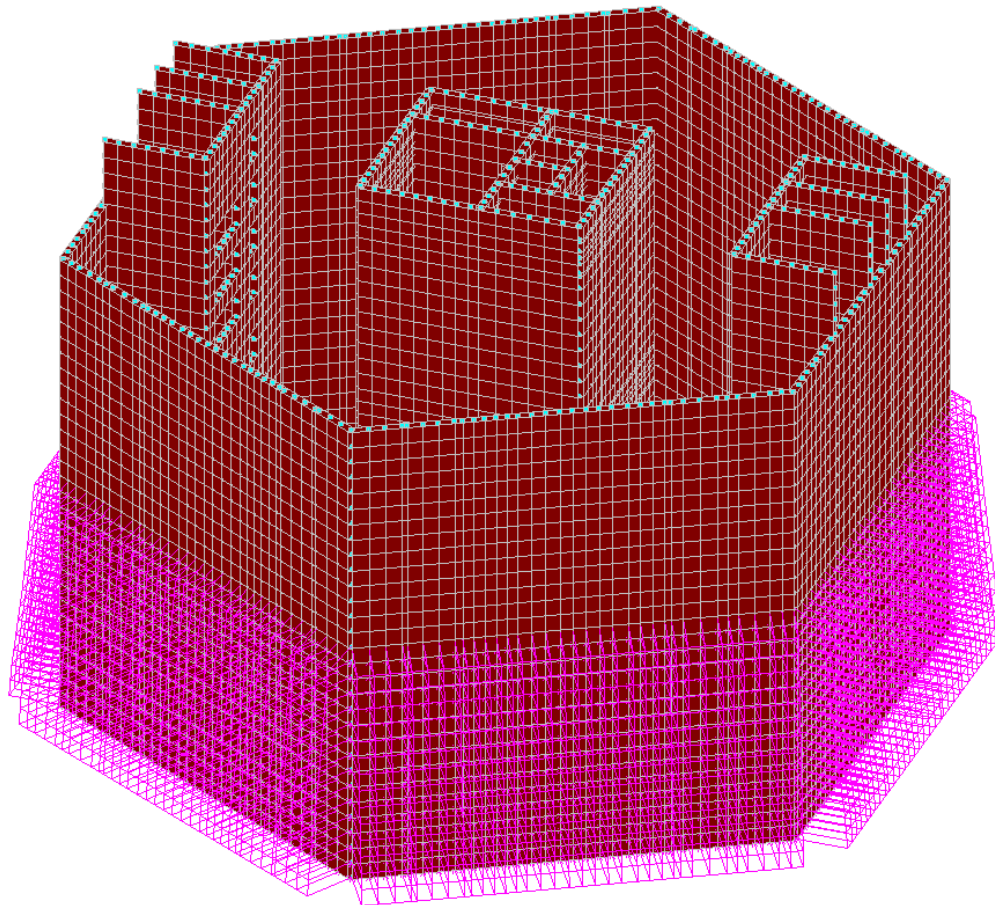


Рисунок 3.18 – Схема приложения нагрузки от дополнительного давления грунта

### 3.3.7 Прогрессирующее обрушение

Расчет на прогрессирующее обрушение выполняем в ПК SCAD.

Для расчета на прогрессирующее обрушение используем комбинацию, представленную на рис. 3.20.

Коэффициенты динамичности для эффекта падения обрушившихся конструкций и внезапность удаления выбранных элементов принимаются равными 2. Задание параметров прогрессирующего обрушения также представлено на рис. 3.20.

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				

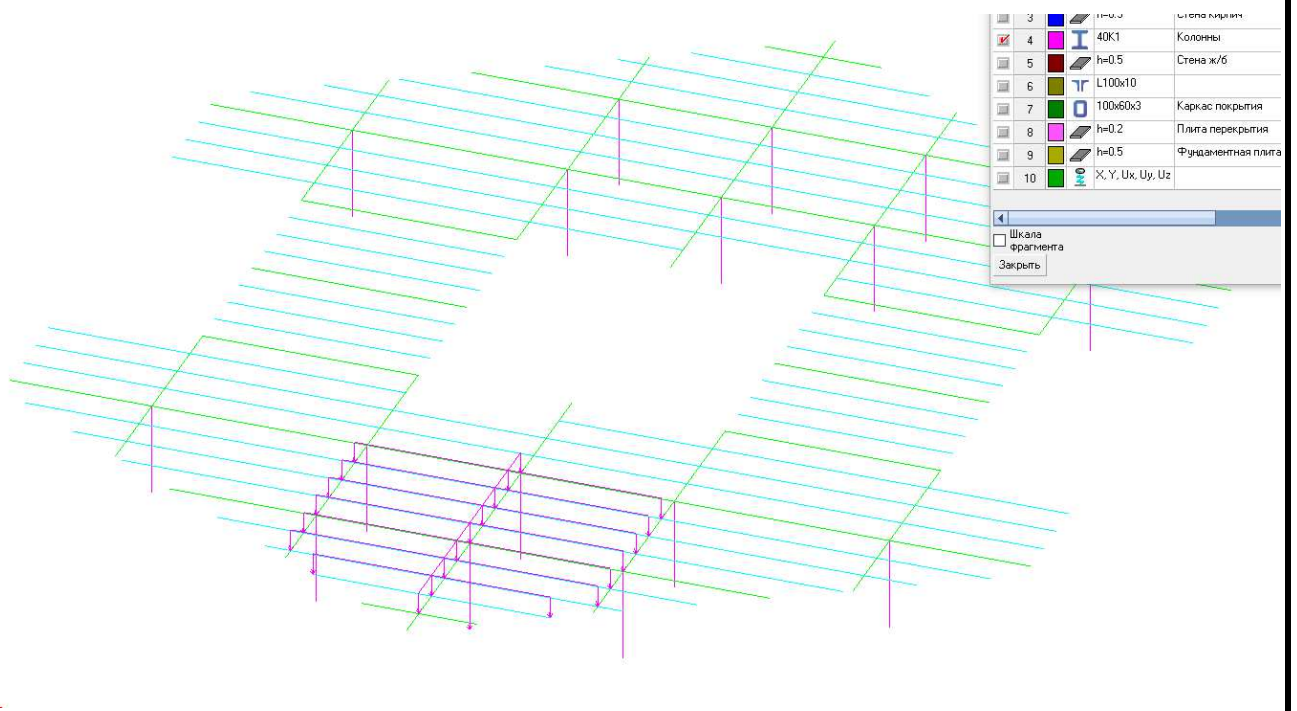


Рисунок 3.19 – Группа нагрузок от веса обрушившихся конструкций

Прогрессирующее обрушение

Список элементов: 17545

Группы удаляемых элементов:
 

- Втор БВ2
- Втор БВ3
- Втор БВ4
- Втор БВ5
- Втор БВ6
- Колонны
- Удаляемая колонна

Расчет произвести с учетом комбинации загрузений:  $(L3)*0.35+(L4)*0.35+(L5)*0.35+(L6)*0.35+(L18)*1+(L19)*1$

Нормативная комбинация

Вес обрушившихся конструкций взять из группы: 1. Колонна

Кoeffициенты динамичности для учета:

эффекта падения обрушившихся конструкций: 2

внезапности удаления элементов конструкции: 2

Выполнить расчет с учетом геометрической нелинейности

Количество итераций: 1      Количество шагов: 5

Метод:
 

- Шаговый с учетом невязки
- Шагово-итерационный

Удалить данные

OK      Отмена      Справка

Рисунок 3.20 – Задание параметров прогрессирующего обрушения

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



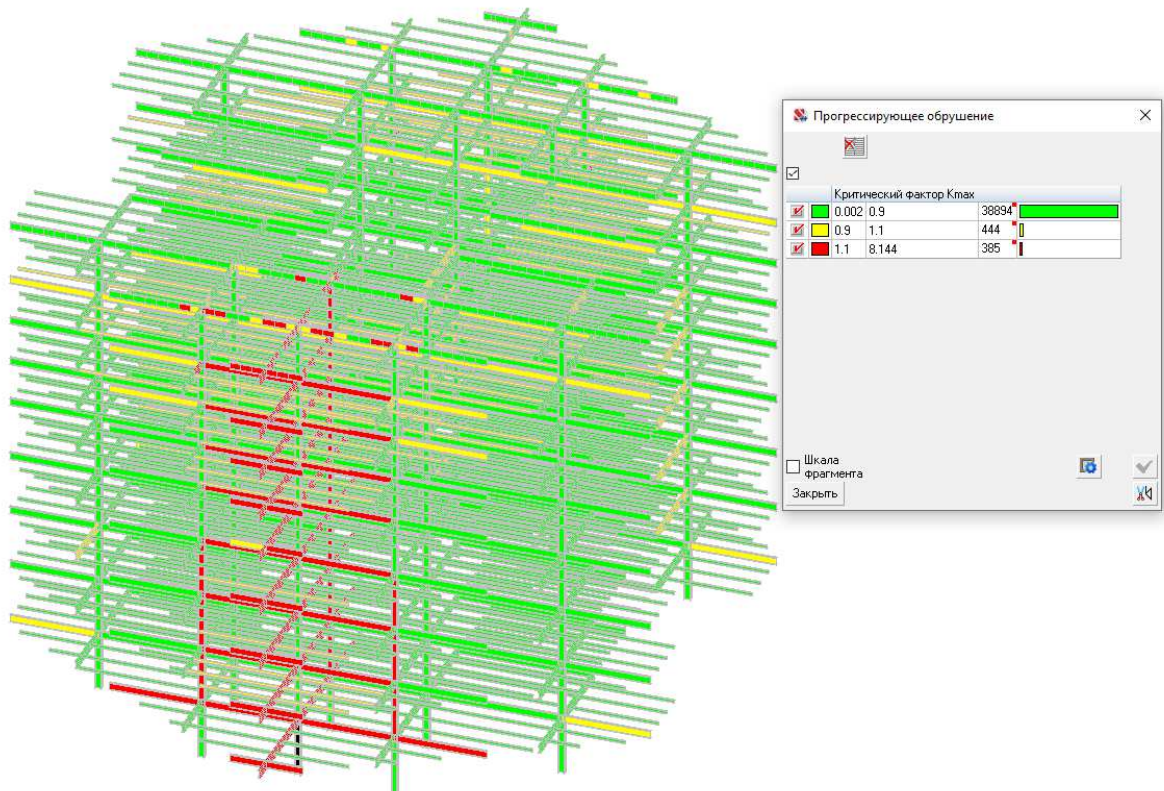


Рисунок 3.21 – Анализ критического фактора  $K_{max}$  элементов каркаса после удаления колонны

Диаграмма факторов [Конструктивная группа Глав Б2. Элемент № 18909 ] [СП 16.13330.2011]

Проверка	Код	Коэффициент	Состояние
Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	п. 8.2.1	0.792	Зеленый
Прочность при действии изгибающего момента $M_z$	п. 8.2.1	0.001	Зеленый
Прочность при действии поперечной силы $Q_y$	п. 8.2.1	2.273e-005	Зеленый
Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	п. 8.2.1	0.159	Зеленый
Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с	п. 9.1.1	0.716	Зеленый
Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и	п. 8.2.1	0.661	Зеленый
Устойчивость плоской формы изгиба	п. 8.4.1	2.528	Красный
Предельная гибкость в плоскости XDU	п. 10.4.1	0.584	Зеленый

Отчет OK

Рисунок 3.22 –  $K_{max}$  наиболее опасной главной балки

Подбор стальных элементов в п.3.4.3 ведем с учетом прогрессирующего обрушения.

## 3.4 Расчет конструкций с использованием ПК SCAD

### 3.4.1 Расчетные сочетания усилий

Расчетная схема сооружения представлена в виде пространственной модели, состоящей из пластинчатых и стержневых элементов.

Загрузки расчетной схемы представлены на рис. 3.23:

№	Загрузки	Тип загрузки	Вид нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное значение
1		Постоянные нагрузки	Вес металлоконструкций	1.05	1	
2	От оборудования	Длительные нагрузки	Вес стационарного оборудования	1.05	1	
3	От людей в кабинетах и помещениях	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
4	От людей в обеденном зале	Кратковременные	Другие	1.2	0	
5	От людей в коридорах, фойе, лестницах	Кратковременные	Другие	1.2	0	
6	От автомобилей	Длительные нагрузки	Другие	1.2	1	
7	От полов	Постоянные нагрузки	Другие	1.2	1	
8	От перегородок	Постоянные нагрузки	Другие	1.2	1	
9	От остекления кровли	Постоянные нагрузки	Другие	1.2	1	
10	От снега 1 вариант	Кратковременные	Другие	1.4	0.3	
11	От снега 2 вариант	Кратковременные	Другие	1.4	0.3	
12	Ветер +x	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
13	Ветер -x	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
14	Ветер +y	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
15	Ветер -y	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
16	Давление грунта	Постоянные нагрузки	Грунты в прикосновении	1.1	1	
17	Доп. давление грунта	Постоянные нагрузки	Грунты в прикосновении	1.1	1	
18	Собственный вес МК	Постоянные нагрузки	Вес металлоконструкций	1.05	1	
19	Собственный вес ЖБ	Постоянные нагрузки	Вес бетонных и железобетонных конструкций	1.1	1	
20	Пульсация +x	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
21	Пульсация -x	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
22	Пульсация +y	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	
23	Пульсация -y	Кратковременные	Ветровые нагрузки	1.4	0	

Рисунок 3.23 – Загрузки расчетной схемы

Для выявления наиболее неблагоприятных комбинаций и максимальных усилий в элементах каркаса задаются расчетные сочетания усилий, представленные на рис. 3.24:

№	Активное нагружение	Активное нагружение в РСР	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакомременны	Участуют в групповых операциях	Объединения	Зависимости	Сопутствия	Коэф. надежности	Доля длительности	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	
																	е
1				Постоянные на	Вес металлоконструкций						1.05	1	1	0	0	0	0
2			От оборудования	Длительные на	Вес стационарного оборудования						1.05	1	1	0	0	0	0
3			От людей в кабинетах и помещениях	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
4			От людей в обеденном зале	Кратковременн	Другие						1.2	0	1	0	0	0	0
5			От людей в коридорах, фойе, лестницах	Кратковременн	Другие						1.2	0	1	0	0	0	0
6			От автомобилей	Длительные на	Другие						1.2	1	1	0	0	0	0
7			От полов	Постоянные на	Другие						1.2	1	1	0	0	0	0
8			От перегородок	Постоянные на	Другие						1.2	1	1	0	0	0	0
9			От остекления кровли	Постоянные на	Другие						1.2	1	1	0	0	0	0
10			От снега 1 вариант	Кратковременн	Другие						1.4	0.3	1	0	0	0	0
11			От снега 2 вариант	Кратковременн	Другие						1.4	0.3	1	0	0	0	0
12			Ветер +x	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
13			Ветер -x	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
14			Ветер +y	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
15			Ветер -y	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
16			Давление грунта	Постоянные на	Грунты в прикосновении						1.1	1	1	0	0	0	0
17			Доп. давление грунта	Постоянные на	Грунты в прикосновении						1.1	1	1	0	0	0	0
18			Собственный вес МК	Постоянные на	Вес металлоконструкций						1.05	1	1	0	0	0	0
19			Собственный вес ЖБ	Постоянные на	Вес бетонных и железобетонных конструкций						1.1	1	1	0	0	0	0
20			Пульсация +x	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
21			Пульсация -x	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
22			Пульсация +y	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0
23			Пульсация -y	Кратковременн	Ветровые нагр						1.4	0	1	0	0	0	0

Рисунок 3.24 – Расчетные сочетания усилий

### 3.4.2 Результаты расчета

Проверка ускорений. Значение ускорений для комфортного пребывания людей не должно превышать  $0,08 \text{ м/с}^2$  по [приложение В3, 9]. Выбираем наиболее неблагоприятную комбинацию загрузки:

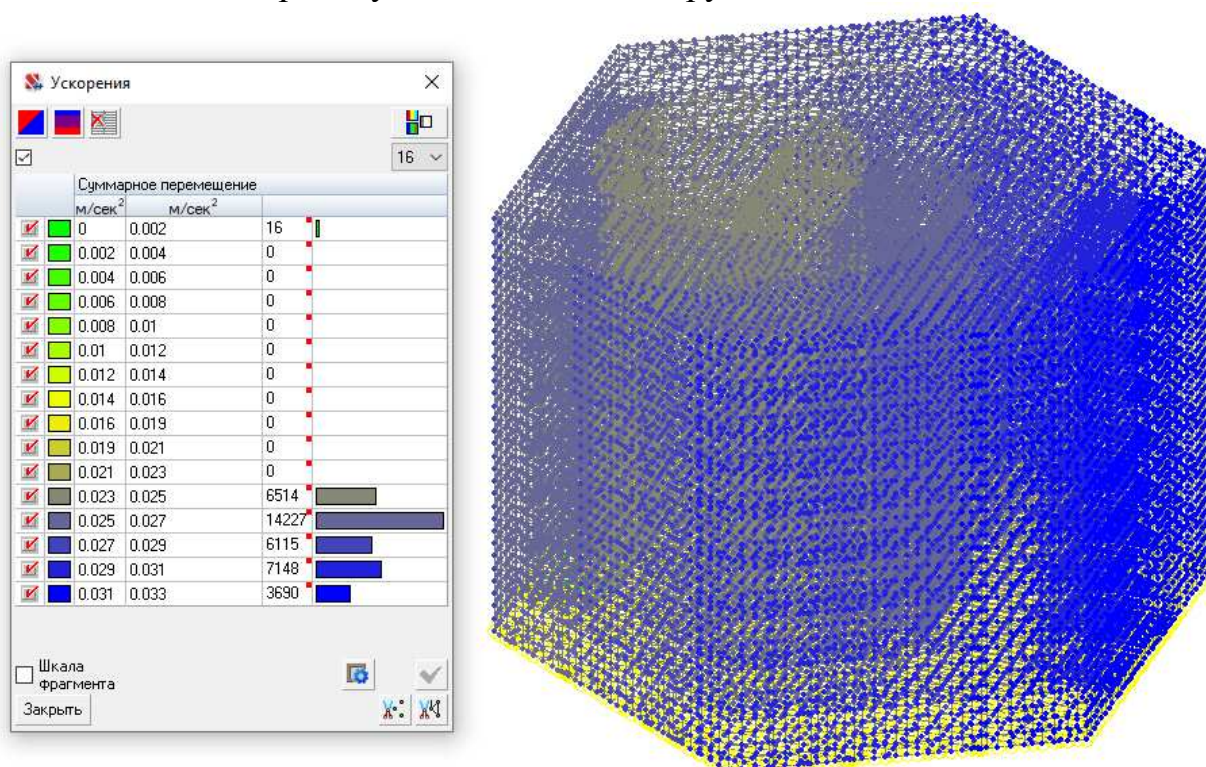


Рисунок 3.25 – Ускорения здания

Предельное горизонтальное перемещение здания определяется по формуле (3.8):

$$f_u = h/500 = 42000/500 = 84 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Максимальное горизонтальное перемещение проектируемого здания составляет 20,074 мм, рис. 3.26:



Перемещения			
X			
	мм	мм	
✓	-20.074	-17.792	9
✓	-17.792	-15.51	0
✓	-15.51	-13.228	0
✓	-13.228	-10.945	6
✓	-10.945	-8.663	10
✓	-8.663	-6.381	6
✓	-6.381	-4.099	2
✓	-4.099	-1.817	32095
✓	-1.817	0.465	5549
✓	0.465	2.747	2
✓	2.747	5.029	6
✓	5.029	7.311	11
✓	7.311	9.593	5
✓	9.593	11.875	0
✓	11.875	14.158	0
✓	14.158	16.44	9

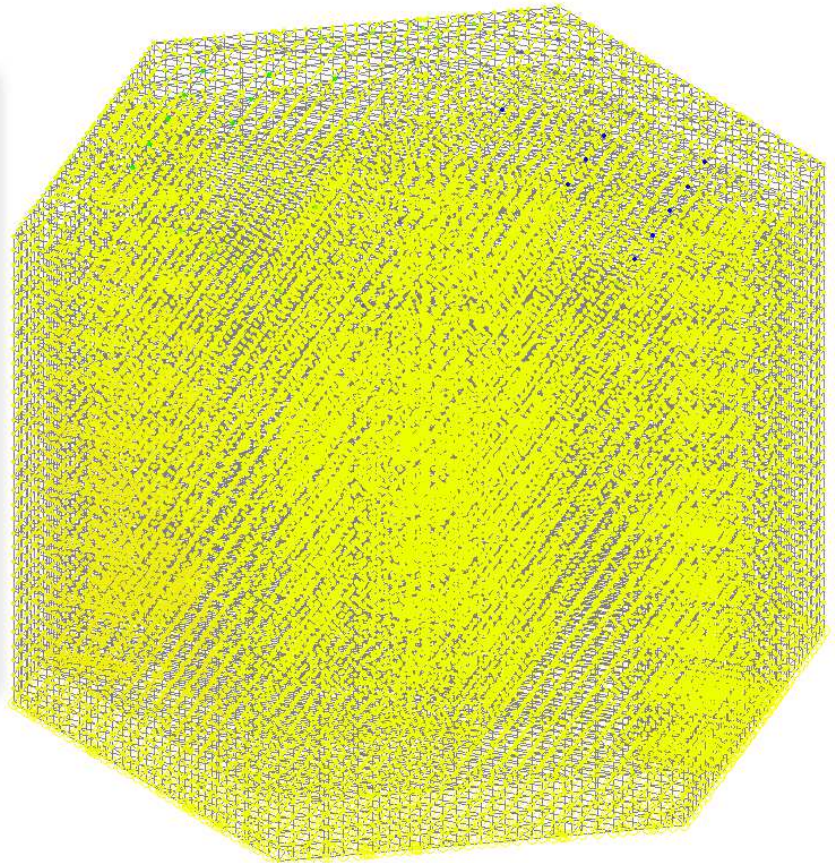


Рисунок 3.26 – Горизонтальные перемещения по оси X

Перемещения			
Y			
	мм	мм	
✓	-15.623	-13.543	12
✓	-13.543	-11.463	6
✓	-11.463	-9.383	0
✓	-9.383	-7.303	0
✓	-7.303	-5.223	1
✓	-5.223	-3.143	1
✓	-3.143	-1.063	834
✓	-1.063	1.018	34536
✓	1.018	3.098	2293
✓	3.098	5.178	7
✓	5.178	7.258	1
✓	7.258	9.338	1
✓	9.338	11.418	0
✓	11.418	13.498	0
✓	13.498	15.578	6
✓	15.578	17.658	12

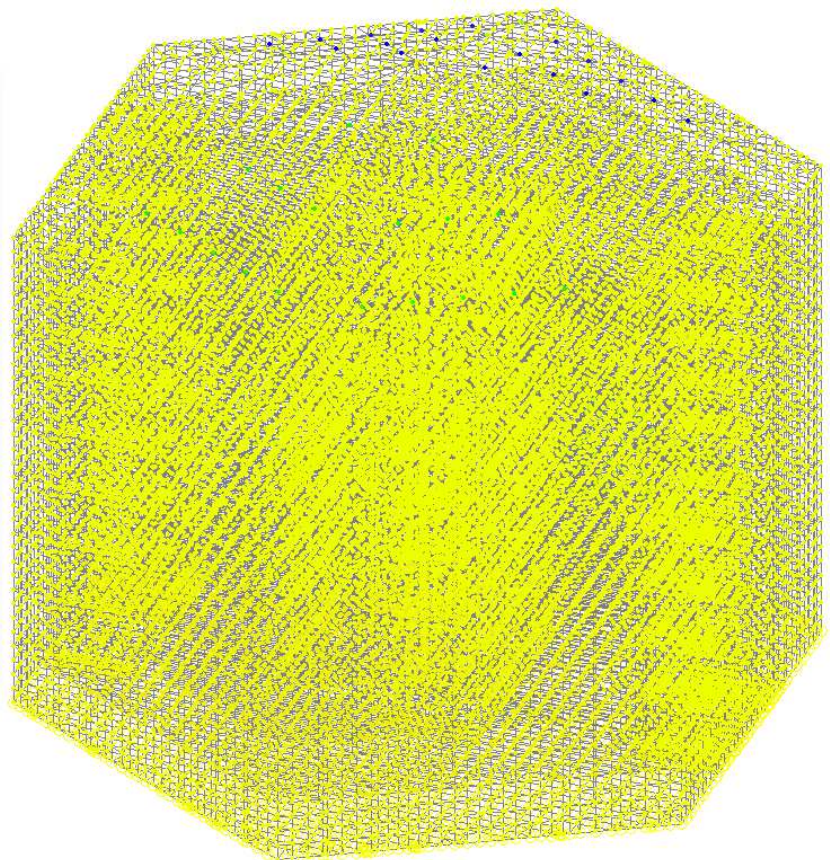


Рисунок 3.27 – Горизонтальные перемещения по оси Y

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

36



Суммарное перемещение			
	мм	мм	
0	3.382	16	
3.382	6.764	0	
6.764	10.146	0	
10.146	13.527	9	
13.527	16.909	403	
16.909	20.291	319	
20.291	23.673	477	
23.673	27.055	777	
27.055	30.437	8930	
30.437	33.818	17905	
33.818	37.2	5008	
37.2	40.582	2605	
40.582	43.964	907	
43.964	47.346	328	
47.346	50.728	15	
50.728	54.109	11	

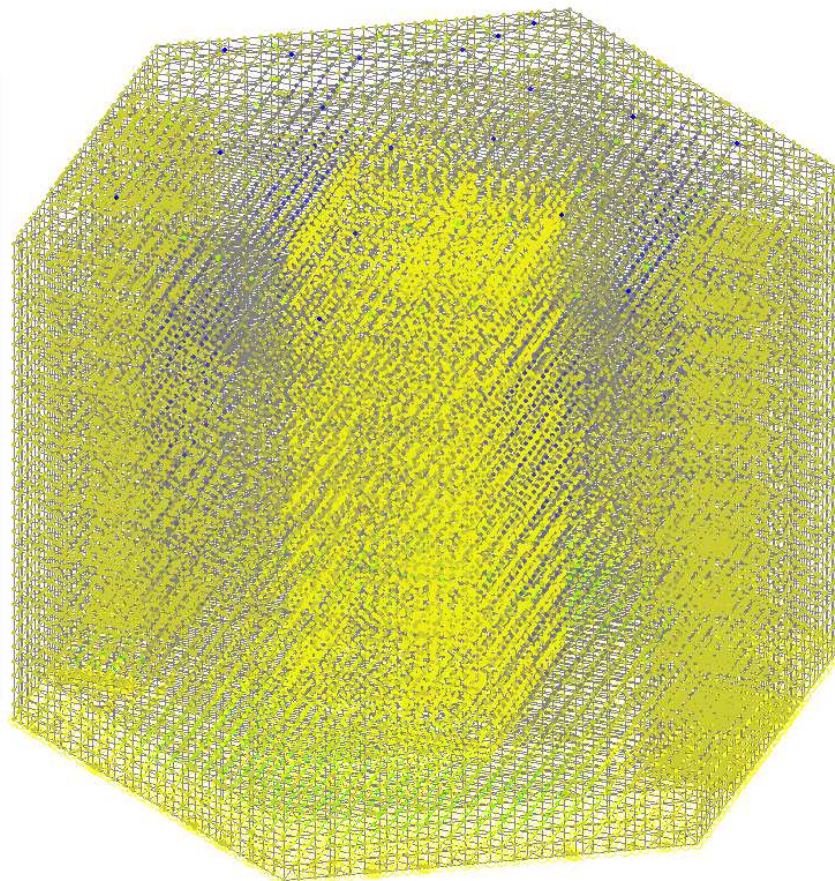


Рисунок 3.28 – Суммарное перемещение

### 3.4.3 Стальные элементы

В данном разделе приведены все стальные конструктивные группы а также коэффициенты использования  $K_{max}$ , которые не должны превышать 1.

1-я конструктивная группа – стальной каркас покрытия

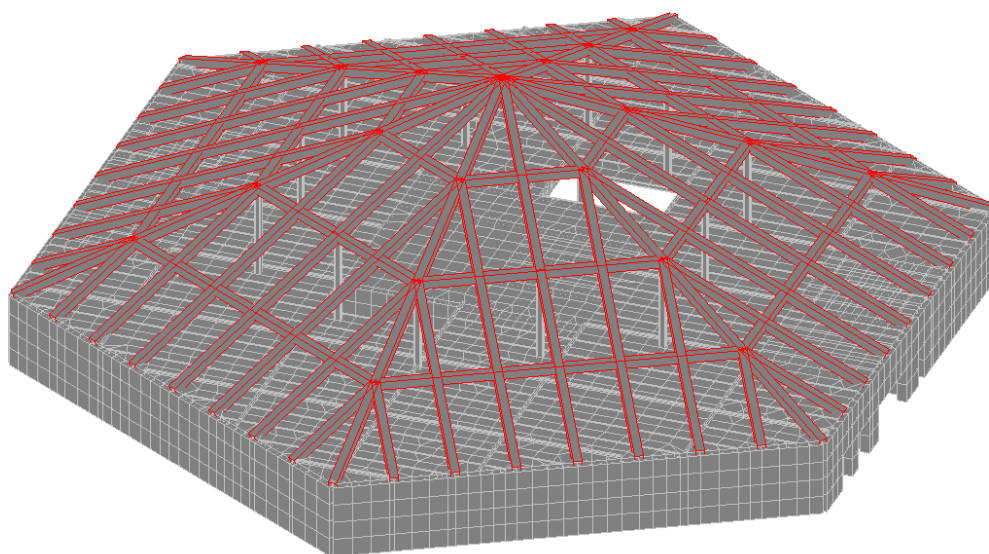


Рисунок 3.29 – Конструктивная группа каркас покрытия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

37



Результаты экспертизы

Критический фактор	Класс	Класс
0.63	0.653	12*
0.653	0.675	4
0.675	0.698	11*
0.698	0.721	7
0.721	0.744	8
0.744	0.766	2*
0.766	0.789	0
0.789	0.812	7
0.812	0.835	18*
0.835	0.857	27*
0.857	0.88	2
0.88	0.903	11*
0.903	0.926	25*
0.926	0.949	4
0.949	0.971	20*
0.971	0.994	34*

Сталь: С345  
Сечение: Прямоугольные трубы по ТУ 67-2287-80 140x100x4

Шкала фрагмента  
Закреть

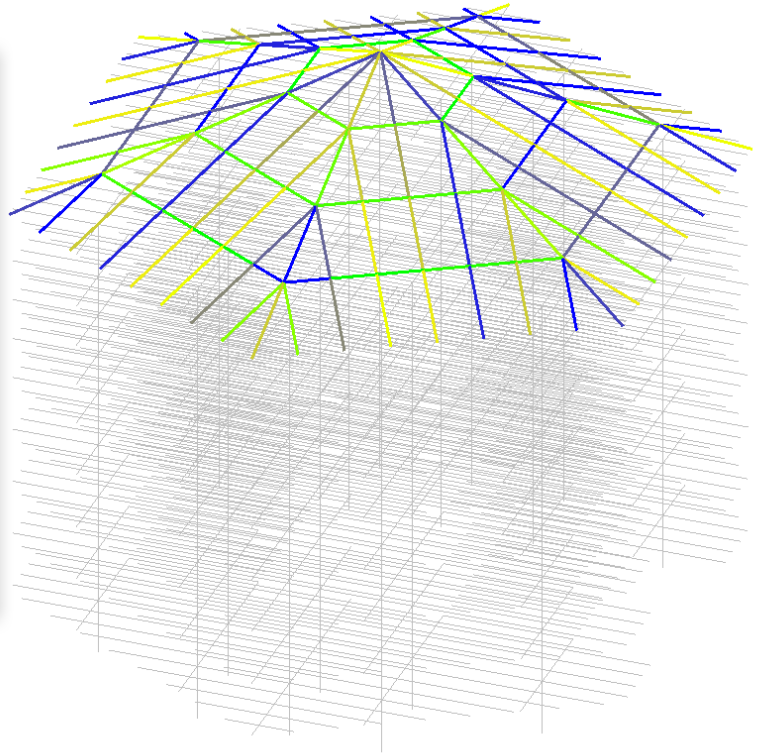


Рисунок 3.30 – Результаты экспертизы каркаса покрытия

2-я конструктивная группа – главная балка Б1

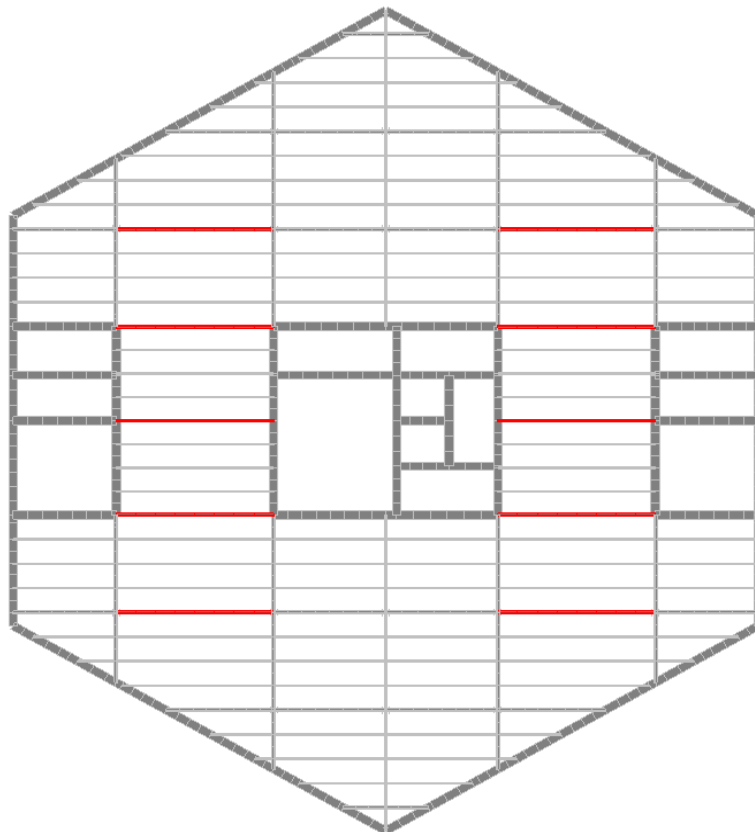


Рисунок 3.31 – Конструктивная группа главная балка Б1

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

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

38

Результаты экспертизы

Критический фактор $K_{max}$		
✓	0.757	0.772
✓	0.772	0.787
✓	0.787	0.802
✓	0.802	0.817
✓	0.817	0.832
✓	0.832	0.848
✓	0.848	0.863
✓	0.863	0.878
✓	0.878	0.893
✓	0.893	0.908
✓	0.908	0.923
✓	0.923	0.938
✓	0.938	0.953
✓	0.953	0.968
✓	0.968	0.984
✓	0.984	0.999

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 70Б1

Шкала фрагмента  
Заккрыть

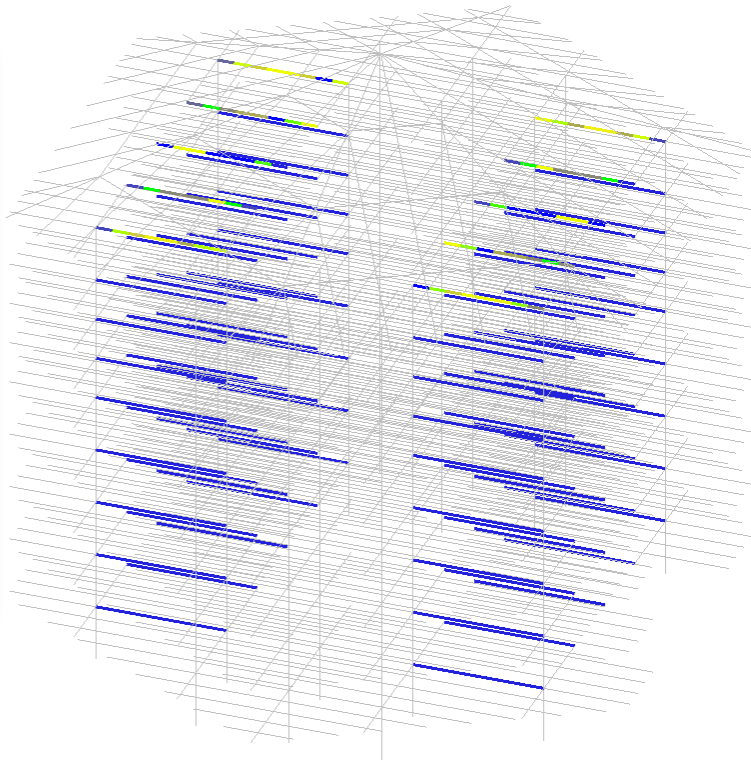


Рисунок 3.32 – Результаты экспертизы главной балки Б1

3-я конструктивная группа – главная балка Б2

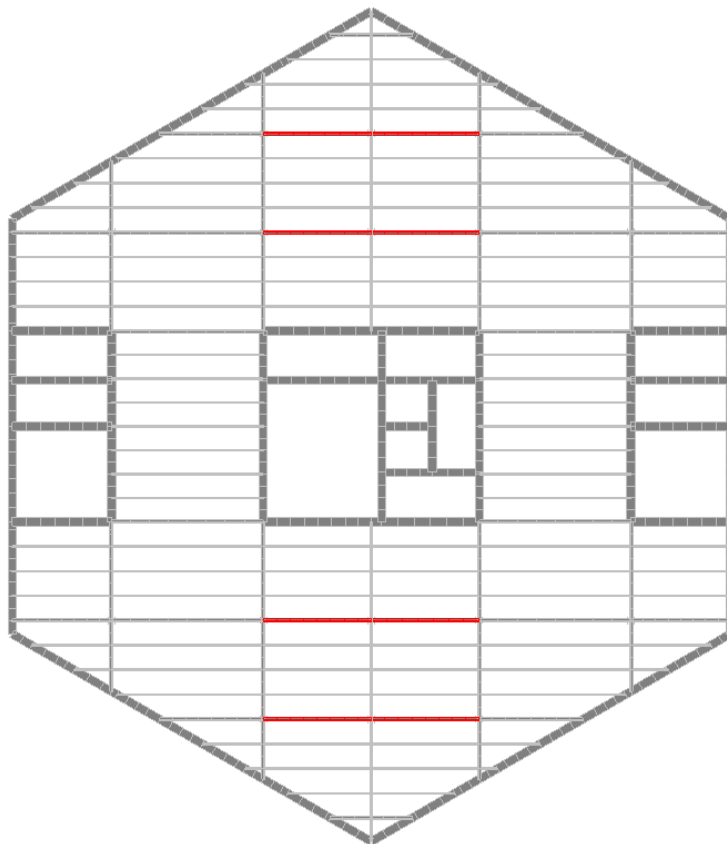


Рисунок 3.33 – Конструктивная группа главная балка Б2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Результаты экспертизы

Критический фактор K <sub>max</sub>				
<input checked="" type="checkbox"/>	0.805	0.817	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.817	0.829	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.829	0.841	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.841	0.853	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.853	0.865	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.865	0.877	4	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.877	0.889	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.889	0.901	5	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.901	0.913	7	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.913	0.926	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.926	0.938	5	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.938	0.95	2	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.95	0.962	7	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.962	0.974	69	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.974	0.986	3	
<input checked="" type="checkbox"/>	0.986	0.998	4	

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1

Шкала фрагмента  
Закрывать

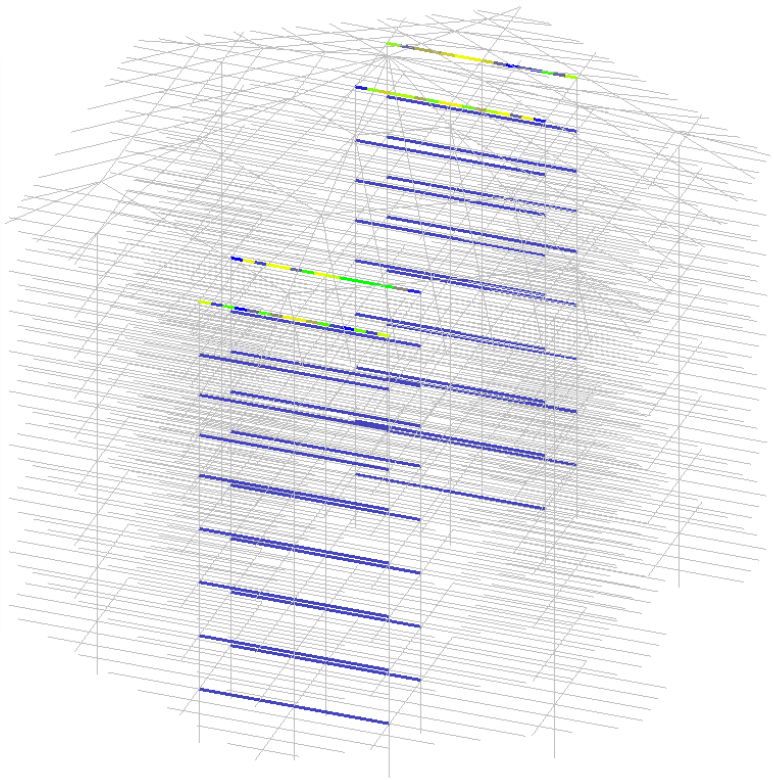


Рисунок 3.34 – Результаты экспертизы главной балки Б2

4-я конструктивная группа – главная балка Б3

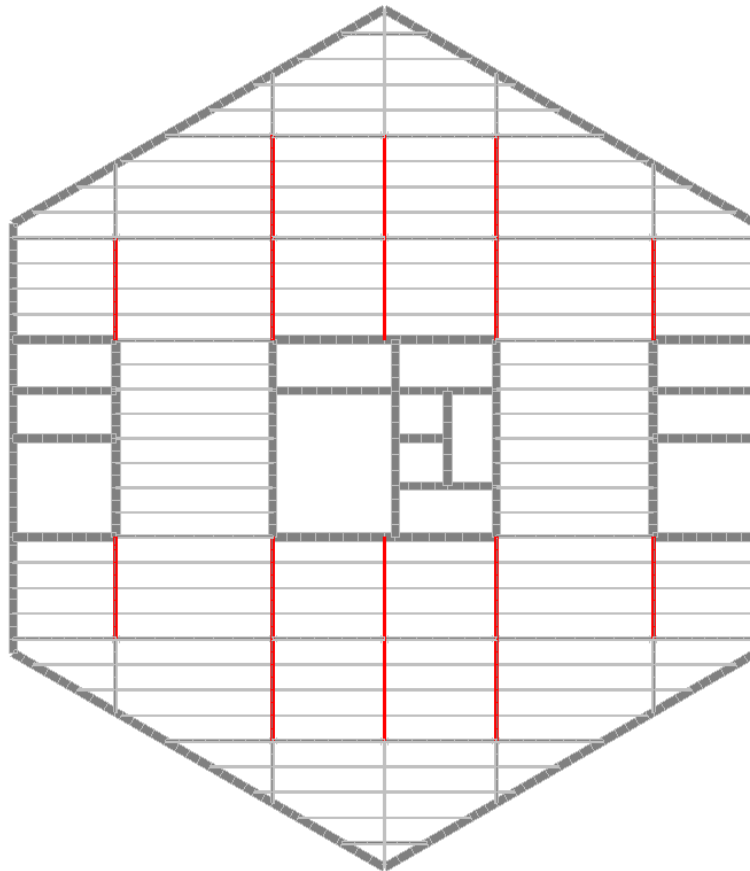


Рисунок 3.35 – Конструктивная группа главная балка Б3

Результаты экспертизы

Критический фактор K <sub>max</sub>		
0.748	0.763	10*
0.763	0.779	4
0.779	0.795	5
0.795	0.811	9
0.811	0.826	11*
0.826	0.842	17*
0.842	0.858	27*
0.858	0.874	31*
0.874	0.89	50*
0.89	0.905	40*
0.905	0.921	46*
0.921	0.937	50*
0.937	0.953	41*
0.953	0.968	38*
0.968	0.984	37*
0.984	1	76*

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б2

Шкала фрагмента  
Закреть

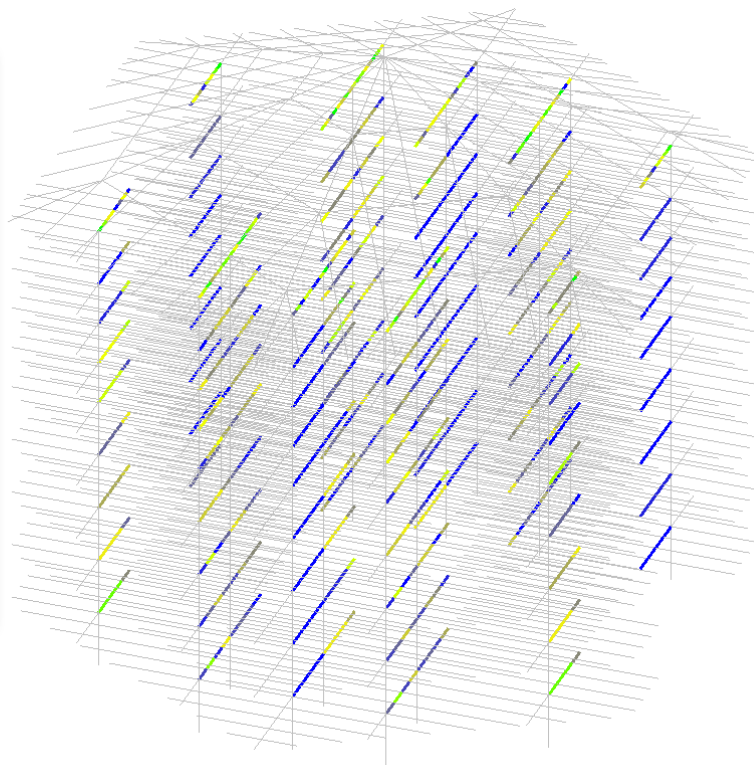


Рисунок 3.36 – Результаты экспертизы главной балки Б3

5-я конструктивная группа – главная балка Б4

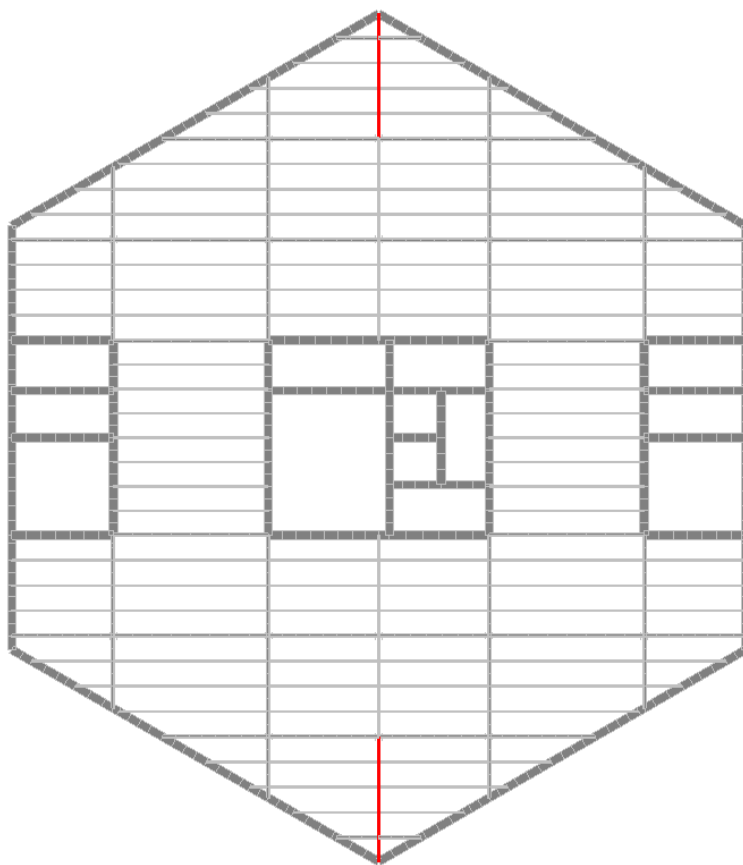


Рисунок 3.37 – Конструктивная группа главная балка Б4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

41

Результаты экспертизы

Критический фактор	Класс	Класс
0.753	0.769	4
0.769	0.784	7
0.784	0.799	3
0.799	0.814	1
0.814	0.83	3
0.83	0.845	2
0.845	0.86	6
0.86	0.875	2
0.875	0.891	4
0.891	0.906	3
0.906	0.921	6
0.921	0.936	4
0.936	0.952	2
0.952	0.967	4
0.967	0.982	3
0.982	0.997	13

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 18Б2

Шкала фрагмента

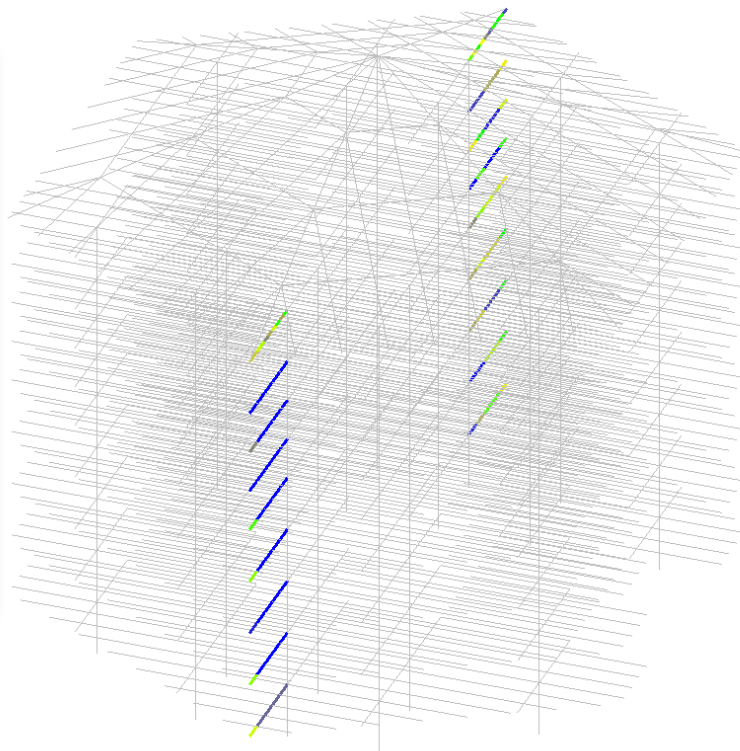


Рисунок 3.38 – Результаты экспертизы главной балки Б4

б-я конструктивная группа – главная балка Б5

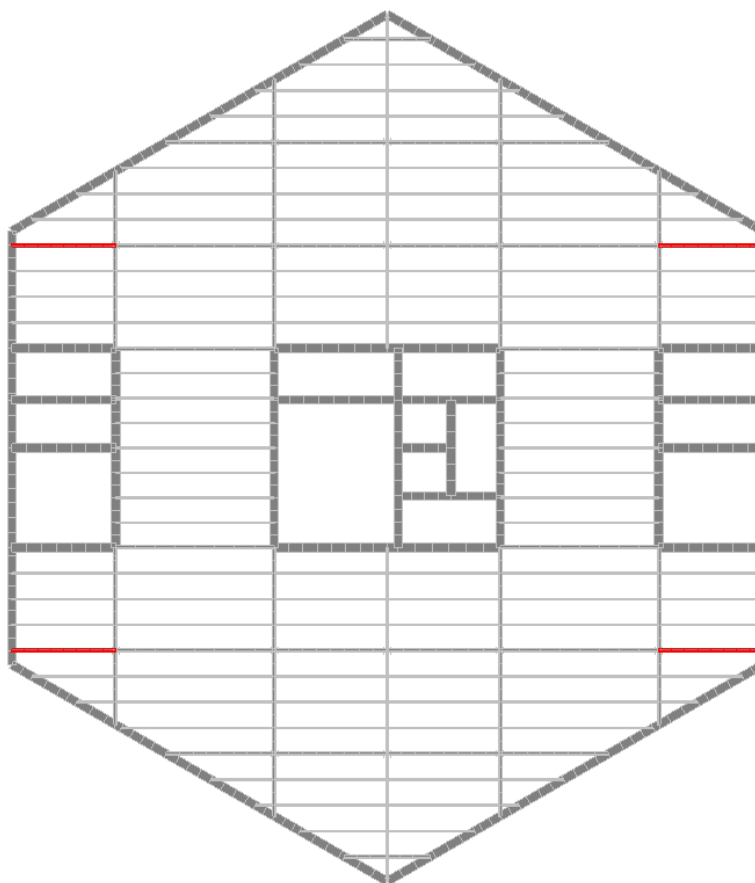


Рисунок 3.39 – Конструктивная группа главная балка Б5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

42

Результаты экспертизы

Критический фактор K <sub>max</sub>		
<input checked="" type="checkbox"/>	0.339	0.38
<input checked="" type="checkbox"/>	0.38	0.421
<input checked="" type="checkbox"/>	0.421	0.462
<input checked="" type="checkbox"/>	0.462	0.503
<input checked="" type="checkbox"/>	0.503	0.545
<input checked="" type="checkbox"/>	0.545	0.596
<input checked="" type="checkbox"/>	0.596	0.627
<input checked="" type="checkbox"/>	0.627	0.668
<input checked="" type="checkbox"/>	0.668	0.709
<input checked="" type="checkbox"/>	0.709	0.75
<input checked="" type="checkbox"/>	0.75	0.792
<input checked="" type="checkbox"/>	0.792	0.833
<input checked="" type="checkbox"/>	0.833	0.874
<input checked="" type="checkbox"/>	0.874	0.915
<input checked="" type="checkbox"/>	0.915	0.956
<input checked="" type="checkbox"/>	0.956	0.997

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б1

Шкала фрагмента

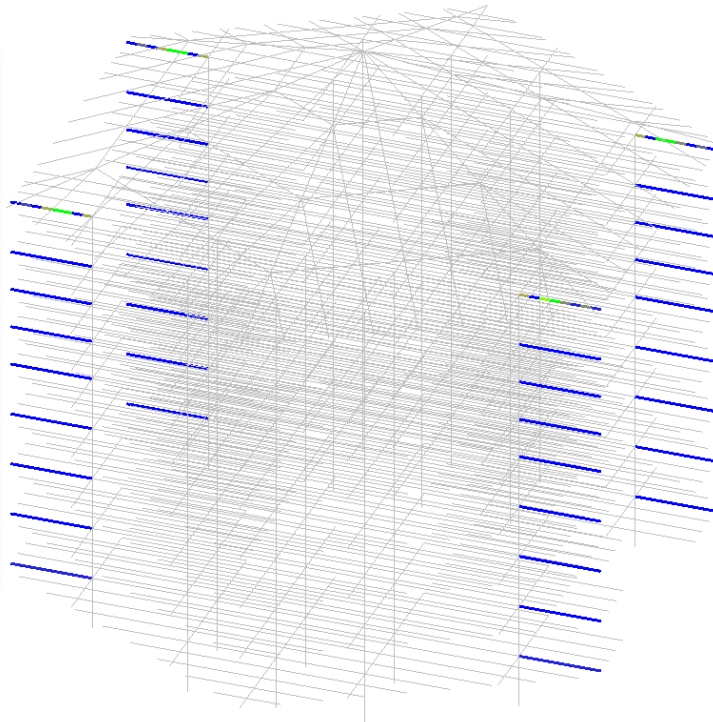


Рисунок 3.40 – Результаты экспертизы главной балки Б5

7-я конструктивная группа – главная балка Б6

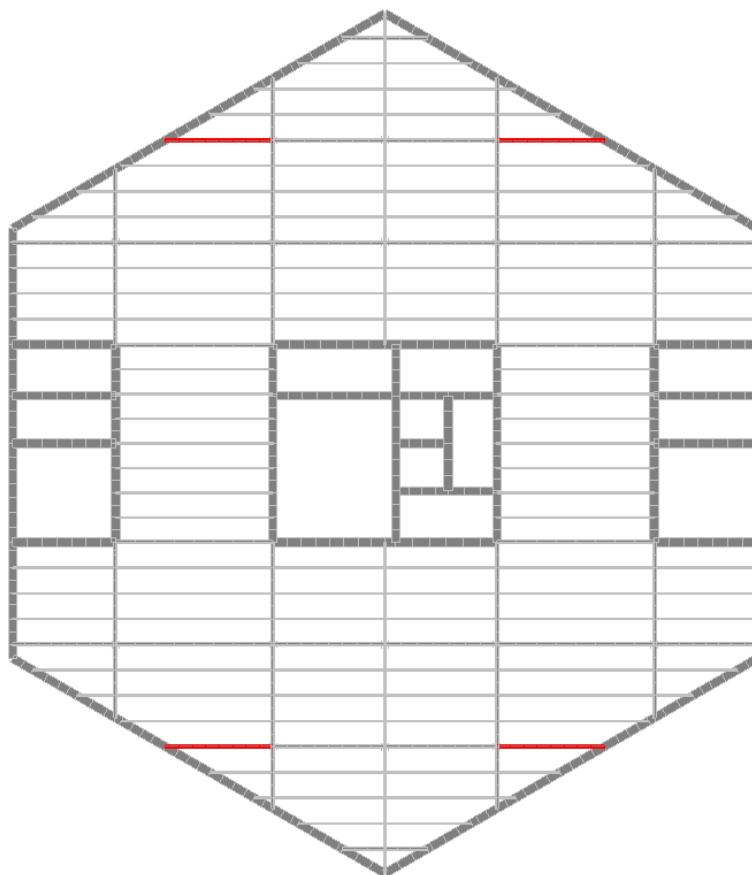


Рисунок 3.41 – Конструктивная группа главная балка Б6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

43



Результаты экспертизы

Критический фактор K <sub>max</sub>		
✓	0.733	0.749
✓	0.749	0.765
✓	0.765	0.782
✓	0.782	0.798
✓	0.798	0.815
✓	0.815	0.831
✓	0.831	0.847
✓	0.847	0.864
✓	0.864	0.88
✓	0.88	0.897
✓	0.897	0.913
✓	0.913	0.929
✓	0.929	0.946
✓	0.946	0.962
✓	0.962	0.978
✓	0.978	0.995

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б2

Шкала фрагмента  
Закреть

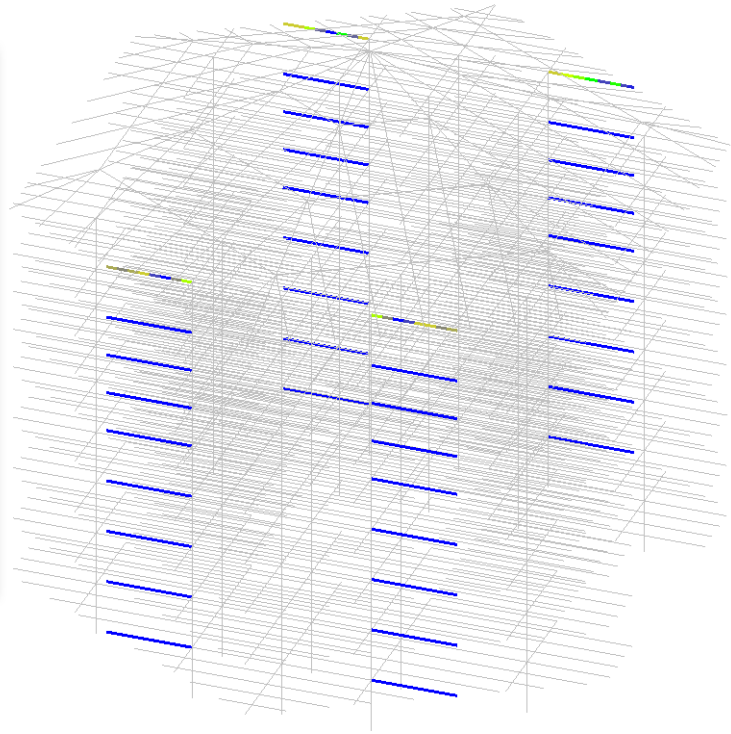


Рисунок 3.42 – Результаты экспертизы главной балки Б6

8-я конструктивная группа – главная балка Б7

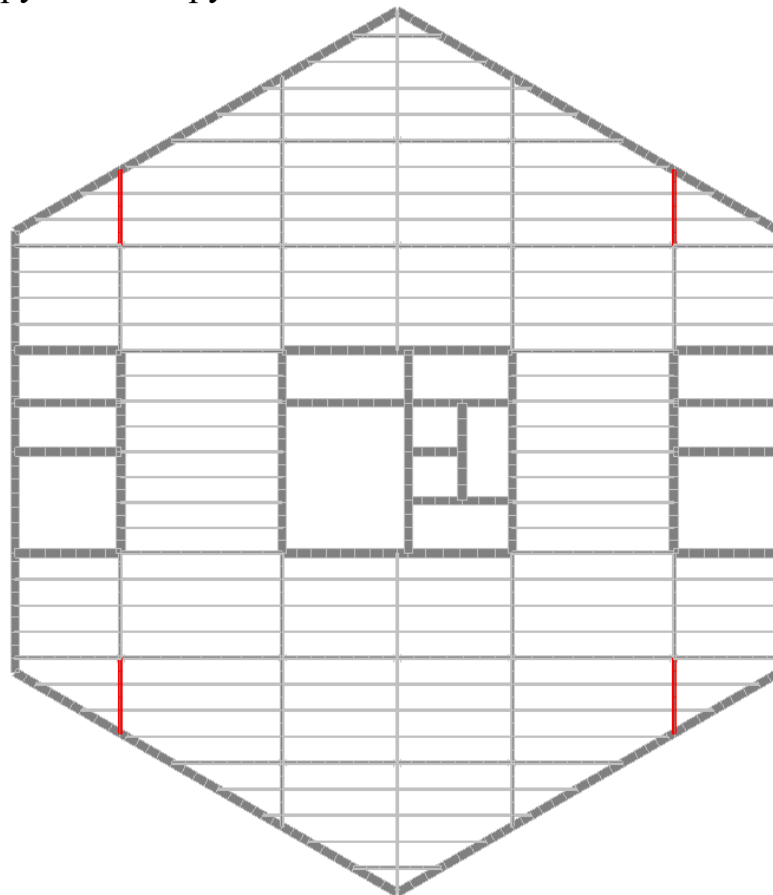


Рисунок 3.43 – Конструктивная группа главная балка Б7

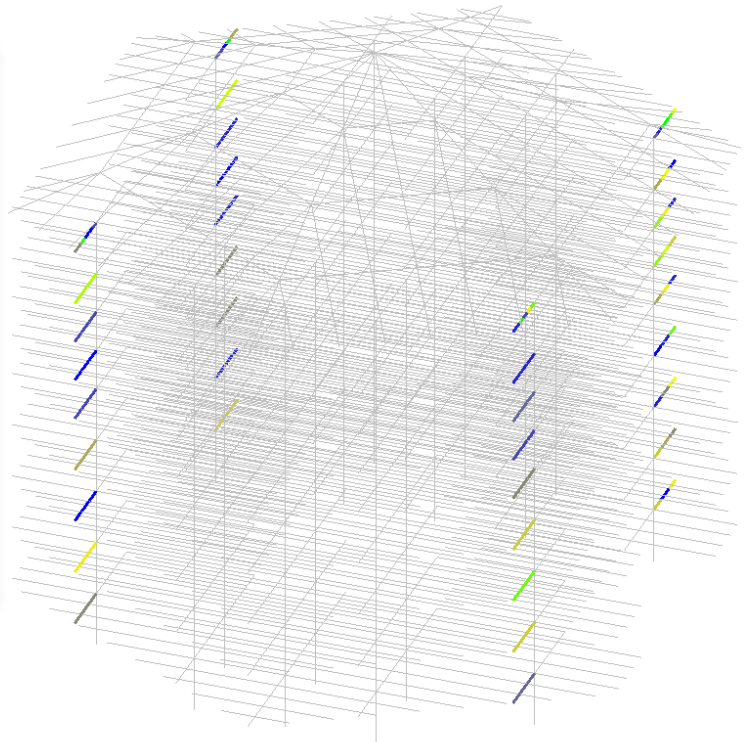
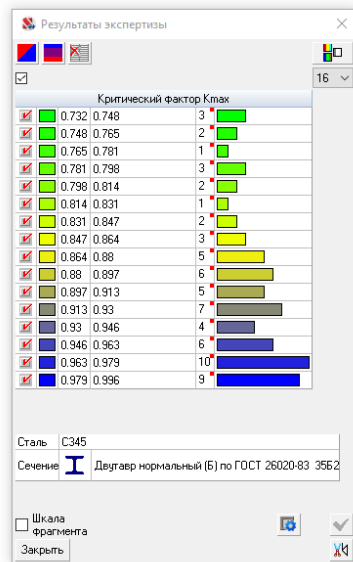


Рисунок 3.44 – Результаты экспертизы главной балки Б7

9-я конструктивная группа – главная балка Б8

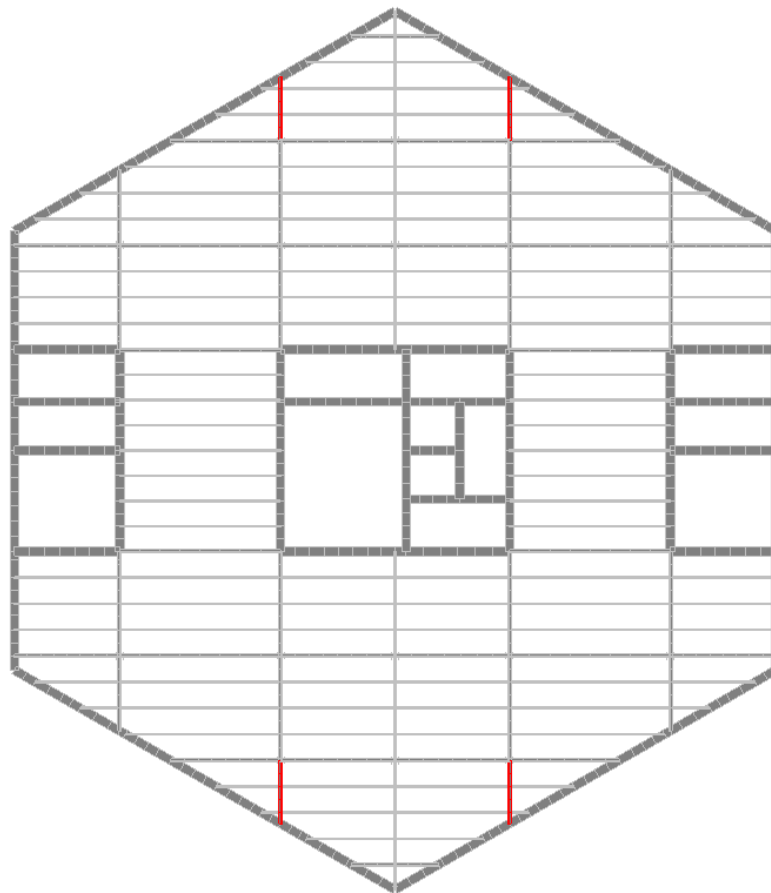


Рисунок 3.45 – Конструктивная группа главная балка Б8

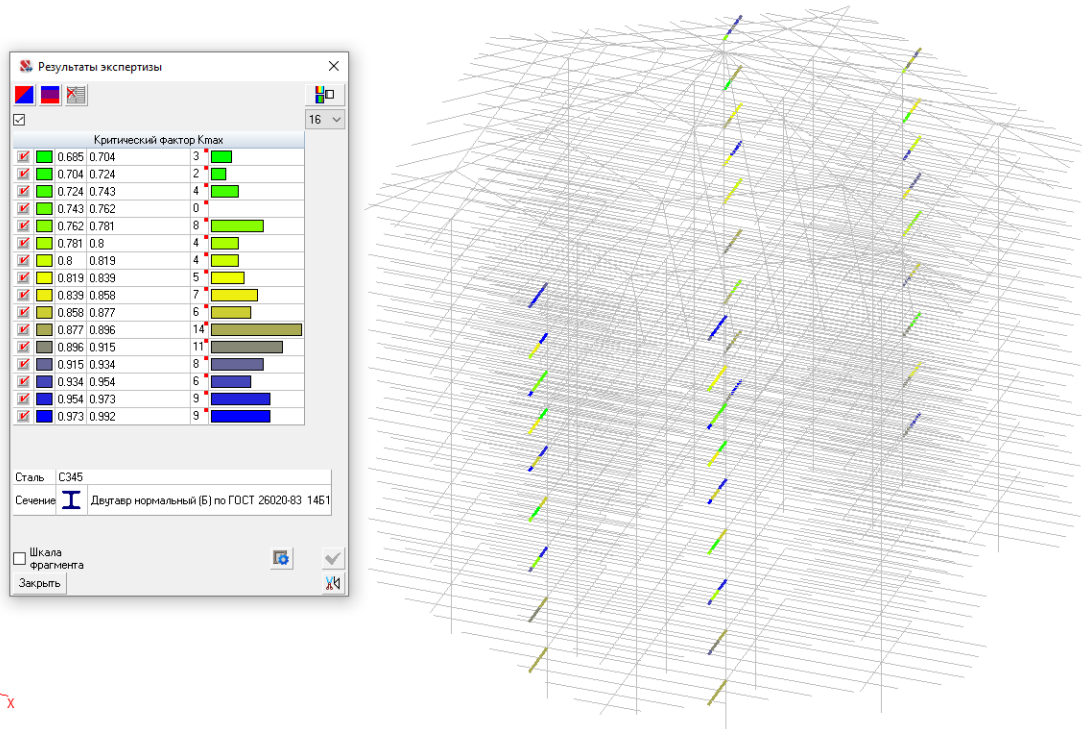


Рисунок 3.46 – Результаты экспертизы главной балки Б8

10-я конструктивная группа – главная балка Б9

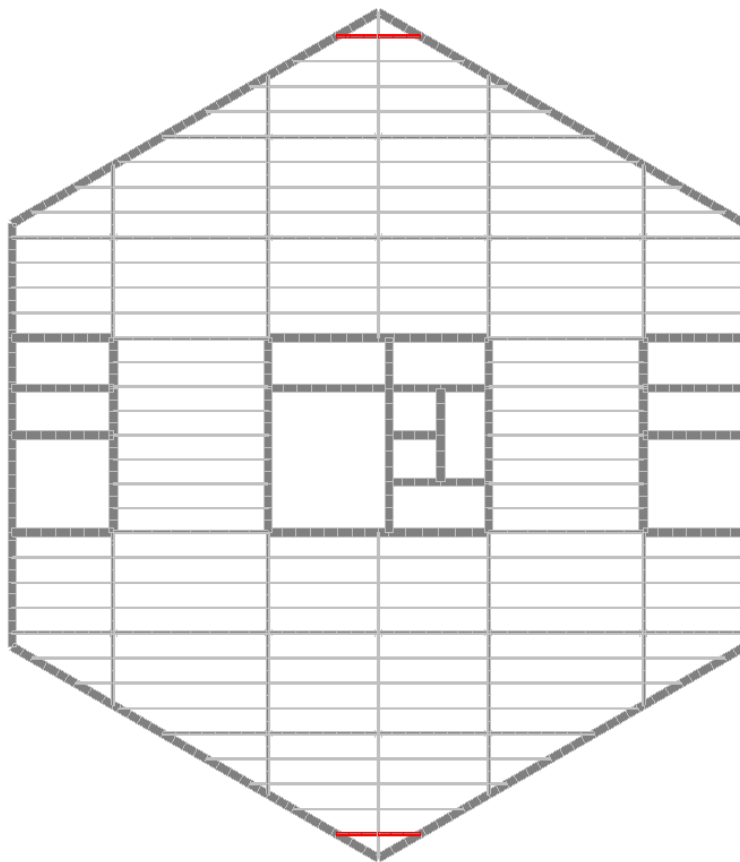


Рисунок 3.47 – Конструктивная группа главная балка Б9

Результаты экспертизы

Критический фактор $K_{max}$		
✓	0.769	0.784
✓	0.784	0.798
✓	0.798	0.812
✓	0.812	0.827
✓	0.827	0.841
✓	0.841	0.855
✓	0.855	0.869
✓	0.869	0.884
✓	0.884	0.898
✓	0.898	0.912
✓	0.912	0.926
✓	0.926	0.941
✓	0.941	0.955
✓	0.955	0.969
✓	0.969	0.983
✓	0.983	0.998

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 18Б1

Шкала фрагмента  
Закреть

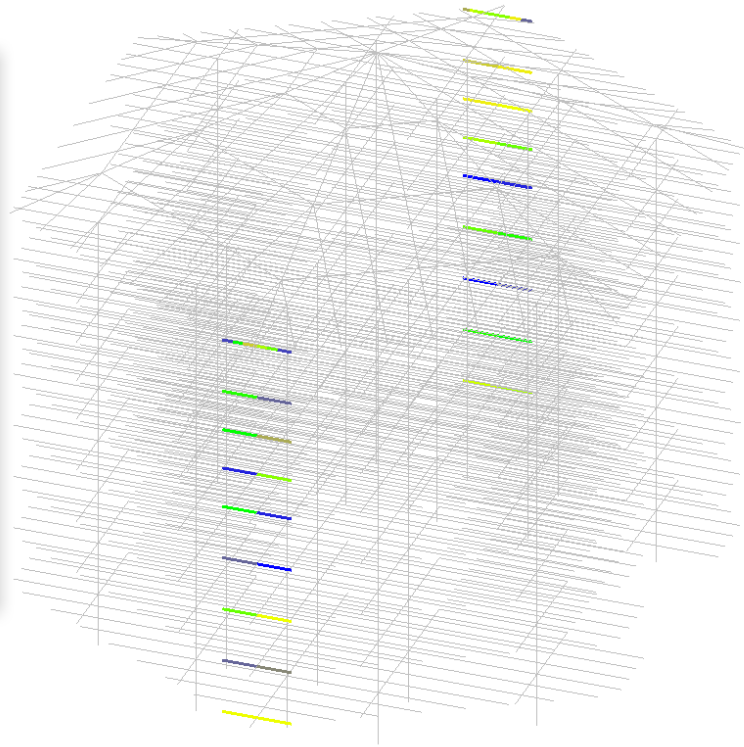


Рисунок 3.48 – Результаты экспертизы главной балки Б9

11-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ1

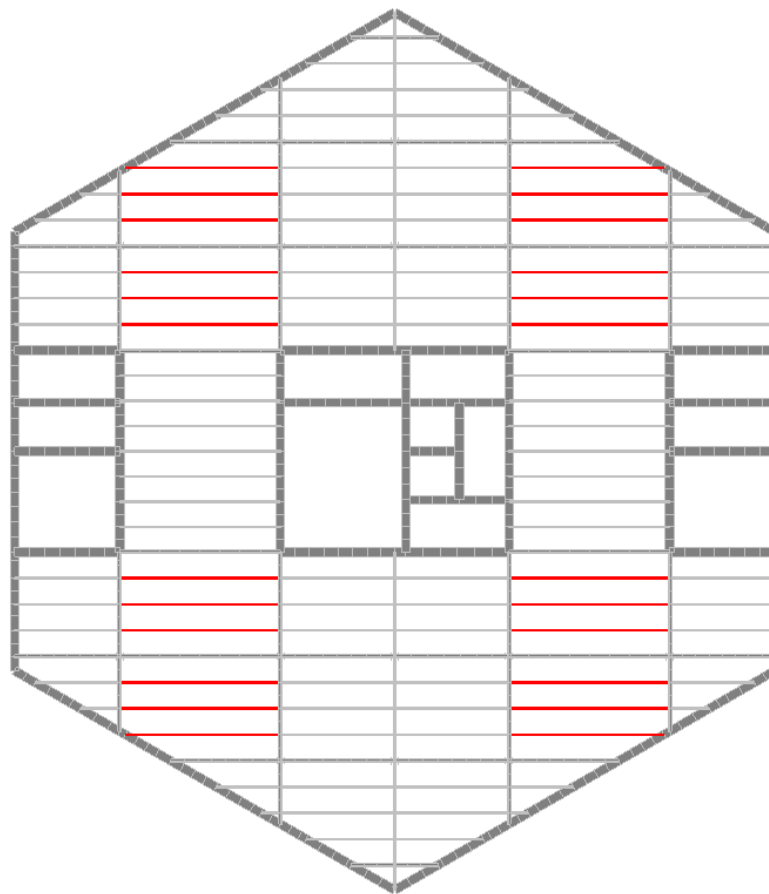


Рисунок 3.49 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ1

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

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

47

Результаты экспертизы

Критический фактор Клак		
0.243	0.289	6
0.289	0.334	1
0.334	0.38	1
0.38	0.426	9
0.426	0.471	11
0.471	0.517	162
0.517	0.563	6
0.563	0.609	0
0.609	0.654	0
0.654	0.7	4
0.7	0.746	0
0.746	0.792	0
0.792	0.837	0
0.837	0.883	0
0.883	0.929	0
0.929	0.974	193

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 7051

Шкала фрагмента  
Закреть

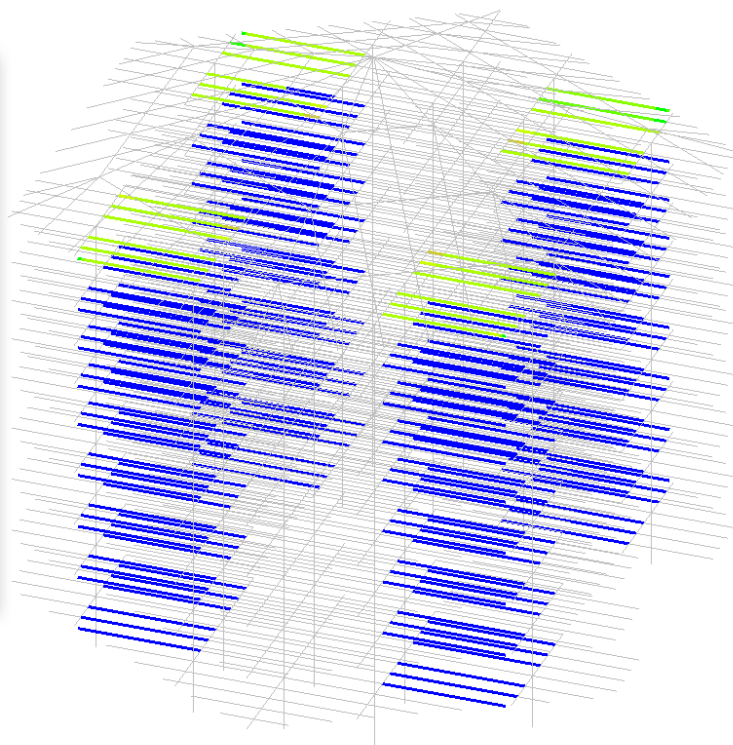


Рисунок 3.50 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ1

12-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ2

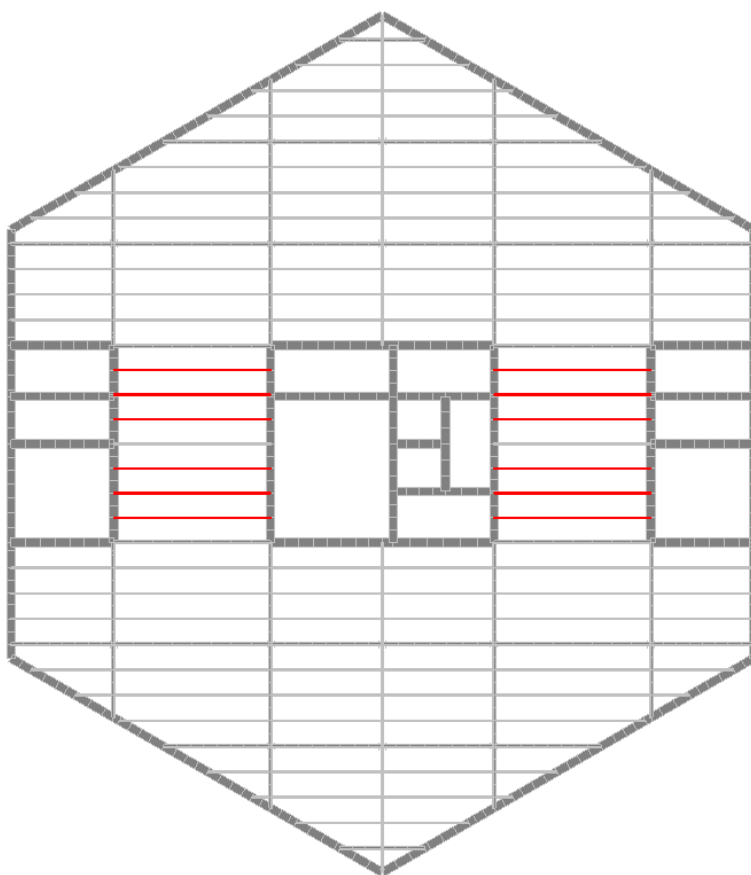


Рисунок 3.51 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

48



Результаты экспертизы

Критический фактор Клак		
<input checked="" type="checkbox"/>	0.516	0.546
<input checked="" type="checkbox"/>	0.546	0.576
<input checked="" type="checkbox"/>	0.576	0.607
<input checked="" type="checkbox"/>	0.607	0.637
<input checked="" type="checkbox"/>	0.637	0.667
<input checked="" type="checkbox"/>	0.667	0.697
<input checked="" type="checkbox"/>	0.697	0.727
<input checked="" type="checkbox"/>	0.727	0.758
<input checked="" type="checkbox"/>	0.758	0.788
<input checked="" type="checkbox"/>	0.788	0.818
<input checked="" type="checkbox"/>	0.818	0.848
<input checked="" type="checkbox"/>	0.848	0.878
<input checked="" type="checkbox"/>	0.878	0.909
<input checked="" type="checkbox"/>	0.909	0.939
<input checked="" type="checkbox"/>	0.939	0.969
<input checked="" type="checkbox"/>	0.969	0.999

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 70Б1

Шкала фрагмента  
Закреть

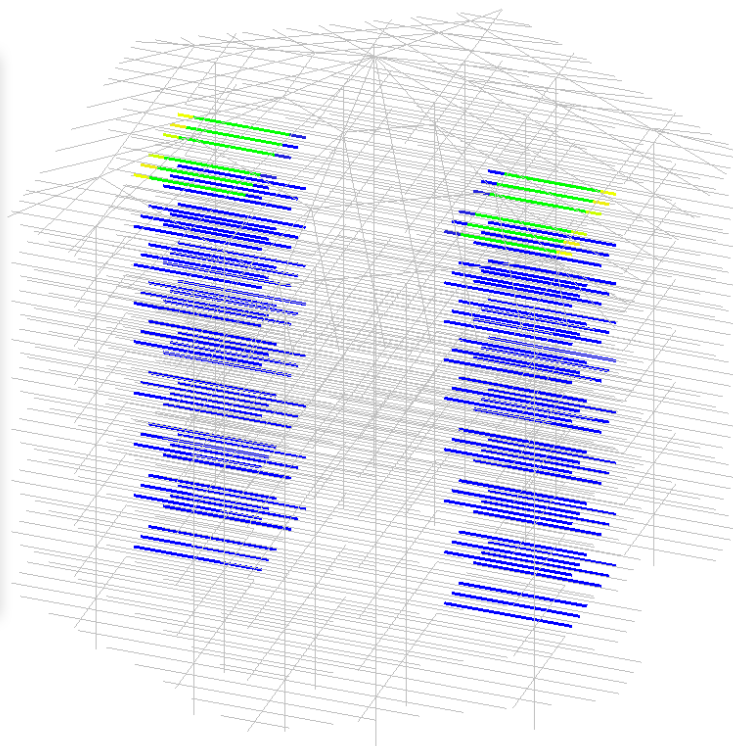


Рисунок 3.52 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ2

13-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ3

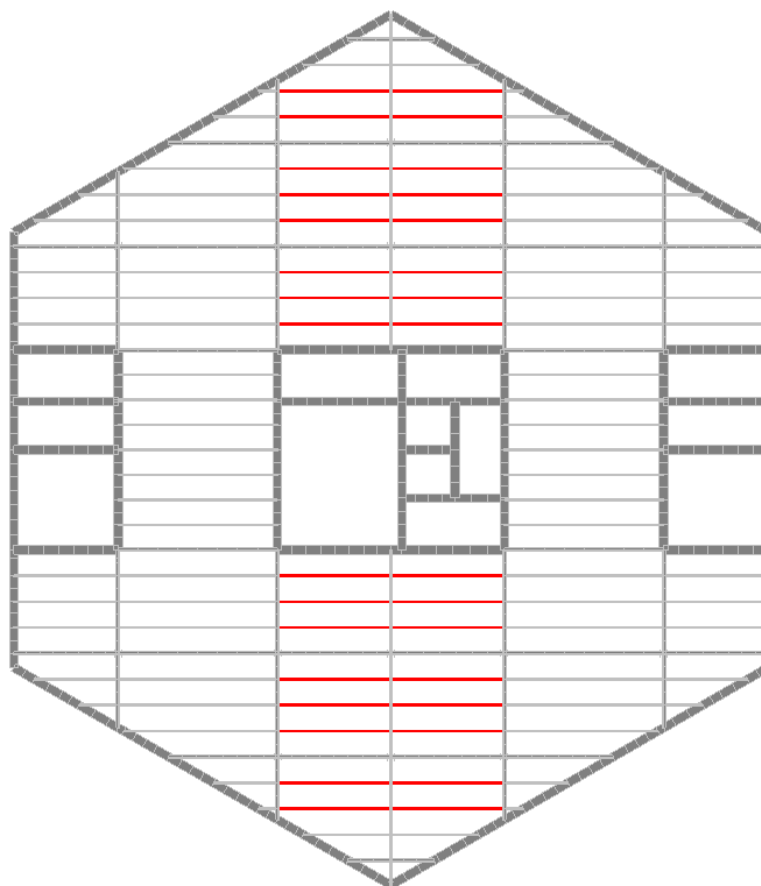


Рисунок 3.53 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

49

Результаты экспертизы

Критический фактор Kmax		
0.132	0.185	13
0.185	0.238	9
0.238	0.29	8
0.29	0.343	3
0.343	0.395	82
0.395	0.448	137
0.448	0.5	4
0.5	0.553	4
0.553	0.605	2
0.605	0.658	1
0.658	0.711	1
0.711	0.763	0
0.763	0.816	1
0.816	0.868	2
0.868	0.921	3
0.921	0.973	242

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 45Б1

Шкала фрагмента  
Закорить

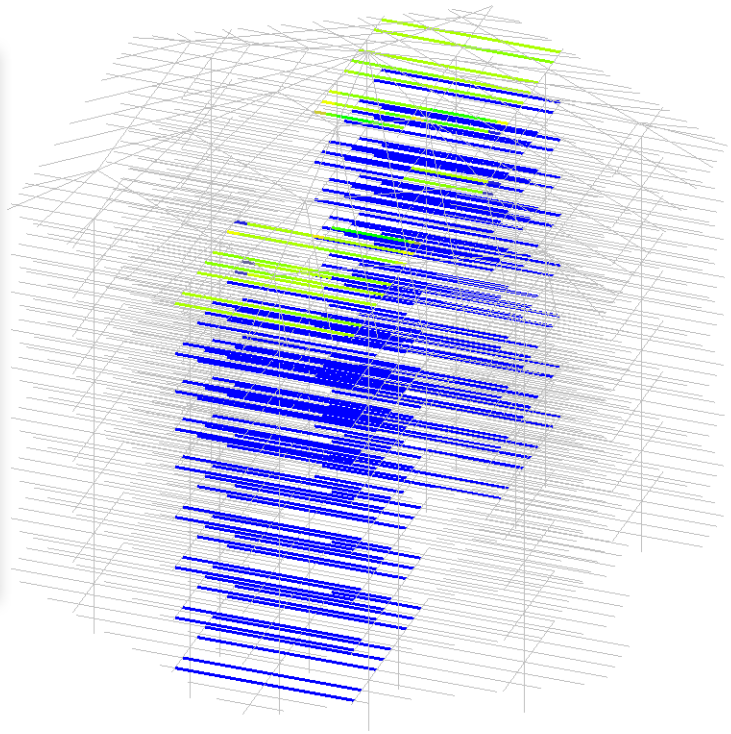


Рисунок 3.54 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ3

14-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ4

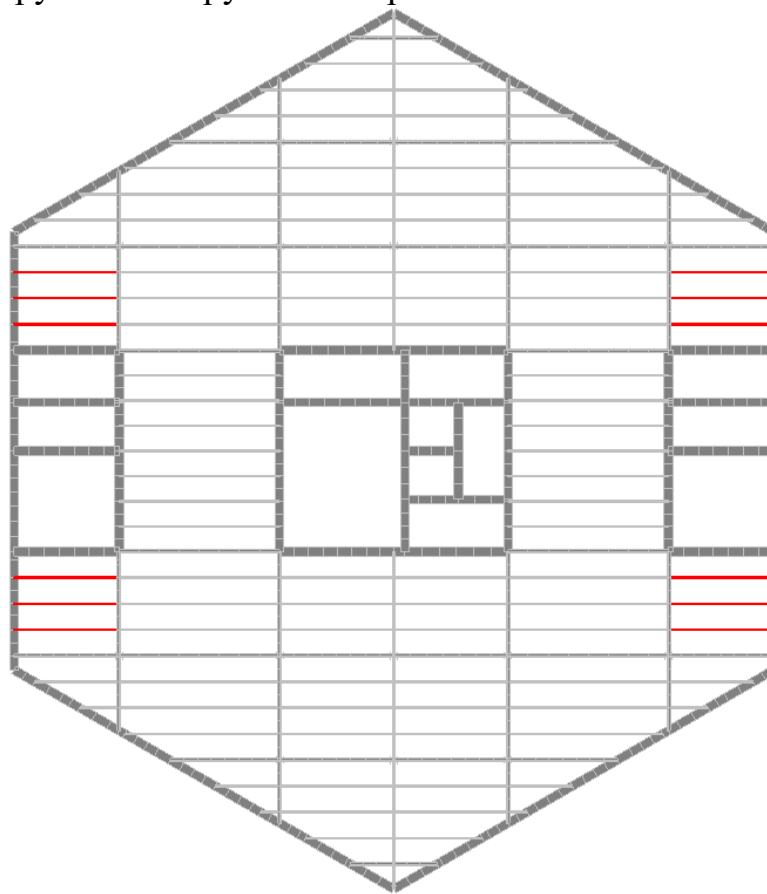


Рисунок 3.55 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

50

Результаты экспертизы

Критический фактор K <sub>max</sub>		
0.058	0.116	4
0.116	0.174	4
0.174	0.232	14
0.232	0.29	2
0.29	0.347	14
0.347	0.405	1
0.405	0.463	2
0.463	0.521	4
0.521	0.579	35
0.579	0.637	0
0.637	0.695	0
0.695	0.753	0
0.753	0.811	0
0.811	0.868	0
0.868	0.926	0
0.926	0.984	95

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 40Б1

Шкала фрагмента  
Закреть

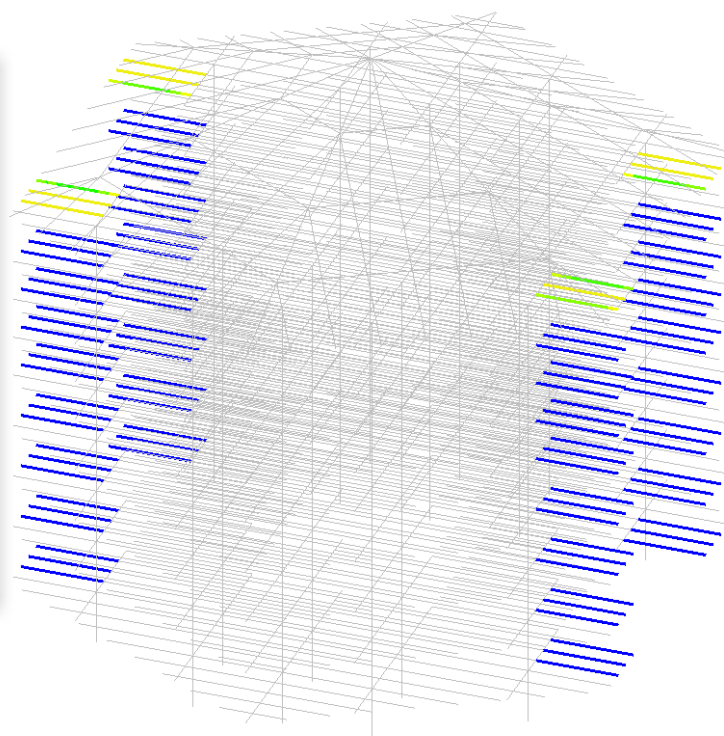


Рисунок 3.56 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ4

15-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ5

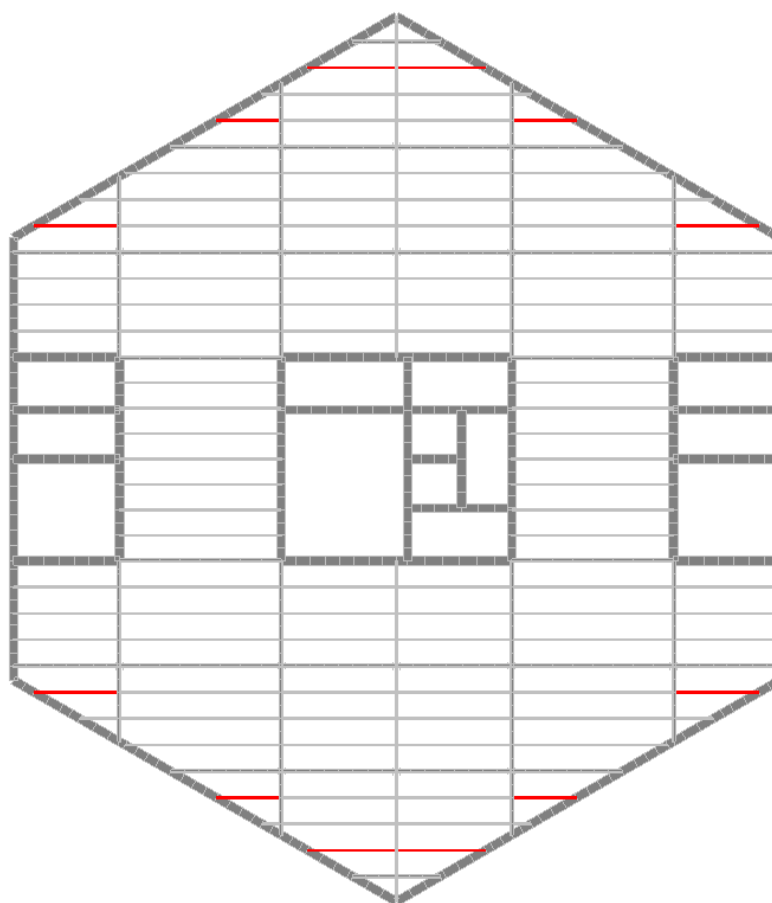


Рисунок 3.57 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ5

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

51

Результаты экспертизы

Критический фактор  $K_{max}$

0.148	0.197	1
0.197	0.245	10
0.245	0.294	2
0.294	0.343	8
0.343	0.391	6
0.391	0.44	8
0.44	0.488	9
0.488	0.537	6
0.537	0.585	12
0.585	0.634	0
0.634	0.683	0
0.683	0.731	0
0.731	0.78	0
0.78	0.828	0
0.828	0.877	0
0.877	0.926	96

Сталь С345  
Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 30Б1

Шкала фрагмента  
 Закреть

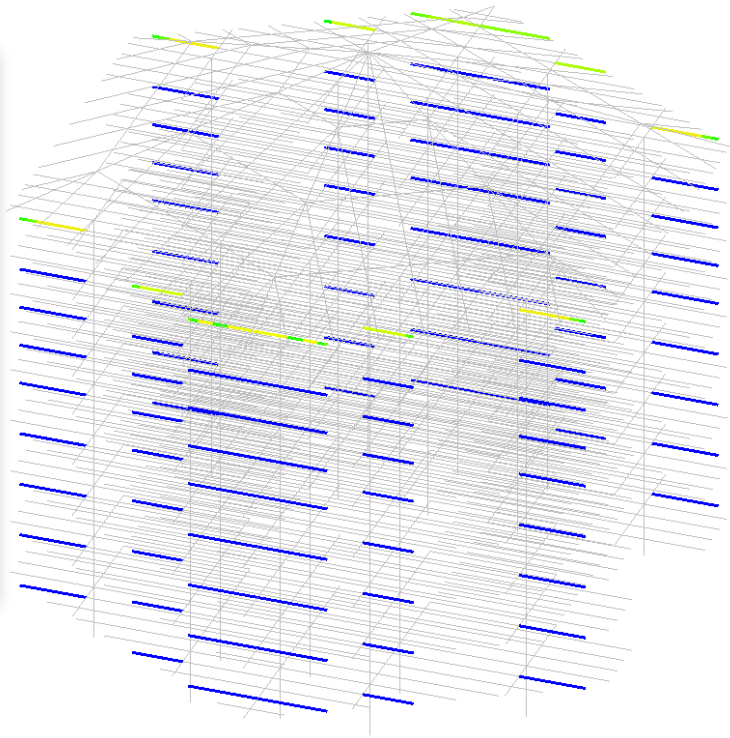


Рисунок 3.58 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ5

16-я конструктивная группа – второстепенная балка БВ6

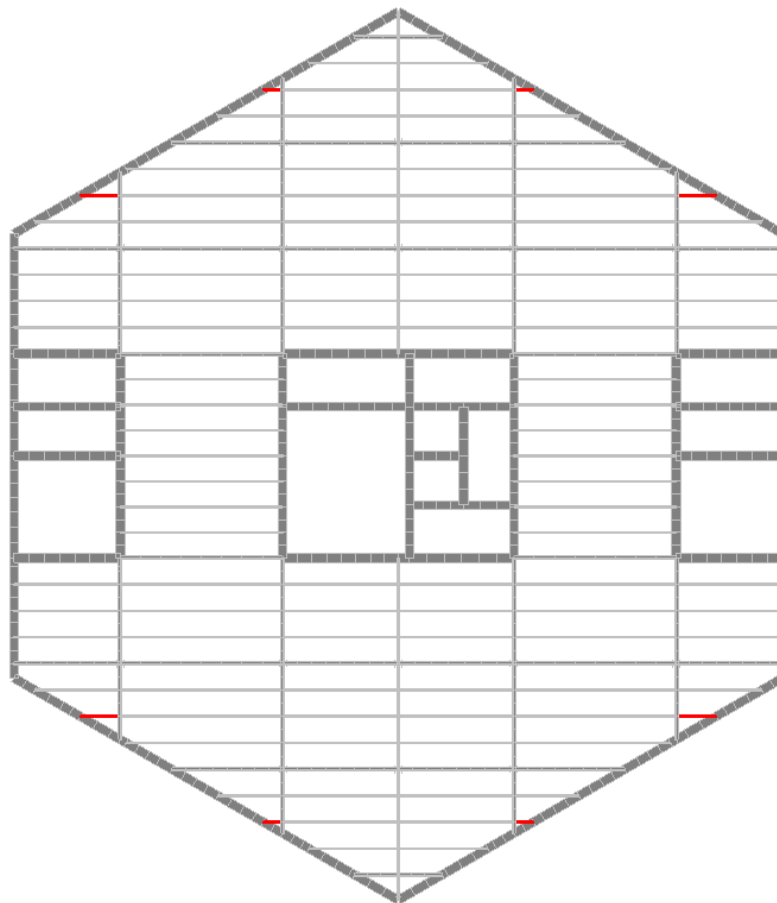


Рисунок 3.59 – Конструктивная группа второстепенная балка БВ6

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

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

52

Критический фактор Класс		
0.145	0.137	4
0.137	0.249	0
0.249	0.301	0
0.301	0.353	2
0.353	0.405	6
0.405	0.458	0
0.458	0.51	32
0.51	0.562	3
0.562	0.614	1
0.614	0.666	0
0.666	0.718	0
0.718	0.77	2
0.77	0.822	0
0.822	0.875	0
0.875	0.927	32
0.927	0.979	2

Сталь: С345  
Сечение: Двутавр нормальный [Б] по ГОСТ 26020-83 10Б1

Шкала фрагмента  
Закрывать

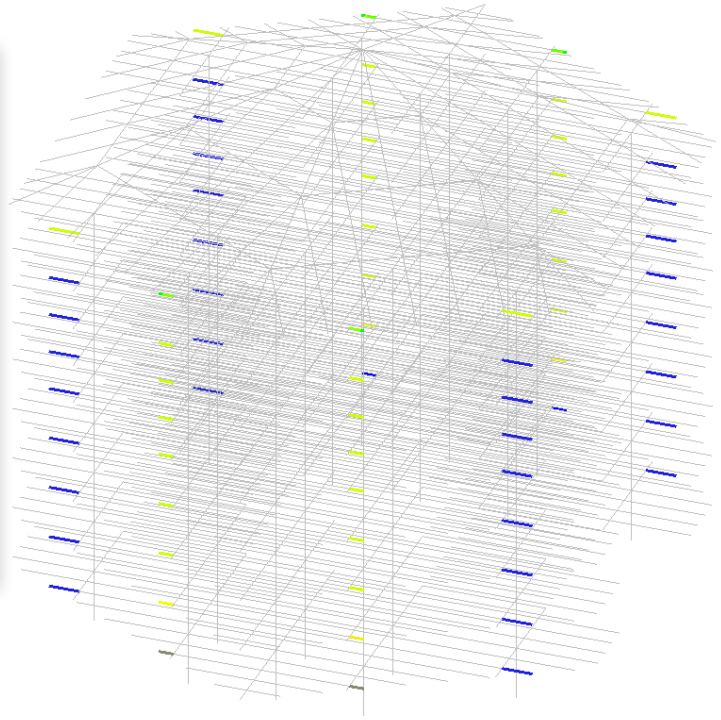


Рисунок 3.60 – Результаты экспертизы второстепенной балки БВ6

17-я конструктивная группа – колонны К1

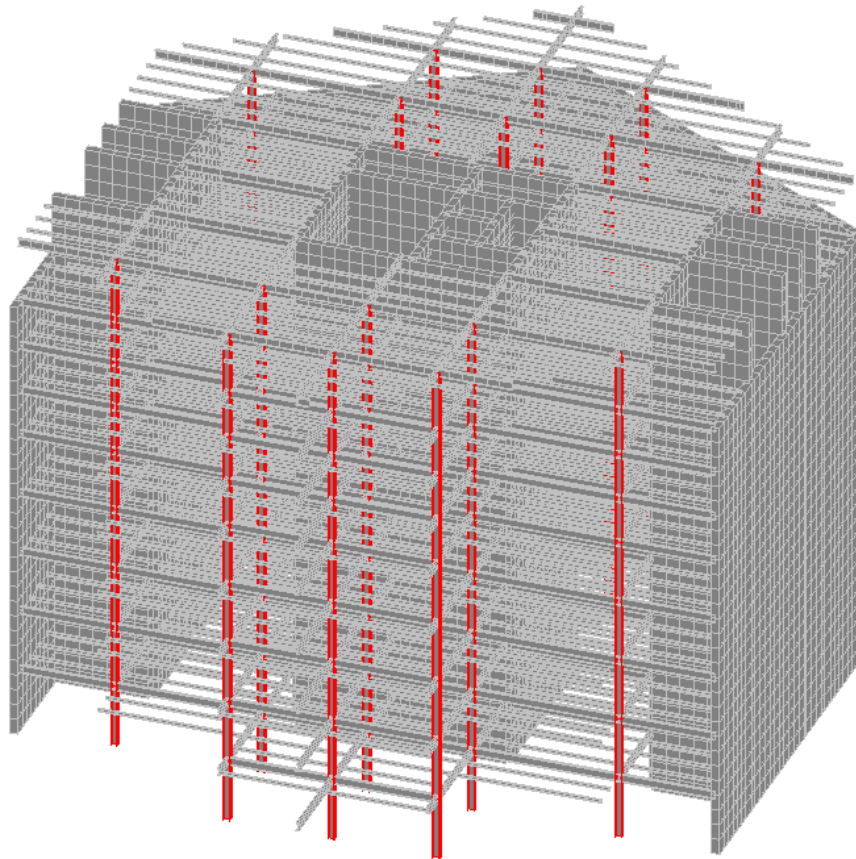


Рисунок 3.61 – Конструктивная группы колонны К1 и К2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

53



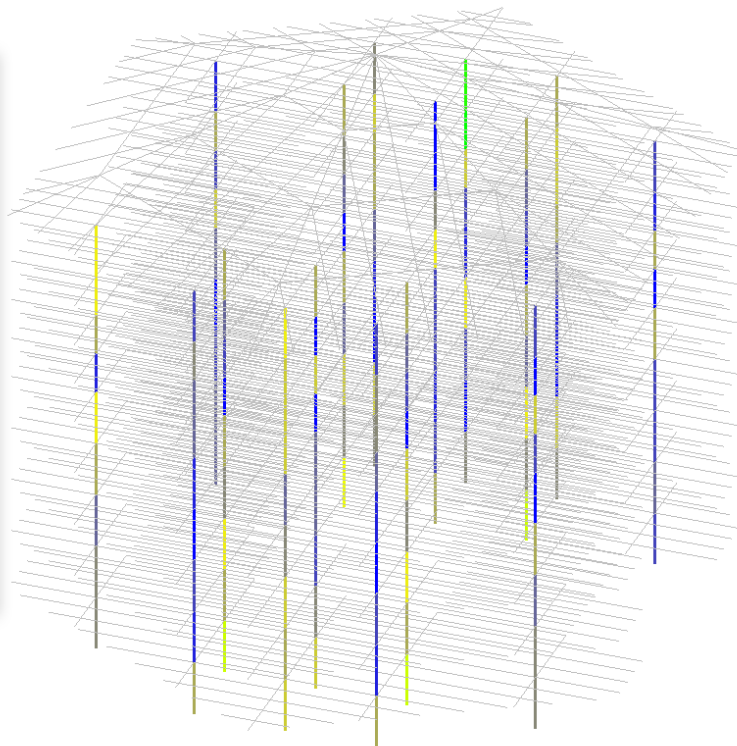
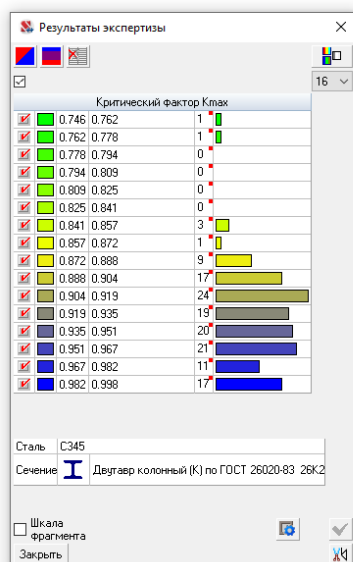


Рисунок 3.62 – Результаты экспертизы колонн К1 и К2

Критический фактор  $K_{max}$  не превышает 1, следовательно, подбор сечений выполнен верно. Принятые сечения представлены в таблице 3.4:

Таблица 3.4 – Подобранные сечения стальных конструкций

Конструктивная группа	Результат подбора
Стальной каркас покрытия	Прямоугольная труба 450x450x8 по ГОСТ 32931-2015
Главная балка Б1	Двутавр 70Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б2	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б3	Двутавр 80Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б4	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б5	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б6	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б7	Двутавр 80Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б8	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Главная балка Б9	Двутавр 25Б2 по ГОСТ Р 57837-2017
Второстепенная балка БВ1	Двутавр 70Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Второстепенная балка БВ2	Двутавр 70Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Второстепенная балка БВ3	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017

Конструктивная группа	Результат подбора
Второстепенная балка БВ4	Двутавр 45Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Второстепенная балка БВ5	Двутавр 30Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Второстепенная балка БВ6	Двутавр 30Б1 по ГОСТ Р 57837-2017
Колонна К1	Двутавр 35К2 по ГОСТ Р 57837-2017
Колонна К2	Двутавр 35К2 по ГОСТ Р 57837-2017

### 3.4.4 Железобетонные элементы

В выпускной квалификационной работе (далее ВКР) принято монолитное железобетонное перекрытие толщиной 250 мм. Плита запроектирована из бетона В25, в качестве продольной расчетной арматуры применяется стальная арматура класса А500, для поперечного армирования – А240.

Количество верхней и нижней арматуры в плите перекрытия установлено исходя из действующих усилий и наиболее невыгодных сочетаний нагрузок.

Диаметры нижней и верхней арматуры, полученные в результате расчета, показаны на рисунках 3.63-3.66:

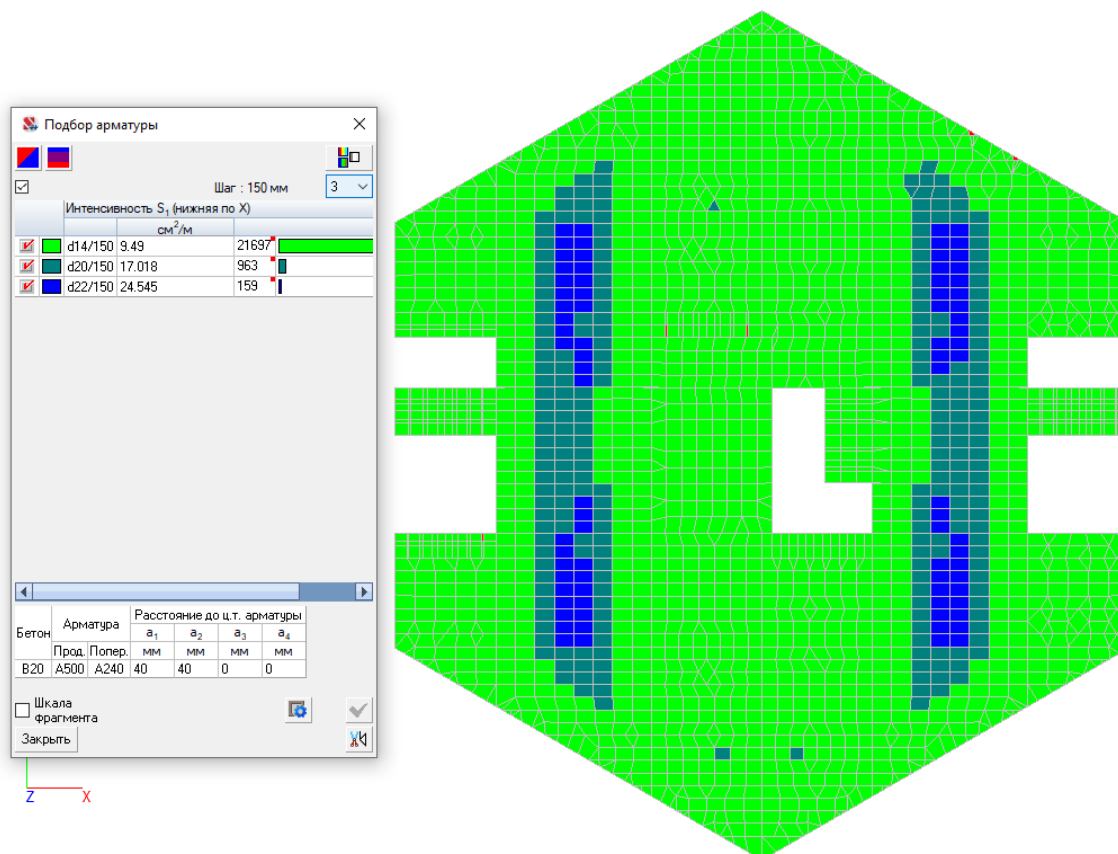


Рисунок 3.63 – Схема расположения нижней арматуры на отм. -9,000 по оси X при шаге 150 мм

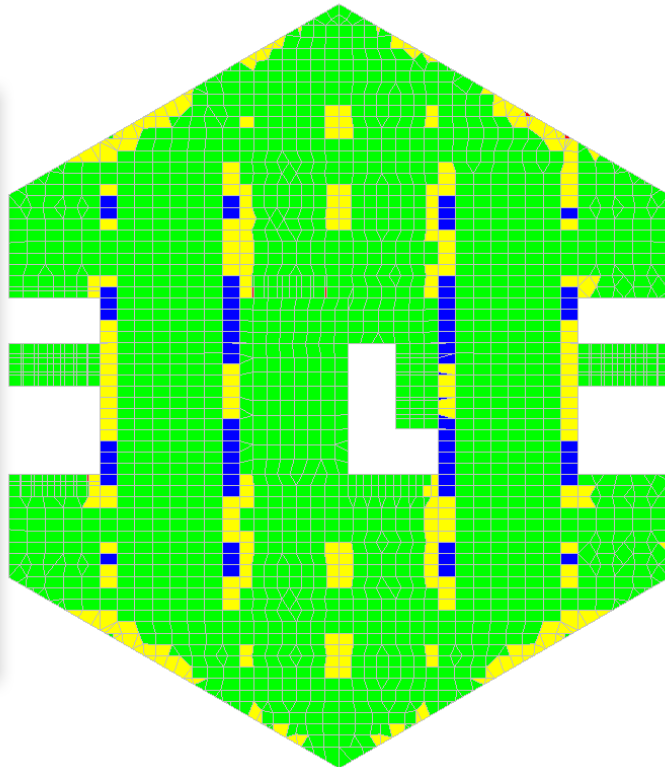
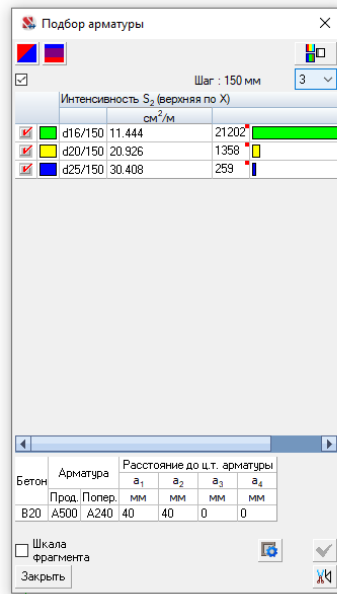


Рисунок 3.64 – Схема расположения верхней арматуры на отм. -9,000 по оси X при шаге 150 мм

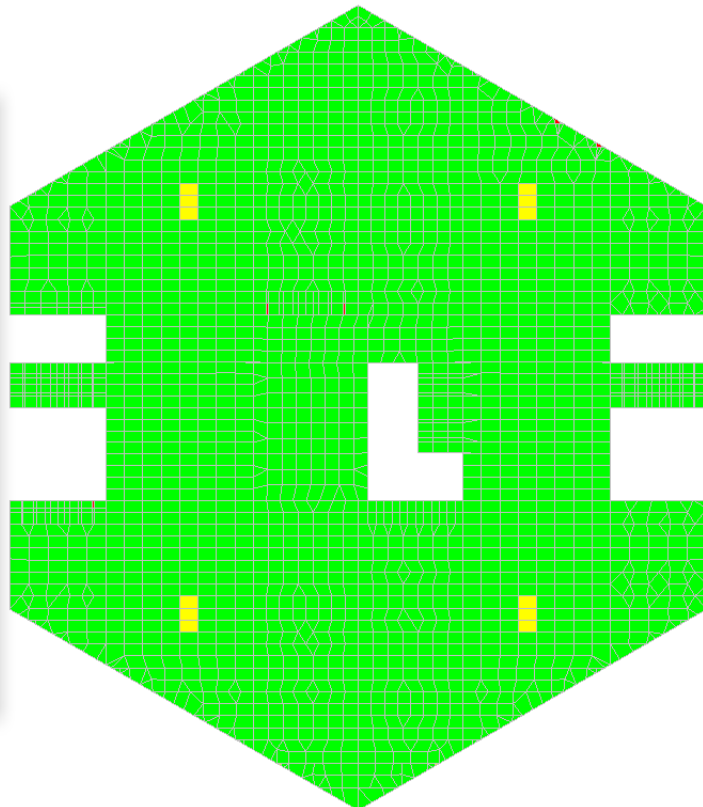
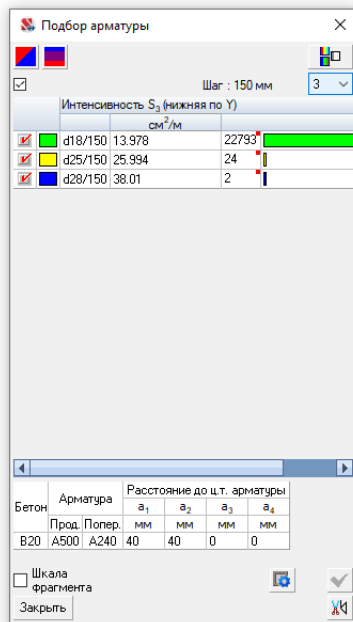


Рисунок 3.65 – Схема расположения нижней арматуры на отм. -9,000 по оси Y при шаге 150 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

56

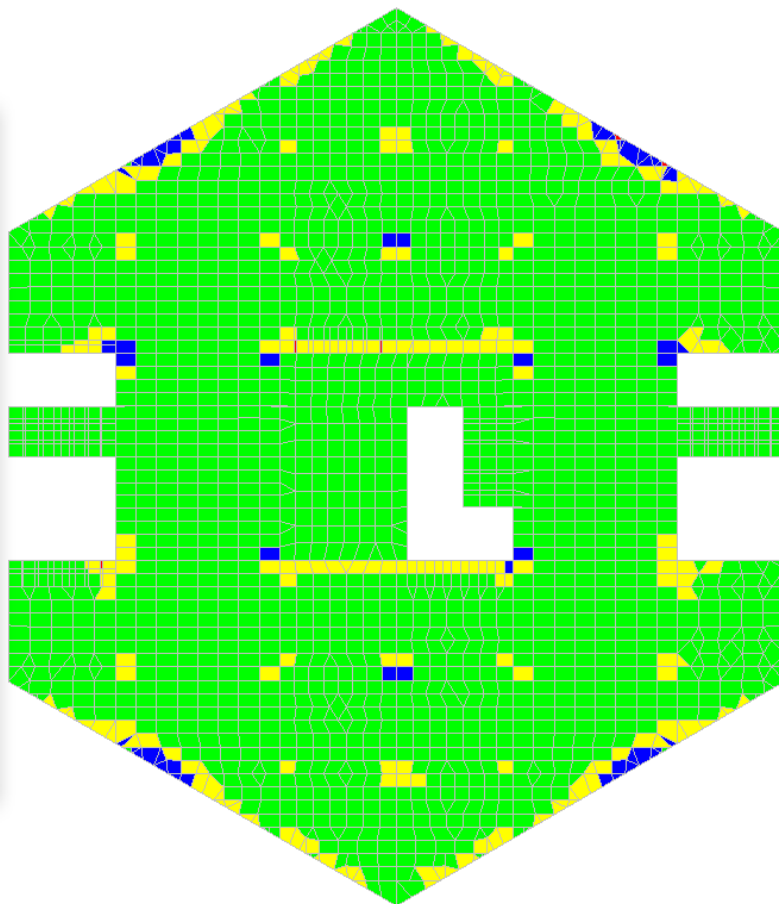
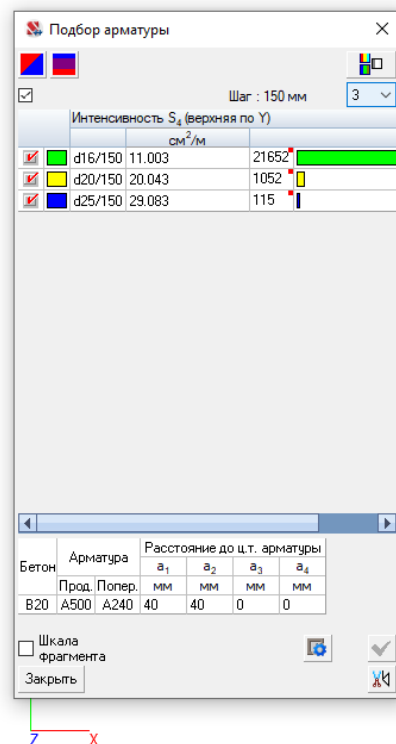


Рисунок 3.66 – Схема расположения верхней арматуры на отм. -9,000 по оси Y при шаге 150 мм

В ВКР принята монолитная железобетонная ограждающая стена толщиной 500 мм в осях 1-8. Стена запроектирована из бетона В35, в качестве продольной расчетной арматуры применяется стальная арматура класса А500, для поперечного армирования – А240.

На рисунке 3.67 представлена схема расположения железобетонных стен и ядер жесткости.

Диаметры нижней и верхней арматуры, полученные в результате расчета, для железобетонных стен показаны на рисунках 3.68-3.71:

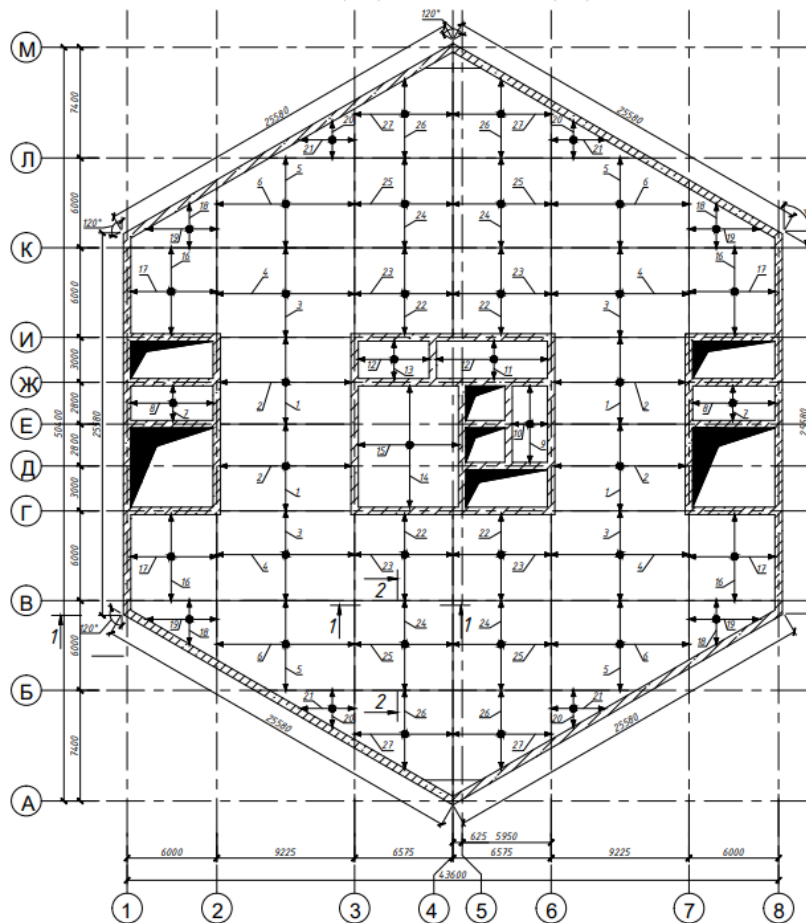


Рисунок 3.67 – Схема расположения железобетонных стен и ядер жесткости

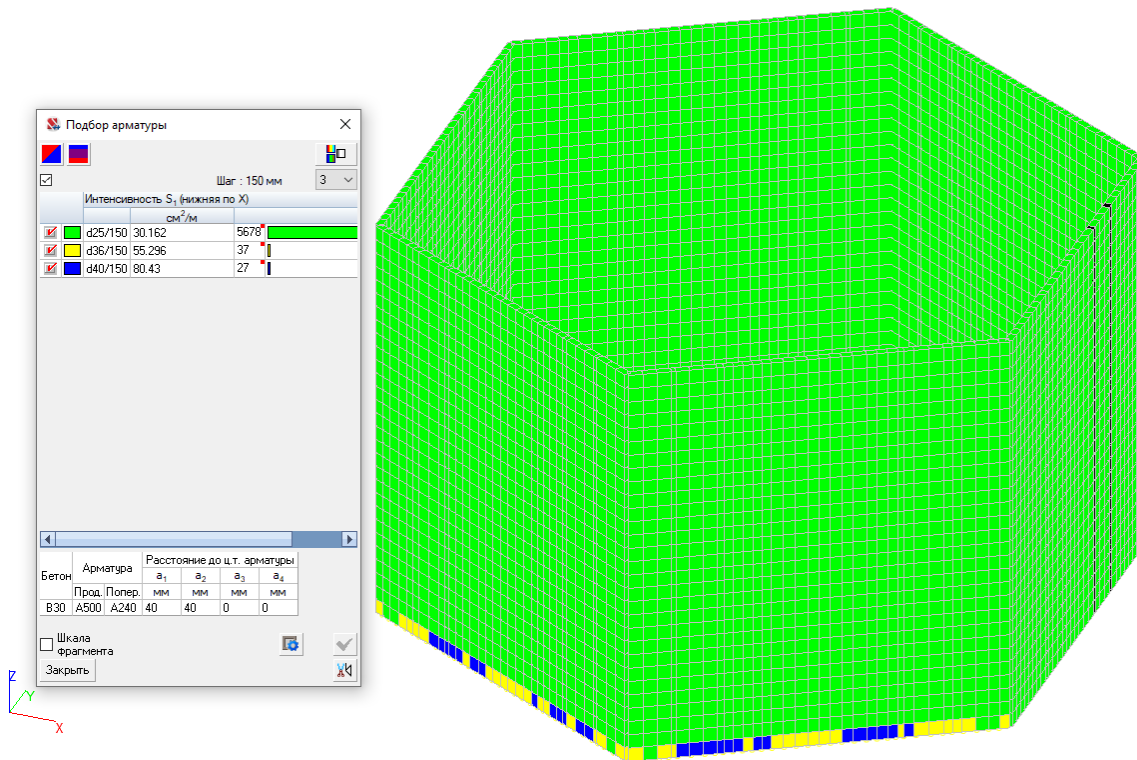


Рисунок 3.68 – Схема расположения нижней арматуры по оси X при шаге 150 мм

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

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



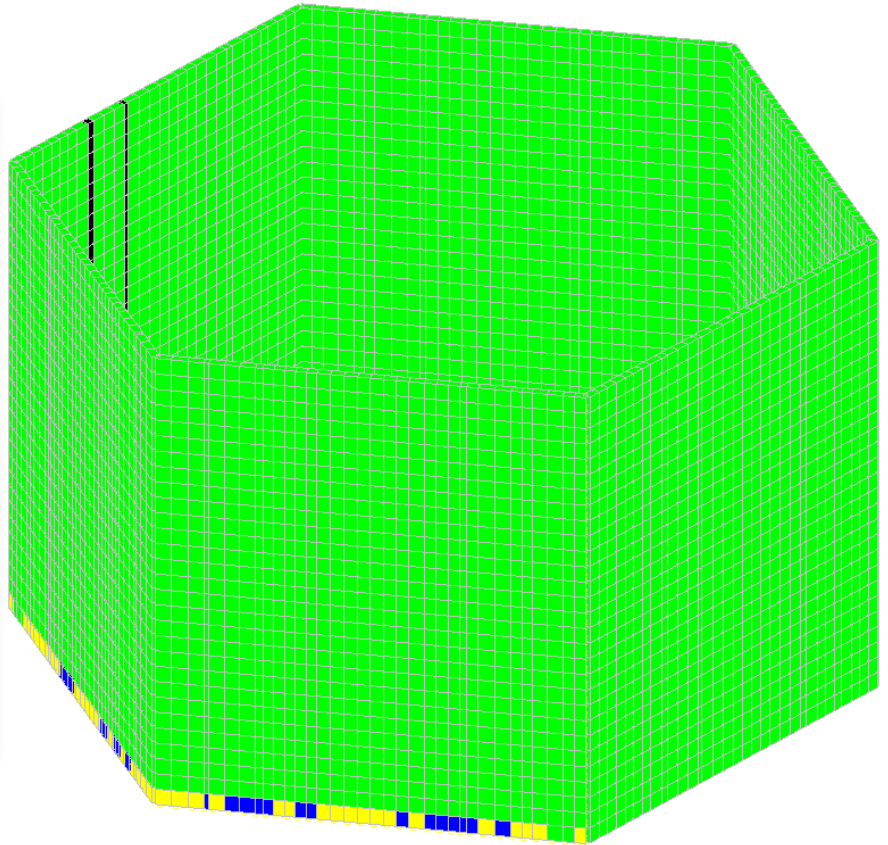
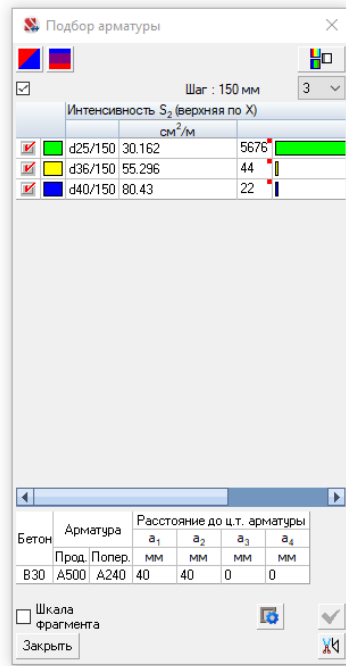


Рисунок 3.69 – Схема расположения верхней арматуры по оси X при шаге 150 мм

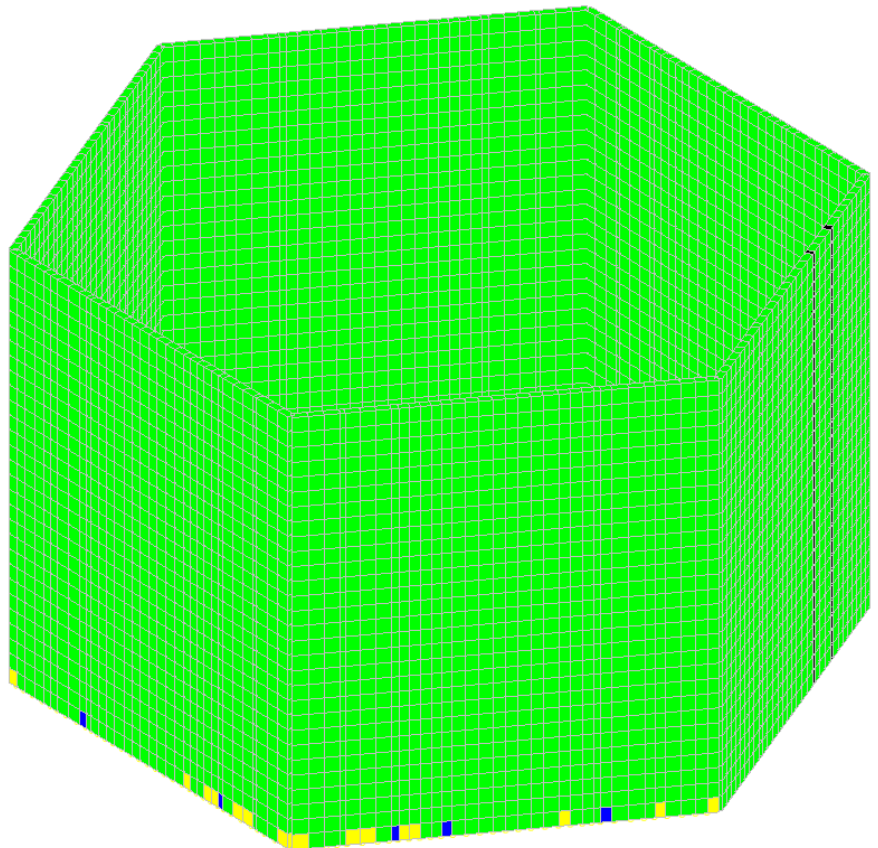
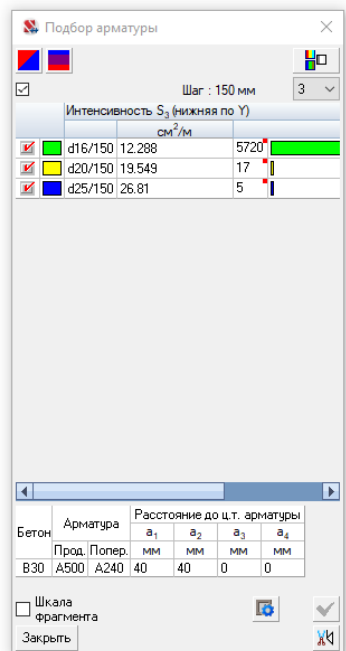


Рисунок 3.70 – Схема расположения нижней арматуры по оси Y при шаге 150 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

59

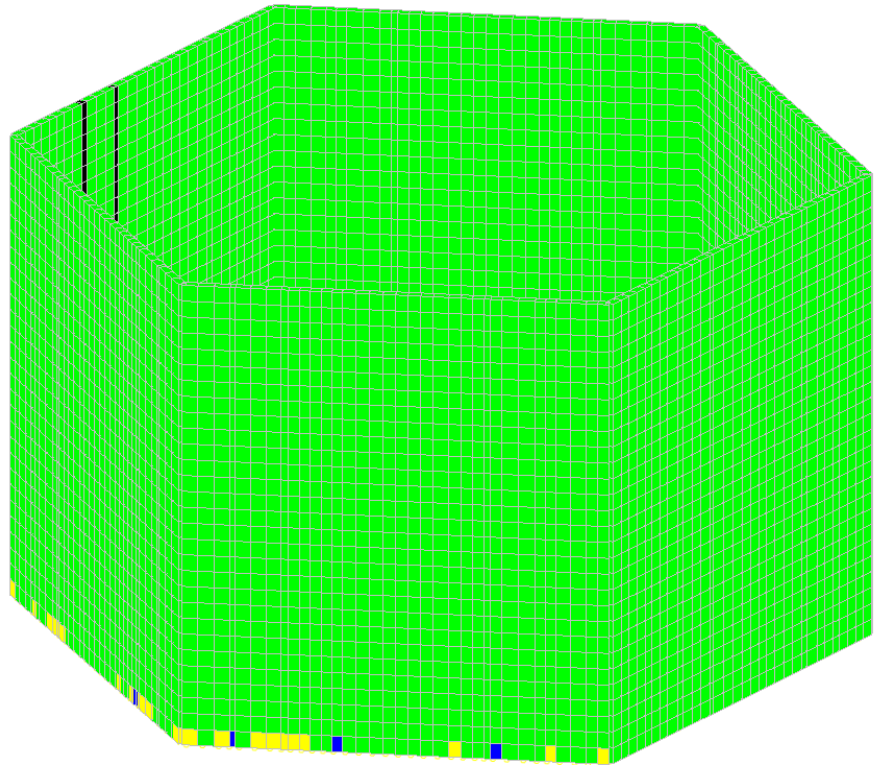
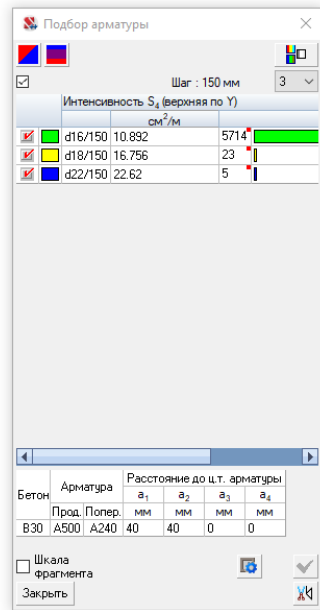


Рисунок 3.71 – Схема расположения верхней арматуры по оси Y при шаге 150 мм

В ВКР приняты монолитные железобетонные ядра толщиной 500 мм. Ядра запроектированы из бетона В35, в качестве продольной расчетной арматуры применяется стальная арматура класса А500, для поперечного армирования – А240.

Схема расположения ядер жесткости представлена на рисунке 3.67.

Необходимые диаметры нижней и верхней арматуры показаны на рисунках 3.72-3.75:

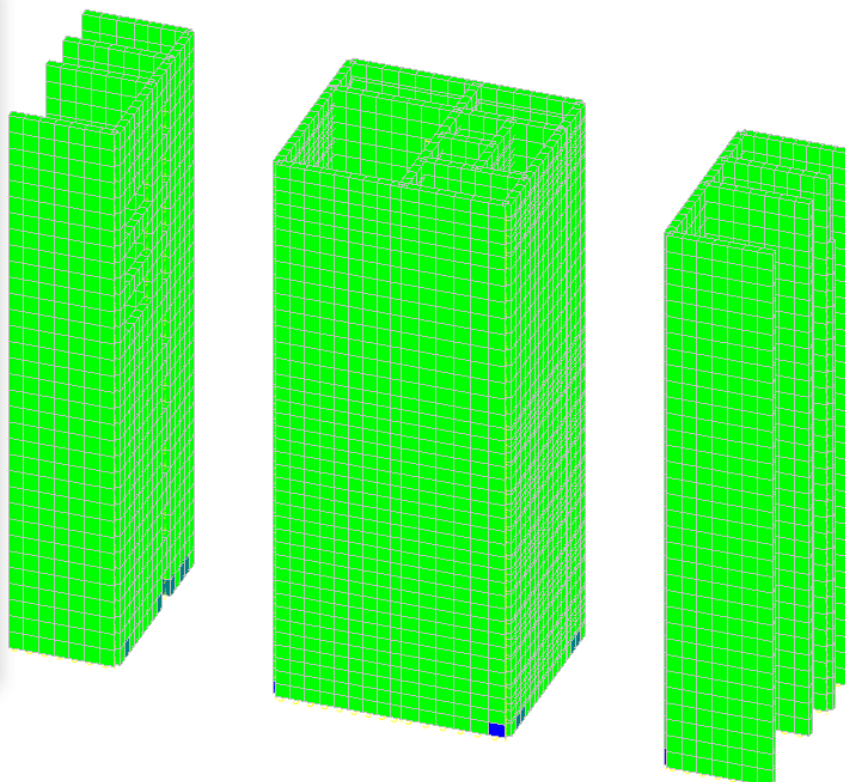
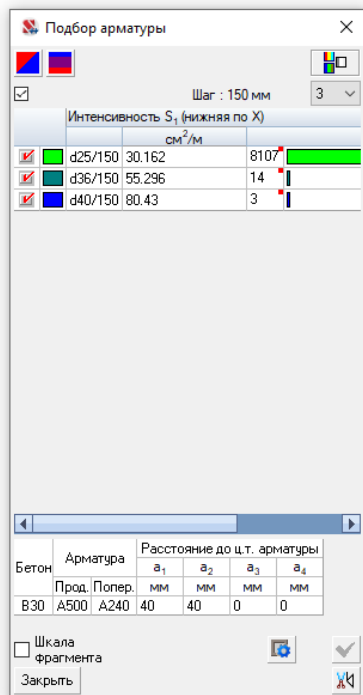


Рисунок 3.72 – Схема расположения нижней арматуры по оси X при шаге 150 мм

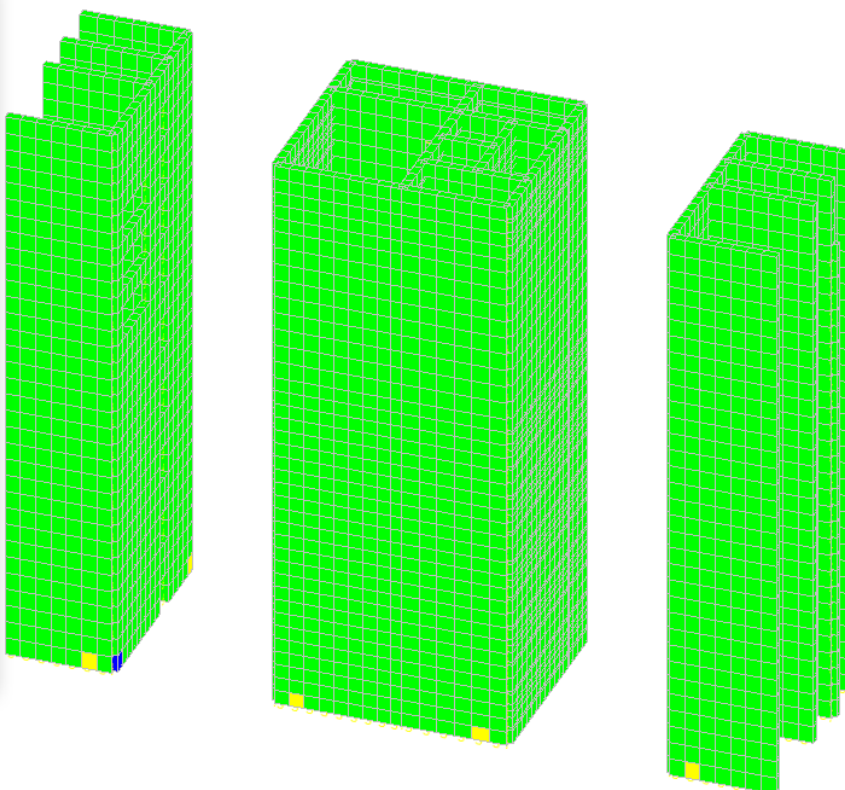
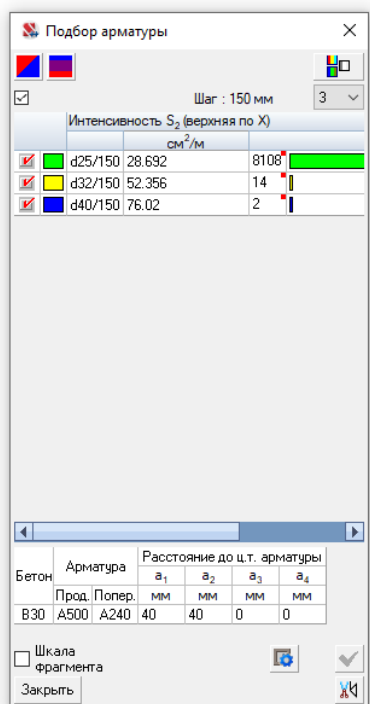


Рисунок 3.73 – Схема расположения верхней арматуры по оси X при шаге 150 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

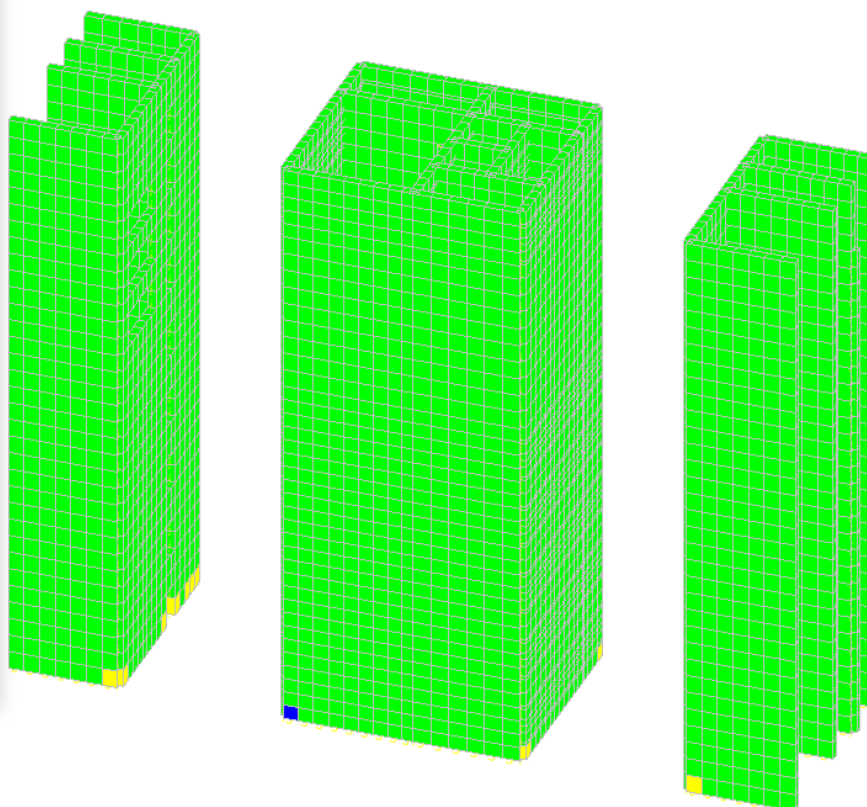
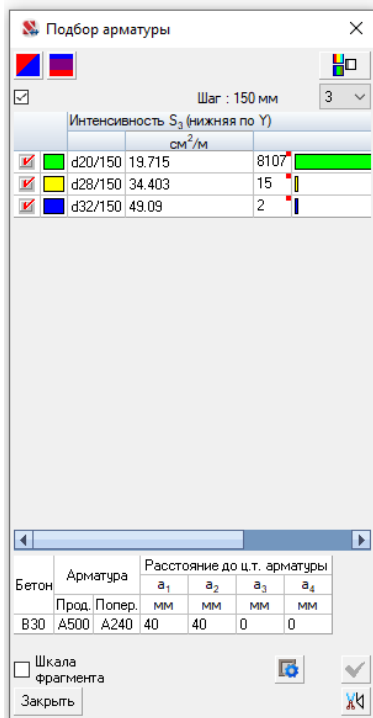


Рисунок 3.74 – Схема расположения нижней арматуры по оси Y при шаге 150 мм

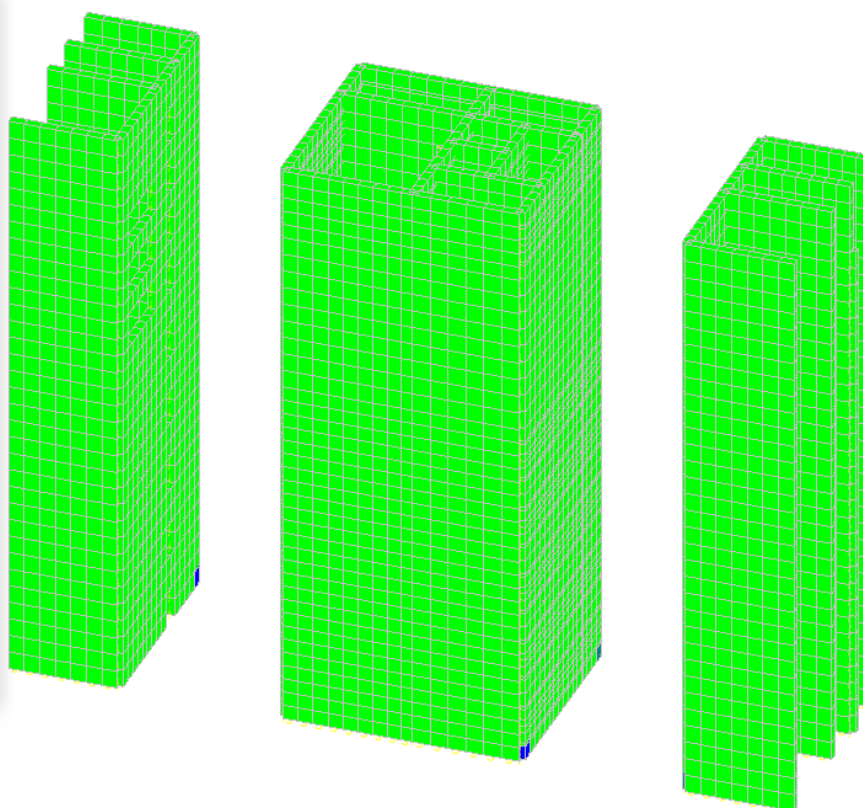
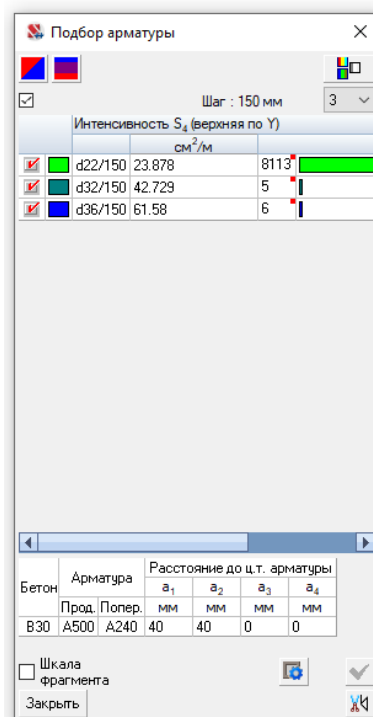


Рисунок 3.75 – Схема расположения верхней арматуры по оси Y при шаге 150 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

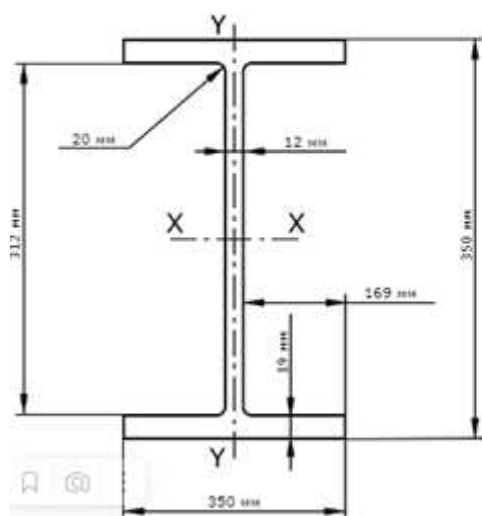
62

## 3.5 Расчет элементов и узлов

### 3.5.1 Расчет колонны

Размеры – Балка 35К2

ГОСТ 26020-83 СТО АСЧМ 20-93 ГОСТ Р 57837-2017



Площадь поперечного сечения	173.87 см <sup>2</sup>
Масса 1 м	136.5 кг
$I_{x0}$ момент инерции	40295.09 см <sup>4</sup>
$W_{x0}$ момент сопротивления	2302.6 см <sup>3</sup>
$i_{x0}$ радиус инерции	152.23 мм
$S_{x0}$ статический момент полусечения	1272.61 см <sup>3</sup>
$I_y$ момент инерции	13585.82 см <sup>4</sup>
$W_y$ момент сопротивления	776.33 см <sup>3</sup>
$i_y$ радиус инерции	88.39 мм
$S_y$ статический момент полусечения	589.29 см <sup>3</sup>

Рисунок 3.76 – Свойства сечения 35К2

Исходные данные:

$$N = 3355,02 \text{ кН}; M_x = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}; M_y = 246,55 \text{ кН} \cdot \text{м}; Q_z = 86,19 \text{ кН};$$

$$R_y = 320 \text{ МПа}; R_u = 470 \text{ МПа}; R_s = 174 \text{ МПа}; \gamma_c = 0,95; W_x = 2302,6 \text{ см}^3;$$

$$W_y = 776,33 \text{ см}^3; i_x = 152,23 \text{ мм}; i_y = 88,39 \text{ мм}; A = 173,87 \text{ см}^2;$$

$$S = 1272,61 \text{ см}^3; I_y = 13585,82 \text{ см}^4; I_x = 40295,09 \text{ см}^4.$$

Проверка прочности

Условие 1:

$$\tau = \frac{QS}{It_w R_s \gamma_c} = \frac{86,19 \cdot 1272,61 \cdot 10^{-9}}{13585,82 \cdot 0,526 \cdot 174 \cdot 0,95 \cdot 10^{-8}} = 0,009 < 0,5 \quad (3.8)$$

Условие 2:

$$\sigma = \frac{N}{A_n R_y} = \frac{3355,02 \cdot 10^{-3}}{173,87 \cdot 10^{-4} \cdot 300} = 0,64 > 0,1 \quad (3.9)$$

Расчет ведем по формуле:

$$\left( \frac{3355,02 \cdot 10^{-3}}{173,87 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} \right)^{1,5} + \frac{86,19 \cdot 10^{-3}}{1,19 \cdot 2302,6 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,66 < 1 \quad (3.10)$$

Прочность поперечного сечения колонны обеспечена.

Проверка устойчивости в плоскости действия момента

Расчет на устойчивость внецентренно сжатых элементов постоянного сечения по [10] следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{\varphi_e A R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (3.11)$$

где  $\varphi_e$  – коэффициент устойчивости при сжатии с изгибом [табл. Д.3, 10] в зависимости от условной гибкости  $\bar{\lambda}$  и приведенного относительного эксцентриситета  $m_{ef}$ .



Условная гибкость элемента определяется по формуле:

$$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 11,6 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^{-5}}} = 0,44, \quad (3.12)$$

где  $\lambda$  – гибкость элемента;

$E$  – модуль упругости стали.

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{2}{88,39 \cdot 10^{-3}} = 2,26, \quad (3.13)$$

где  $l_{ef}$  – расчетная длина элемента;

$i_y$  – радиус инерции сечения.

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}, \quad (3.14)$$

где  $l$  – длина рассчитываемой колонны;

Относительный эксцентриситет определяется по формуле:

$$m_{ef} = \eta m = 1,66 \cdot 0,53 = 0,877, \quad (3.15)$$

где  $\eta$  – коэффициент влияния формы сечения, определяемый по [табл. Д.2, 10];

$m$  – относительный эксцентриситет.

Относительный эксцентриситет определяется по формуле:

$$m = \frac{M}{N} \cdot \frac{A}{W_c} = \frac{246,55}{3355,02} \cdot \frac{173,87 \cdot 10^{-4}}{2302,6 \cdot 10^{-6}} = 0,53, \quad (3.16)$$

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

Коэффициент устойчивости при сжатии с изгибом равен

$$\varphi_e = 0,798;$$

Подставляя все найденные значения в формулу получаем:

$$\frac{3355,02}{0,798 \cdot 173,87 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,85 < 1, \quad (3.17)$$

Следовательно, устойчивость в плоскости действия момента обеспечена.

#### Проверка устойчивости из плоскости действия момента

Расчет на устойчивость внецентренно сжатых элементов постоянного сечения из плоскости действия момента по следует выполнять по формуле:

$$\frac{N}{c \varphi_y A R_y \gamma_c} \leq 1, \quad (3.18)$$

где  $c$  – коэффициент определяемый согласно формуле;

$\varphi_y$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии по [табл. Д.1, 10].

При  $m_x \leq 5$

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x} = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 0,09} = 0,94 \leq 1, \quad (3.19)$$

где  $\alpha, \beta$  – коэффициенты, определяемые по [табл. 21, 10], в зависимости от  $\bar{\lambda}_y$  и  $m_x$ ;

$m_x$  – относительный эксцентриситет, определяемый по формуле:

$$m_x = \frac{M_x}{N} \cdot \frac{A}{W_c} = \frac{246,55}{3355,02} \cdot \frac{173,87 \cdot 10^{-4}}{2302,6 \cdot 10^{-6}} = 0,09, \quad (3.20)$$

где  $M_x$  – максимальный момент в пределах средней трети длины, но не менее половины максимально момента по длине колонны.

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Условная гибкость элемента из плоскости действия момента определяется по формуле:

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 22,6 \cdot \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,44, \quad (3.21)$$

где  $\lambda$  – гибкость элемента, определенная по формуле:

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{2}{88,39 \cdot 10^{-3}} = 22,6, \quad (3.22)$$

где  $l_{ef}$  – расчетная длина элемента;  
 $i_x$  – радиус инерции сечения.

$$l_{ef} = \mu l = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ м}, \quad (3.23)$$

где  $l$  – длина диагонального элемента каркаса;

Коэффициент устойчивости при центральном сжатии по [табл. Д.1, 10] равен:

$$\varphi_y = 0,751$$

Подставляя все найденные значения в формулу и получаем:

$$\frac{3355,02 \cdot 10^{-3}}{0,94 \cdot 0,751 \cdot 173,87 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,93 < 1, \quad (3.24)$$

Следовательно, устойчивость из плоскости действия момента обеспечена.

#### Проверка местной устойчивости стенки

Устойчивость стенок внецентренно сжатых элементов следует считать обеспеченной, если условная гибкость стенки, определяемая по формуле:

$$\bar{\lambda}_w = \left(\frac{h_{ef}}{t_w}\right) \sqrt{\frac{R_{yf}}{E}} = \frac{312}{12} \sqrt{\frac{300}{2,06 \cdot 10^5}} = 0,98, \quad (3.25)$$

что не превышает значения предельной условной гибкости, определяемой по формуле:

$$\bar{\lambda}_{uw} = \bar{\lambda}_{uw1} = 1,3 + 0,15 \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,3 + 0,15 \cdot 2,26^2 = 2,06 \quad (3.26)$$

где  $\bar{\lambda}$  – условная гибкость.

При выполнении условия  $0,8 \leq \frac{N}{\varphi_e A R_y \gamma_c} \leq 1$  предельную условную гибкость  $\bar{\lambda}_{uw}$ , увеличивают путем определения ее по формуле:

$$\bar{\lambda}_{uw} = \bar{\lambda}_{uw1} + 5(\bar{\lambda}_{uw2} - \bar{\lambda}_{uw1}) \left(1 - \frac{N}{\varphi_e A R_y \gamma_c}\right), \quad (3.27)$$

где  $\bar{\lambda}_{uw2}$  – предельная гибкость, определяемая по формуле:

$$\bar{\lambda}_{uw2} = 1,42 \cdot \sqrt{\frac{c_{cr} R_y \gamma_c}{\sigma_1 (2 - \alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta^2})}} \leq 0,7 + 2,4\alpha, \quad (3.28)$$

где  $\sigma_1$  – наибольшее сжимающее напряжение у расчётной границы стенки;

$\alpha, c_{cr}, \beta$  – коэффициенты, определяемые по [п. 9.4.2, 10],  $\alpha = 1,06$ ;  $c_{cr} = 10,95$ ;  $\beta = 0,49$ .

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M h_w}{2 I_y} = \frac{3355,02 \cdot 10^{-3}}{173,87 \cdot 10^{-4}} + \frac{246,55 \cdot 10^{-3} \cdot 0,312}{2 \cdot 13585,82 \cdot 10^{-8}} = 75,1 \text{ МПа}. \quad (3.29)$$

Подставив найденные значения в формулу получим:

$$\bar{\lambda}_{uw2} = 1,42 \cdot \sqrt{\frac{10,95 \cdot 300 \cdot 0,95}{75,1 \cdot (2 - 1,06 + \sqrt{1,06^2 + 4 \cdot 0,49^2})}} = 9,08, \quad (3.30)$$

Подставив найденные значения в формулу получим:

						Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\overline{\lambda}_{uw} = 1,5 + 5(9,08 - 1,5)(1 - 0,93) = 4,15 \quad (3.37)$$

Так как  $\overline{\lambda}_w = 0,98 < \overline{\lambda}_{uw} = 4,15$ , то местная устойчивость стенки обеспечена.

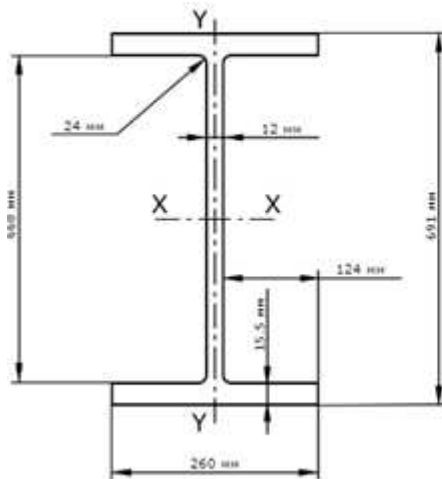
### 3.5.2 Расчет главной балки

Размеры – Балка 70Б1

ГОСТ 26020-83

СТО АСЧМ 10-93

ГОСТ Р 57837-2017



Площадь поперечного сечения	164,74 см <sup>2</sup>
Масса 1 м	129,3 кг
$I_{xx}$ , момент инерции	125922,20 см <sup>4</sup>
$W_{xx}$ , момент сопротивления	3644,6 см <sup>3</sup>
$i_{xx}$ , радиус инерции	276,47 мм
$S_{xx}$ , статический момент полусечения	2094,79 см <sup>3</sup>
$I_{yy}$ , момент инерции	4557,35 см <sup>4</sup>
$W_{yy}$ , момент сопротивления	350,57 см <sup>3</sup>
$i_{yy}$ , радиус инерции	52,6 мм
$S_{yy}$ , статический момент полусечения	276,64 см <sup>3</sup>

Рисунок 3.77 – Свойства сечения 70Б1

Исходные данные:

$$R_y = 320 \text{ МПа}; R_u = 470 \text{ МПа}; R_s = 174 \text{ МПа}; \gamma_c = 0,95; W_x = 3644 \text{ см}^3; \\ W_y = 350,57 \text{ см}^3; i_x = 276,47 \text{ мм}; i_y = 52,6 \text{ мм}; A = 164,74 \text{ см}^2; \\ S = 276,64 \text{ см}^3; I_y = 4557,35 \text{ см}^4; I_x = 125922,2 \text{ см}^4.$$

$$N = 2310,48 \text{ кН}; M_x = 0,03 \text{ кН} \cdot \text{м}; M_y = 207,81 \text{ кН} \cdot \text{м}; Q_z = 79,59 \text{ кН};$$

Проверка прочности

Условие 1:

$$\tau = \frac{QS}{It_w R_s \gamma_c} = \frac{79,59 \cdot 3121,28 \cdot 10^{-9}}{19710 \cdot 0,4 \cdot 174 \cdot 0,95 \cdot 10^{-8}} = 0,019 < 0,5 \quad (3.38)$$

Условие 2:

$$\sigma = \frac{N}{A_n R_y} = \frac{2310,48 \cdot 10^{-3}}{311,99 \cdot 10^{-4} \cdot 300} = 0,25 > 0,1 \quad (3.39)$$

Расчет ведем по формуле:

$$\left( \frac{2310,48 \cdot 10^{-3}}{311,99 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} \right)^{1,5} + \frac{207,81 \cdot 10^{-3}}{1,47 \cdot 1276 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 0,95} + \frac{0,03 \cdot 10^{-3}}{1,19 \cdot 3796 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 0,95} = \\ 0,915 < 1 \quad (3.40)$$

Прочность поперечного сечения балки обеспечена.

Проверка прочности при действии изгибающего момента  $M_y$ :

$$\frac{M_y}{W_y \cdot R_y \gamma_c} = \frac{207,81 \cdot 10^{-3}}{1276 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,47 < 1 \quad (3.41)$$

Проверка по предельной гибкости элемента

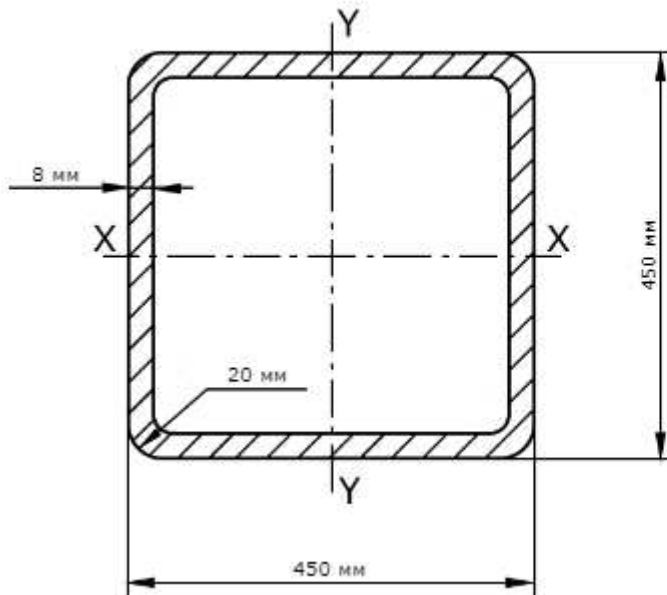
$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{4}{79,48 \cdot 10^{-3}} = 50,33, \quad (3.42)$$

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{4}{147,77 \cdot 10^{-3}} = 27,07, \quad (3.43)$$

$$\lambda_y \leq \lambda_u = 200; \lambda_x \leq \lambda_u = 200$$

### 3.5.3 Расчет элемента каркаса покрытия



Площадь поперечного сечения	139.2 см <sup>2</sup>
Масса 1 м	109.3 кг
I <sub>x</sub> , момент инерции	44965 см <sup>4</sup>
I <sub>y</sub> , момент инерции	44965 см <sup>4</sup>
W <sub>x</sub> , момент сопротивления	1998 см <sup>3</sup>
W <sub>y</sub> , момент сопротивления	1998 см <sup>3</sup>
i <sub>x</sub> , радиус инерции	17.97 см
i <sub>y</sub> , радиус инерции	17.97 см

Рисунок 3.78 – Свойства сечения прямоугольная труба 140x100x7

Исходные данные:

$$R_y = 320 \text{ МПа}; R_u = 470 \text{ МПа}; R_s = 174 \text{ МПа}; \gamma_c = 0,95; W_x = 71,9 \text{ см}^3;$$

$$W_y = 60 \text{ см}^3; i_x = 52,7 \text{ мм}; i_y = 40,7 \text{ мм}; A = 18,15 \text{ см}^2;$$

$$I_y = 300 \text{ см}^4; I_x = 503,5 \text{ см}^4.$$

$$N = 81,44 \text{ кН}; M_x = 0 \text{ кН} \cdot \text{м}; M_y = 20,76 \text{ кН} \cdot \text{м}; Q_z = 13,82 \text{ кН};$$

Проверка прочности

Условие 1:

$$\tau = \frac{QS}{It_w R_s \gamma_c} = \frac{79,59 \cdot 71,93 \cdot 10^{-9}}{503,5 \cdot 0,4 \cdot 174 \cdot 0,95 \cdot 10^{-8}} = 0,4 < 0,5 \quad (3.44)$$

Условие 2:

$$\sigma = \frac{N}{A_n R_y} = \frac{79,59 \cdot 10^{-3}}{18,15 \cdot 10^{-4} \cdot 300} = 0,15 > 0,1 \quad (3.45)$$

Расчет ведем по формуле:

$$\left( \frac{79,59 \cdot 10^{-3}}{18,15 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} \right)^{1,5} + \frac{20,76 \cdot 10^{-3}}{1,47 \cdot 503,5 \cdot 10^{-6} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,948 < 1 \quad (3.46)$$

Прочность поперечного сечения балки обеспечена.

Проверка прочности при действии изгибающего момента M<sub>y</sub>:

$$\frac{M_y}{W_y \cdot R_y \gamma_c} = \frac{20,76 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 10^{-4} \cdot 300 \cdot 0,95} = 0,58 < 1 \quad (3.47)$$

Проверка по предельной гибкости элемента

$$\lambda_y = \frac{l_{ef}}{i_y} = \frac{6}{40,7 \cdot 10^{-3}} = 147,42, \quad (3.48)$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x} = \frac{6}{52,7 \cdot 10^{-3}} = 113,85, \quad (3.49)$$

$$\lambda_y \leq \lambda_u = 200; \lambda_x \leq \lambda_u = 200$$

### 3.5.4 Расчет узла сопряжения главных балок с колонной

- Расчет ✓ 100,0%
- Пластины ✓ 0,2 < 5,0%
- Болты ✓ 92,3 < 100%
- Сварные швы ✓ 97,1 < 100%
- Устойчивость Не вычислено

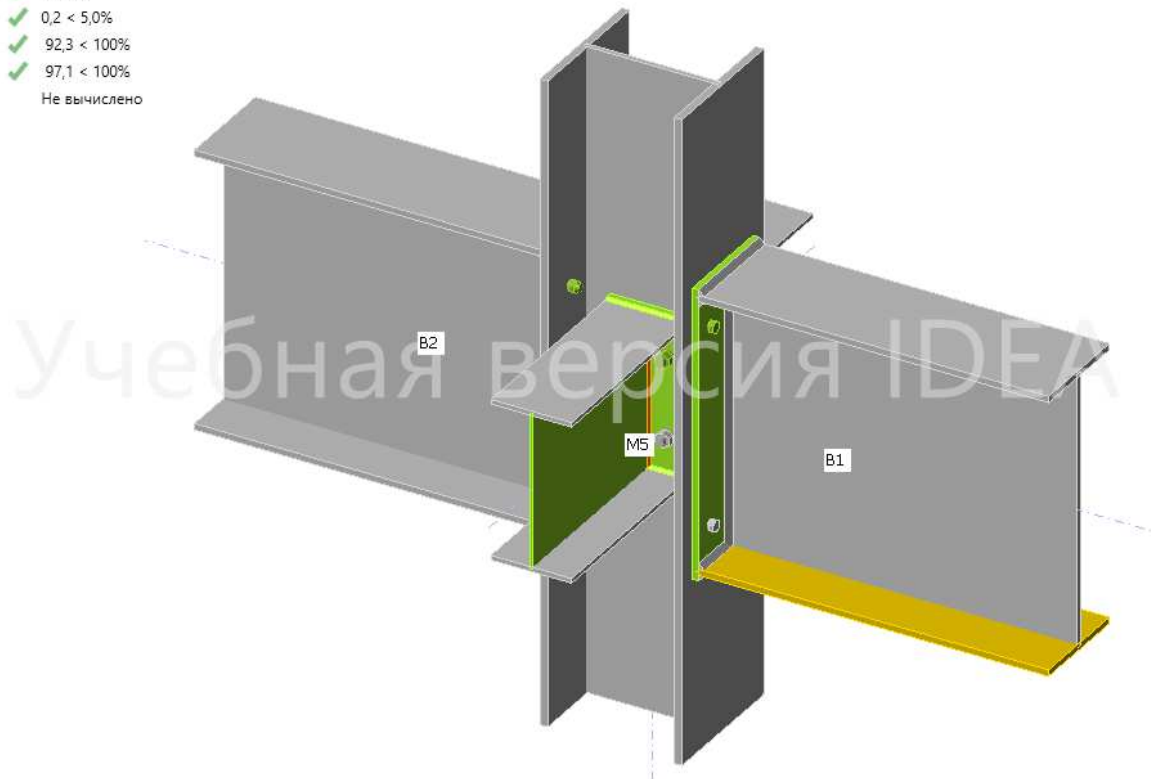


Рисунок 3.79 – Узел сопряжения главных балок с колонной в IDEA StatiCa  
 Далее при помощи Excel находим наиболее невыгодное сочетание и значения усилий:

Сечение	Критерий	Тип комбинации	N кН	M <sub>k</sub> кН*м	M <sub>y</sub> кН*м	Q <sub>z</sub> кН	M <sub>z</sub> кН*м	Q <sub>y</sub> кН	Формула
1	1	Расчетные значения	-8.858	0.018	-5	4.17	0.153	0.091	L2+L3+L4+0.95*L5+0.95*L6+0.9*L7+L8+L9+L11+0.9*L14
1	1	Расчетные значения	-12.853	0.02	-5.687	4.974	0.145	0.094	L2+L3+L4+0.95*L5+0.95*L6+0.9*L7+L8+L9+L11
1	1	Расчетные значения с сейсмоко	21.301	0.004	-0.168	-1.159	0.33	0.136	0.9*L2+0.9*L3+0.9*L4+0.8*L5+0.8*L6+0.5*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.8*L15+0.8*L16+0.175*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.315*L7+L8+L9+L11
1	1	Расчетные длительные	-11.965	0.019	-5.767	4.919	0.132	0.086	L2+L3+L4+0.95*L5+0.95*L6+0.315*L7+L8+L9+L11
1	1	Расчетные длительные	-10.604	0.016	-5.206	4.418	0.117	0.076	0.9*L2+0.9*L3+0.9*L4+0.8*L5+0.8*L6+0.175*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.315*L7+L8+L9+L11
1	1	Расчетные длительные	-11.965	0.019	-5.767	4.919	0.132	0.086	L2+L3+L4+0.95*L5+0.95*L6+0.315*L7+L8+L9+L11
1	1	Нормативные значения	-7.32	0.014	-3.904	3.26	0.121	0.073	0.833333*L2+0.833333*L3+0.833333*L4+0.791667*L5+0.791667*L6+0.791667*L7+0.791667*L8+0.791667*L9+0.791667*L10+0.791667*L11+0.791667*L12+0.791667*L13+0.833333*L14+0.833333*L15+0.833333*L16+0.791667*L17+0.791667*L18+0.791667*L19+0.791667*L20
1	1	Нормативные значения	23.634	0.001	1.002	-2.18	0.304	0.119	0.75*L2+0.75*L3+0.75*L4+0.666667*L5+0.666667*L6+0.666667*L7+0.666667*L8+0.666667*L9+0.666667*L10+0.666667*L11+0.666667*L12+0.666667*L13+0.666667*L14+0.666667*L15+0.666667*L16+0.666667*L17+0.666667*L18+0.666667*L19+0.666667*L20
1	1	Нормативные значения	-10.173	0.016	-4.395	3.834	0.115	0.075	0.833333*L2+0.833333*L3+0.833333*L4+0.791667*L5+0.791667*L6+0.791667*L7+0.791667*L8+0.791667*L9+0.791667*L10+0.791667*L11+0.791667*L12+0.791667*L13+0.833333*L14+0.833333*L15+0.833333*L16+0.791667*L17+0.791667*L18+0.791667*L19+0.791667*L20
1	1	Нормативные длительные	-9.433	0.015	-4.462	3.789	0.105	0.068	0.833333*L2+0.833333*L3+0.833333*L4+0.791667*L5+0.791667*L6+0.791667*L7+0.791667*L8+0.791667*L9+0.791667*L10+0.791667*L11+0.791667*L12+0.791667*L13+0.833333*L14+0.833333*L15+0.833333*L16+0.791667*L17+0.791667*L18+0.791667*L19+0.791667*L20
1	1	Нормативные длительные	-8.353	0.013	-4.029	3.402	0.092	0.06	0.75*L2+0.75*L3+0.75*L4+0.666667*L5+0.666667*L6+0.666667*L7+0.666667*L8+0.666667*L9+0.666667*L10+0.666667*L11+0.666667*L12+0.666667*L13+0.666667*L14+0.666667*L15+0.666667*L16+0.666667*L17+0.666667*L18+0.666667*L19+0.666667*L20
1	1	Нормативные длительные	-9.433	0.015	-4.462	3.789	0.105	0.068	0.833333*L2+0.833333*L3+0.833333*L4+0.791667*L5+0.791667*L6+0.791667*L7+0.791667*L8+0.791667*L9+0.791667*L10+0.791667*L11+0.791667*L12+0.791667*L13+0.833333*L14+0.833333*L15+0.833333*L16+0.791667*L17+0.791667*L18+0.791667*L19+0.791667*L20
2	1	Расчетные значения	-17.205	0.022	5.518	2.122	-0.151	0.097	L2+L3+L4+0.95*L5+0.9*L7+L8+L9+0.9*L10+L11+0.9*L15
2	1	Расчетные значения	-12.871	0.02	3.682	1.265	-0.138	0.094	L2+L3+L4+0.95*L5+0.9*L7+L8+L9+0.9*L10+L11
2	1	Расчетные значения с сейсмоко	-43.504	0.03	15.027	6.715	-0.209	0.025	0.9*L2+0.9*L3+0.9*L4+0.8*L5+0.5*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.8*L15+0.8*L16+0.175*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.315*L7+L8+L9+L11
2	1	Расчетные длительные	-11.977	0.019	3.435	1.209	-0.127	0.086	L2+L3+L4+0.95*L5+0.315*L7+L8+L9+0.63*L10+L11
2	1	Расчетные длительные	-10.61	0.016	3.044	1.077	-0.112	0.076	0.9*L2+0.9*L3+0.9*L4+0.8*L5+0.175*L7+0.9*L8+0.9*L9+0.9*L10+0.9*L11+0.9*L12+0.9*L13+0.9*L14+0.315*L7+L8+L9+0.63*L10+L11
2	1	Расчетные длительные	-11.977	0.019	3.435	1.209	-0.127	0.086	L2+L3+L4+0.95*L5+0.315*L7+L8+L9+0.63*L10+L11
2	1	Нормативные значения	-13.282	0.018	4.149	1.594	-0.118	0.077	0.833333*L2+0.833333*L3+0.833333*L4+0.791667*L5+0.791667*L6+0.791667*L7+0.791667*L8+0.791667*L9+0.791667*L10+0.791667*L11+0.791667*L12+0.791667*L13+0.833333*L14+0.833333*L15+0.833333*L16+0.791667*L17+0.791667*L18+0.791667*L19+0.791667*L20

N кН	M <sub>k</sub> кН*м	M <sub>y</sub> кН*м	Q <sub>z</sub> кН	M <sub>z</sub> кН*м	Q <sub>y</sub> кН
125.0822	0.01316	26.43485	12.6305	0.2984	0.03292



N	Mk	My	Qz	Mz	Qy
кН	кН*м	кН*м	кН	кН*м	кН
95.05443	0.01451	66.51019	23.721	1.47587	0.8036

Рисунок 3.80 – Усилия в узле

Элемент	N [кН]	Vy [кН]	Vz [кН]	Mx [кNm]	My [кNm]	Mz [кNm]
> B1 / Конец	125,080	0,030	12,630	0,01	26,43	0,29
B2 / Конец	125,080	0,030	12,630	0,01	26,43	0,29
M4 / Конец	95,050	0,800	23,720	0,02	66,51	1,48
M5 / Конец	95,050	0,800	23,720	0,02	66,51	1,48

Рисунок 3.81 – Нагрузки приложенные к узлу

Проверка на растяжение:

$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c = 448,2 \cdot 303 \cdot 1 = 135,81 \text{ кН} \geq N_t = 125,66 \text{ кН, где:}$$

$R_{bt} = 448,2 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление растяжению

$A_{bn} = 303 \text{ мм}^2$  – площадь резьбовой части болта

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

$N_t$  – растягивающее усилие

Проверка на срез:

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 332 \cdot 380 \cdot 1 \cdot 0,9 = 113,54 \text{ кН} \geq N_s = 5,92 \text{ кН,}$$

где:

$R_{bs} = 332 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление срезу

$A_b = 380 \text{ мм}^2$  – площадь сечения стержня болта

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициент условий работы болтового соединения

$N_s$  – поперечные сила

Проверка на смятие:

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_c \cdot \gamma_b = 619 \cdot 22 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 0,9 = 147,08 \text{ кН} \geq N_s = 11,51 \text{ кН, где:}$$

$R_{bp} = 619 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление смятию соединяемых элементов

$d_b = 22 \text{ мм}$  – диаметр болта

$t = 15 \text{ мм}$  – толщина пластины

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициент условий работы болтового соединения

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

Проверка на совместное действие растяжения и сдвига:

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{125,16}{135,81}\right)^2 + \left(\frac{5,92}{113,54}\right)^2} = 0,92 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N_t$  – растягивающее усилие в болте

$N_{bt}$  – прочность болта при растяжении

$N_s$  – усилие в одной плоскости среза

$N_{bs}$  – расчетное усилие среза

Проверка прочности по металлу шва:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{32,84}{0,9 \cdot 7 \cdot 24,9 \cdot 0,2156 \cdot 1} = 0,97 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

$\beta_f$  – коэффициент по металлу шва

$k_f$  – катет сварного шва

$l_{we}$  – расчетная длина элемента сварки

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{373,5}{383,5} \cdot 25,57 = 21,971 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 383,5 - 10 = 373,5$  – расч. длина сварного шва

$l = 320 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 35 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wff}$  – расч. сопр. сварных соединений с угловыми швами

$$R_{wff} = 0,55 \cdot \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}} = 0,55 \cdot \frac{490}{1,25} = 215,6 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}^2$  – норм. сопрот. сварных соединений

$\gamma_{wm} = 1,25$  – коэффициент надежности по металлу шва

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

Проверка прочности по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wff} \cdot \gamma_c} = \frac{32,84}{1 \cdot 7 \cdot 24,9 \cdot 0,211 \cdot 1} = 0,85 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f$  – коэффициент по металлу границы сплавления

$k_f$  – катет сварного шва

$l_{we}$  – расчетная длина элемента сварки

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{373,5}{383,5} \cdot 25,57 = 21,971 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 383,5 - 10 = 373,5$  – расч. длина сварного шва

$l = 320 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 35 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz}$  – расч. сопр. сварного соед. по металлу границы сплавления

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

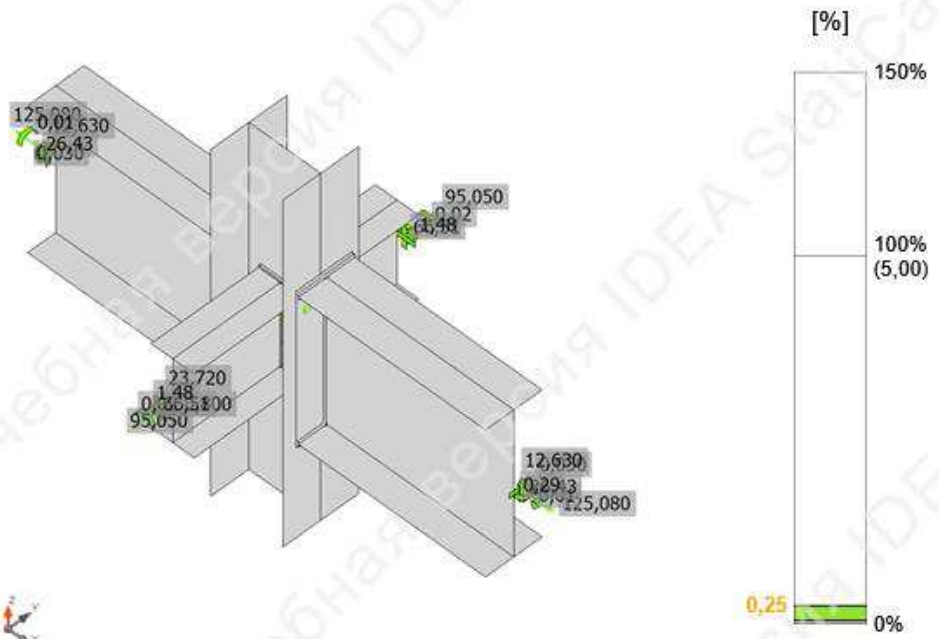


Рисунок 3.82 – Проверка по деформациям

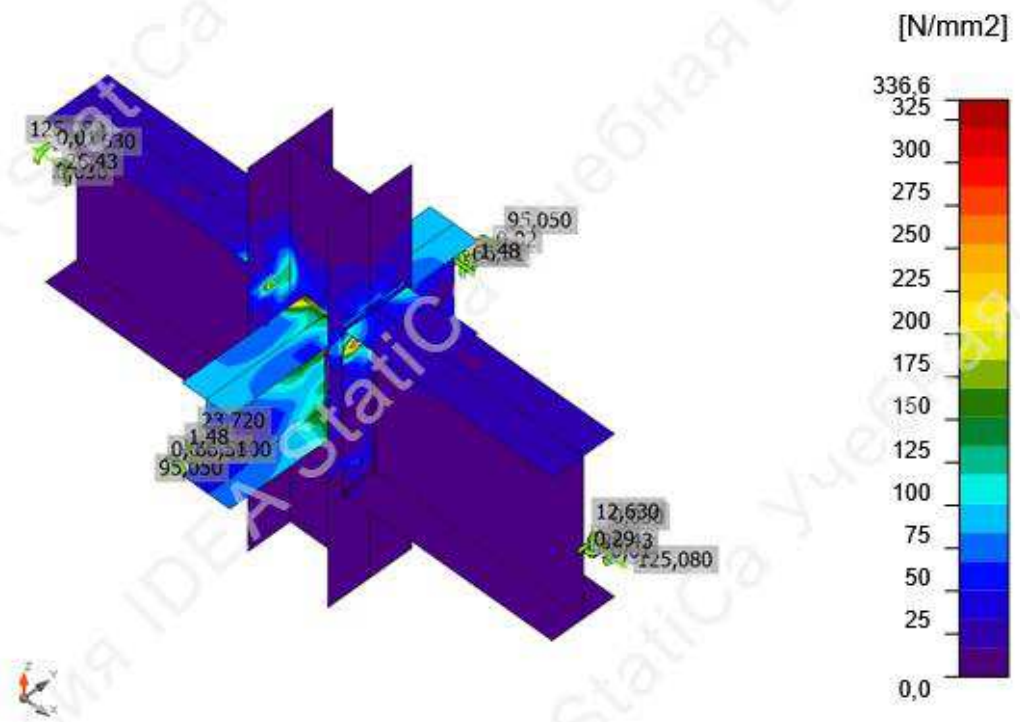


Рисунок 3.83– Эквивалентные напряжения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

71

### 3.5.5 Расчет узла сопряжения главных балок с колонной

Расчет	✓	100,0%
Пластины	✓	0,0 < 5,0%
Анкеры	✓	0,0 < 100%
Сварные швы	✓	98,2 < 100%
Бетонный блок	✓	54,3 < 100%
Сдвиг	✓	7,4 < 100%
Устойчивость	✓	Не вычислено

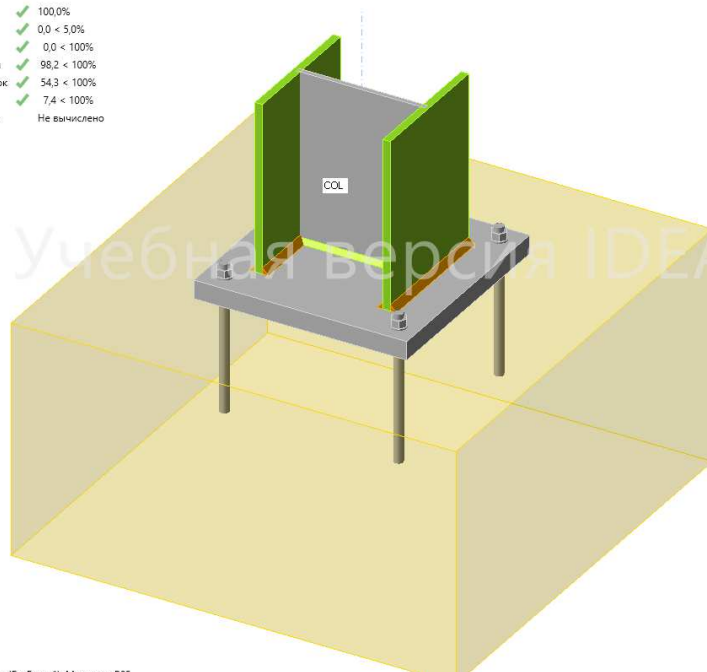


Рисунок 3.84 – Узел сопряжения колонны с фундаментом в IDEA StatiCa

N	Mk	My	Qz	Mz	Qy
кН	кН*м	кН*м	кН	кН*м	кН
-2851.5625	-0.0088	-106.4915	-52.0031	-12.3049	-7.5371

Рисунок 3.85 – Нагрузки приложенные к узлу

Прочность анкера на растяжение:

$$N_{ult,s} = \frac{A_{sa} \cdot R_{ba} \cdot \gamma_c}{k_0} = \frac{353 \cdot 531,2 \cdot 1}{1,05} = 178,58 \text{ кН} \geq N = 2,89, \text{ где:}$$

$N_{ult,s}$  – прочность крепежного изделия

$A_{sa}$  – площадь болта

$R_{ba}$  – расчетный предел текучести анкера

$R_{ba} = 0,8 \cdot R_{byn}$ , где  $R_{byn} = 664 \text{ Н/мм}^2$  – нормативный предел текучести

стали анкера

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

$k_0$  – коэффициент учитывающий тип нагрузки

Проверка прочности по металлу шва:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{88,024}{0,7 \cdot 15 \cdot 39,85 \cdot 0,2156 \cdot 1} = 0,98 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f$  – коэффициент по металлу шва

$k_f$  – катет сварного шва

$\gamma_{wm} = 1,35$  – коэффициент надежности по металлу шва

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{398,5}{408,5} \cdot 40,85 = 39,85 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 408,5 - 10 = 398,5$  – расч. длина сварного шва

$l = 320 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 35 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf}$  – расч. сопр. сварных соединений с угловыми швами

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП-08.05.01-2022 ПЗ				

$$R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}} = 0,55 \cdot \frac{490}{1,25} = 215,6 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}^2$  – норм. сопрот. сварных соединений

$\gamma_{wm} = 1,25$  – коэффициент надежности по металлу шва

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

Проверка прочности по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{88,024}{1 \cdot 15 \cdot 39,85 \cdot 0,207 \cdot 1} = 0,81 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f$  – коэффициент по металлу границы сплавления

$k_f$  – катет сварного шва

$l_{we}$  – расчетная длина элемента сварки

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{398,5}{408,5} \cdot 40,85 = 39,85 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 408,5 - 10 = 398,5$  – расч. длина сварного шва

$l = 320 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 35 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz}$  – расч. сопр. сварного соедин. по металлу границы сплавления

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 460 = 207 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{un} = 460 \text{ Н/мм}^2$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

Проверка опорной плиты на сдвиг:

$$V_f = f \cdot N = 0,25 \cdot 2907,872 = 726,968 \text{ кН} \geq 52,54 \text{ кН, где:}$$

$f$  – коэффициент трения

$N$  – усилие сжатия

Проверка прочности бетонного блока при смятии:

$$\Psi \cdot R_{b,loc} \cdot A_{b,loc} = 5253,715 \text{ кН} \geq N = 2907,872 \text{ кН, где}$$

$N$  – локальное усилие сжатия

$\Psi = 0,75$  – коэффициент при неравномерном распределении локальной нагрузки по площади смятия

$R_{b,loc} = \varphi_b \cdot R_b = 22,2 \text{ Н/мм}^2$  – расчетная прочность бетона при локальном действии сжимающей нагрузки

$R_b = 14,2 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию

$\varphi_b = 1,56$  – коэффициент концентрации

Толщина опорной плиты:

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 106,49}{240 \cdot 10^{-1} \cdot 1,2}} = 4,71 \text{ см.}$$

Принимаем толщину опорной плиты 50 мм

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					73



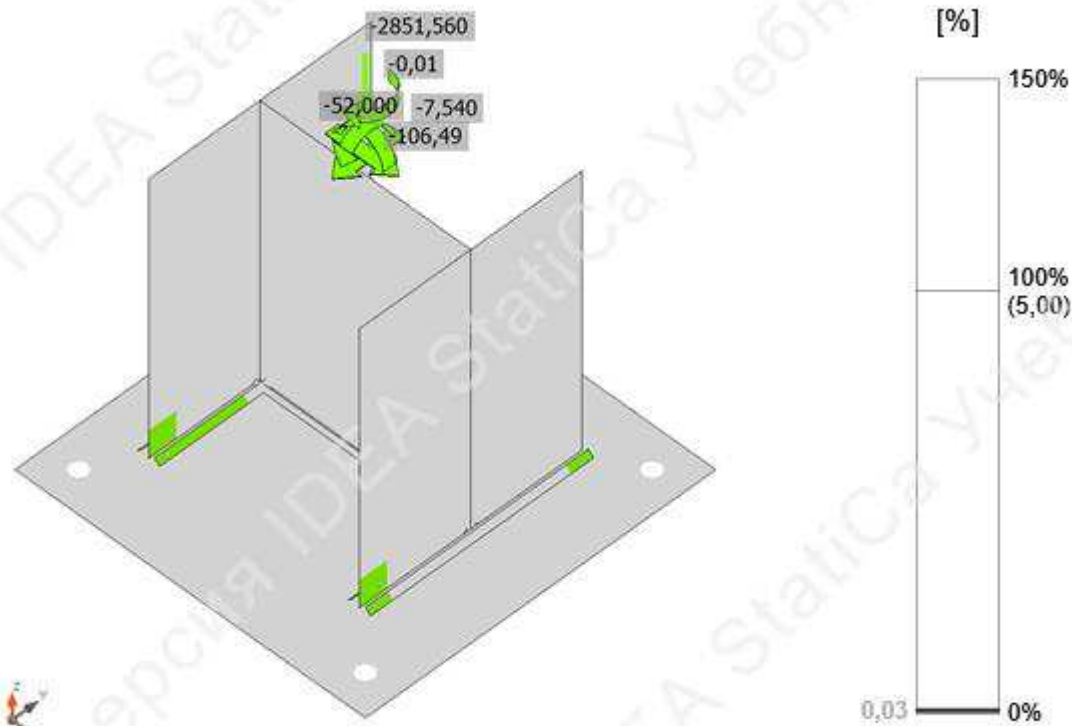


Рисунок 3.86 – Проверка по деформациям

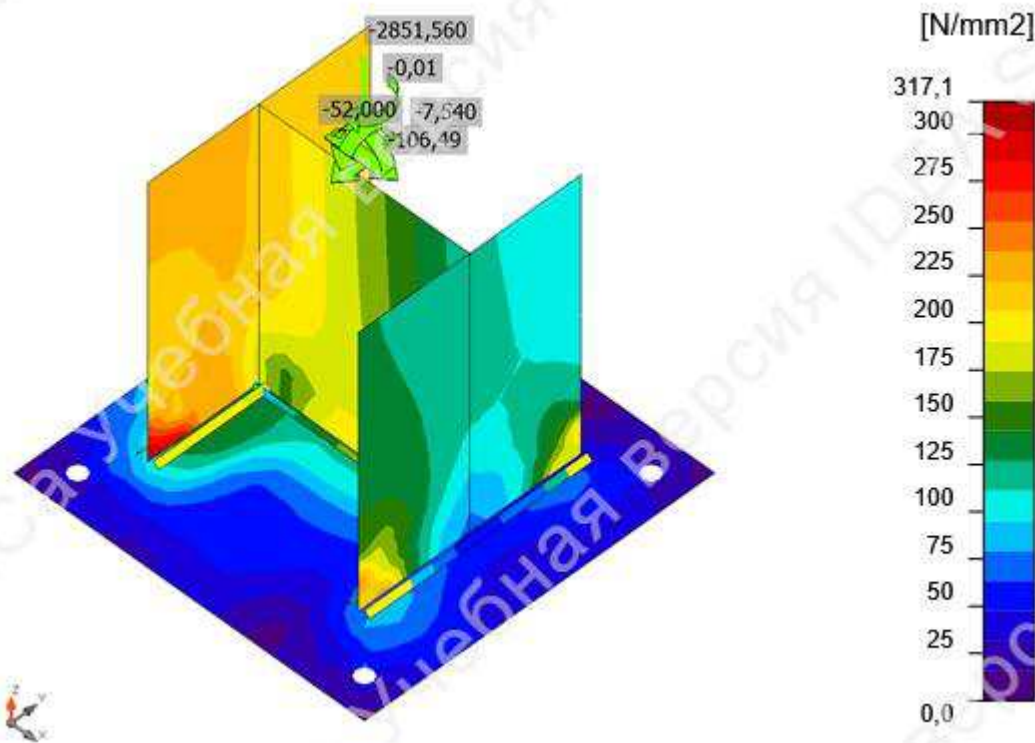


Рисунок 3.87 – Эквивалентные напряжения

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

74

### 3.5.6 Расчет карнизного узла пирамиды покрытия

Карнизный узел пирамиды покрытия

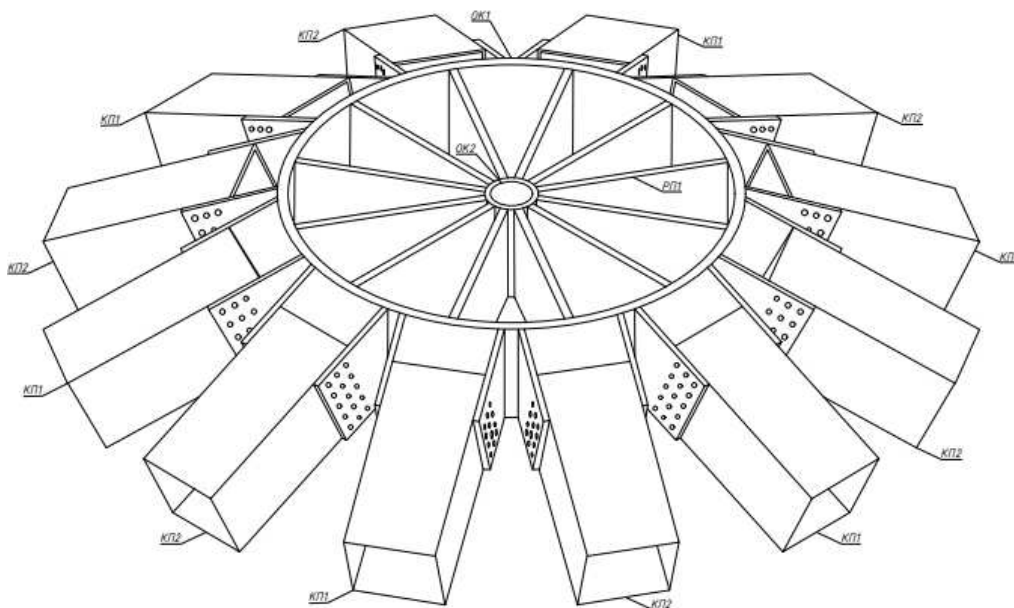


Рисунок 3.88 – Узел сопряжения элементов покрытия

Проверка на растяжение:

$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} \cdot \gamma_c = 854 \cdot 245 \cdot 1 = 209,23 \text{ кН} \geq N_t = 18,33 \text{ кН, где:}$$

$R_{bt} = 854 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление растяжению

$A_{bn} = 245 \text{ мм}^2$  – площадь резьбовой части болта

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

$N_t$  – растягивающее усилие

Проверка на срез:

$$N_{bt} = R_{bs} \cdot A_b \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 427 \cdot 314 \cdot 1 \cdot 0,9 = 120,67 \text{ кН} \geq N_s =$$

114,52 кН, где:

$R_{bs} = 427 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление срезу

$A_b = 314 \text{ мм}^2$  – площадь сечения стержня болта

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициента условий работы болтового соединения

$N_s$  – поперечные сила

Проверка на смятие:

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_b \cdot t \cdot \gamma_c \cdot \gamma_b = 619 \cdot 25 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 0,9 = 167,137 \text{ кН} \geq N_s =$$

158,32 кН, где:

$R_{bp} = 619 \text{ Н/мм}^2$  – расчетное сопротивление смятию соединяемых

элементов

$d_b = 25 \text{ мм}$  – диаметр болта

$t = 15 \text{ мм}$  – толщина пластины

$\gamma_b = 0,9$  – коэффициент условий работы болтового соединения

$\gamma_c = 1$  – коэффициент условий работы

Проверка на совместное действие растяжения и сдвига:

$$\sqrt{\left(\frac{N_t}{N_{bt}}\right)^2 + \left(\frac{N_s}{N_{bs}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{18,329}{209,23}\right)^2 + \left(\frac{114,519}{120,67}\right)^2} = 0,95 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N_t$  – растягивающее усилие в болте

$N_{bt}$  – прочность болта при растяжении

$N_s$  – усилие в одной плоскости среза

$N_{bs}$  – расчетное усилие среза

Проверка прочности по металлу шва:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{16,79}{0,8 \cdot 10 \cdot 9,95 \cdot 0,2156 \cdot 1} = 0,98 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f$  – коэффициент по металлу шва

$k_f$  – катет сварного шва

$l_{we}$  – расчетная длина элемента сварки

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{149,25}{159,25} \cdot 10,167 = 21,971 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 159,25 - 10 = 149,25$  – расч. длина сварного шва

$l = 159,25 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 10,167 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wf}$  – расч. сопр. сварных соединений с угловыми швами

$$R_{wf} = 0,55 \cdot \frac{R_{wun}}{\gamma_{wm}} = 0,55 \cdot \frac{490}{1,25} = 215,6 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{wun} = 490 \text{ Н/мм}^2$  – норм. сопрот. сварных соединений

$\gamma_{wm} = 1,25$  – коэффициент надежности по металлу шва

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

Проверка прочности по металлу границы сплавления:

$$\frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_{we} \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c} = \frac{16,79}{1 \cdot 10 \cdot 9,95 \cdot 0,211 \cdot 1} = 0,8 \leq 1,0, \text{ где:}$$

$N$  – усилие сдвига в элементе сварки

$\beta_f$  – коэффициент по металлу границы сплавления

$k_f$  – катет сварного шва

$l_{we}$  – расчетная длина элемента сварки

$$l_{we} = \frac{l_w}{l} \cdot l_e = \frac{149,25}{159,25} \cdot 10,167 = 21,971 \text{ мм}$$

$l_w = l - 10 \text{ мм} = 159,25 - 10 = 149,25$  – расч. длина сварного шва

$l = 159,25 \text{ мм}$  – фактическая длина сварного шва

$l_e = 10,167 \text{ мм}$  – фактическая длина элемента сварки

$R_{wz}$  – расч. сопр. сварного соедин. по металлу границы сплавления

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un} = 0,45 \cdot 470 = 211,5 \text{ Н/мм}^2$$

$R_{un} = 470 \text{ Н/мм}^2$  – нормативное временное сопротивление стали свариваемых деталей

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

## 4.6 Проектирование фундаментов

### 4.6.1 Исходные данные для проектирования

Отметка уровня земли 0,000.

Анализ инженерно-геологических данных начинаем с построения колонки (рис. 4.1). На колонке в масштабе показаны все напластования грунтов, указаны отметки подошвы каждого слоя, а также уровень подземных вод. Читать совместно с таблицей 4.1 – физико-механические характеристики грунтов.

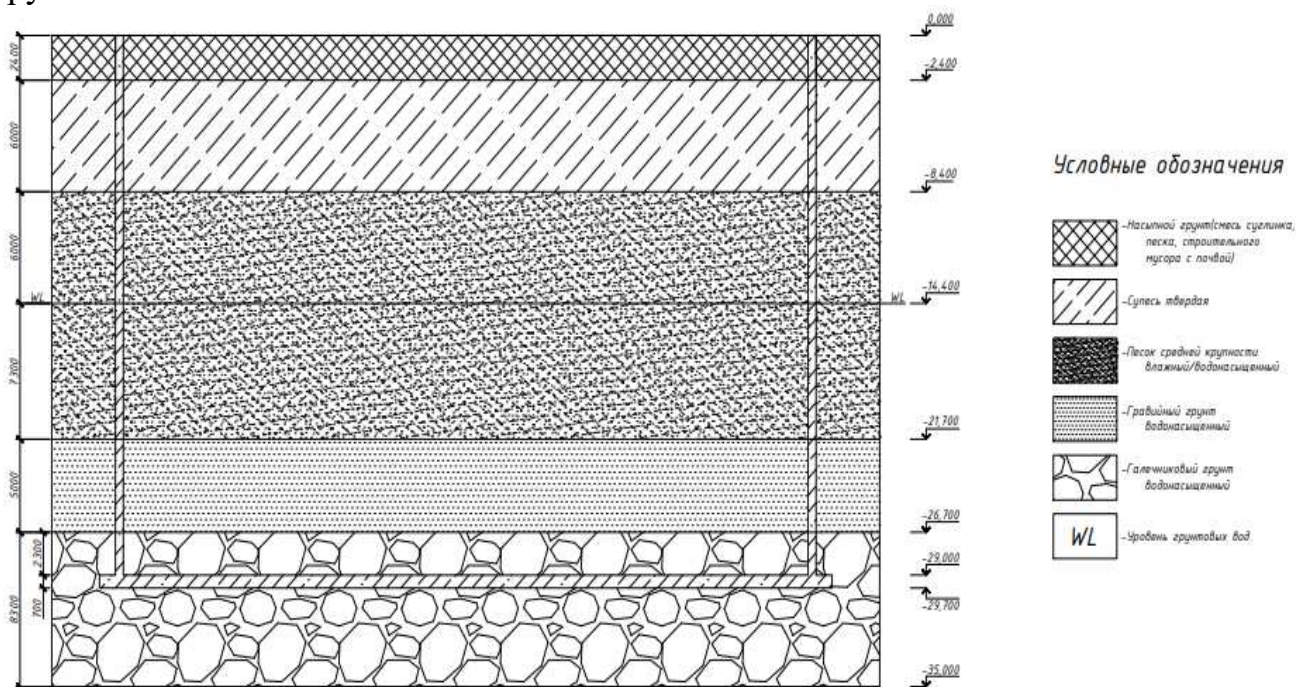


Рисунок 4.1 – Инженерно-геологический разрез

### 4.6.2 Вариантное проектирование

В ходе дипломного проекта будут рассмотрены плитный фундамент и свайный фундамент на буровых сваях. Вариантное проектирование заключается в выборе наилучшего варианта фундамента.

### 4.6.3 1 вариант - плитный фундамент

Расчет плитного фундамента будем производить с помощью ПК SCAD и ПК Кросс.

Плита имеет форму правильного шестиугольника со стороной 26600 мм. Глубина заложения подошвы -29,700. Толщина плиты 700 мм.

						Лист
					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



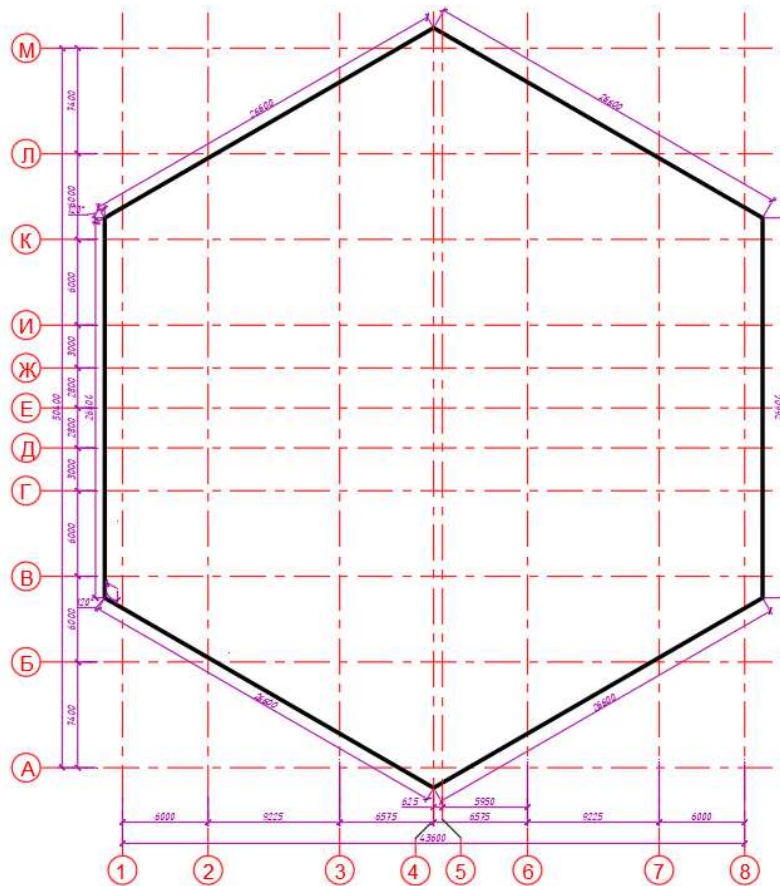


Рисунок 4.2 – Размеры плитного фундамента

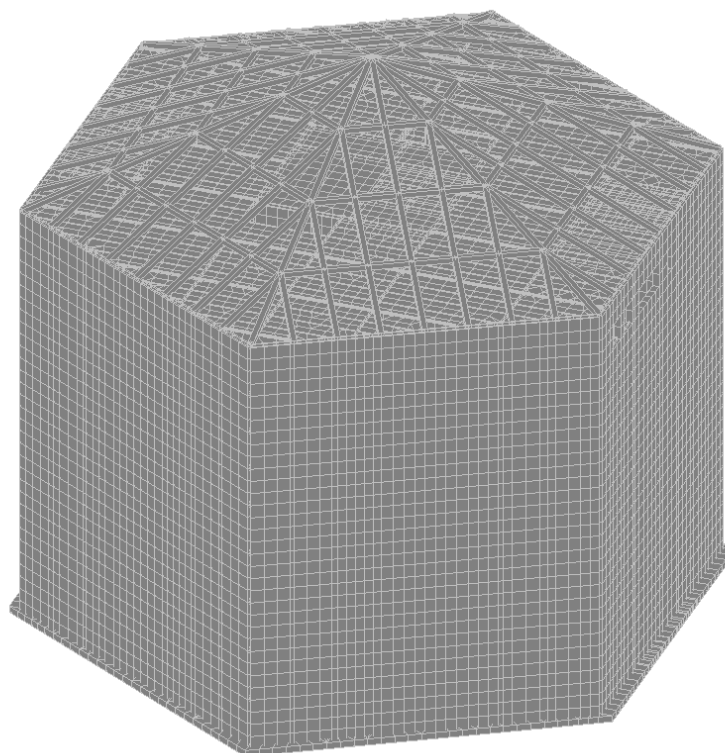


Рисунок 4.3 – Расчетная схема в ПК SCAD

Для первой итерации зададим условный и постоянный коэффициент постели для всей фундаментной плиты равный  $500 \text{ кН/м}^3$  (см. рисунок 4.4).

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



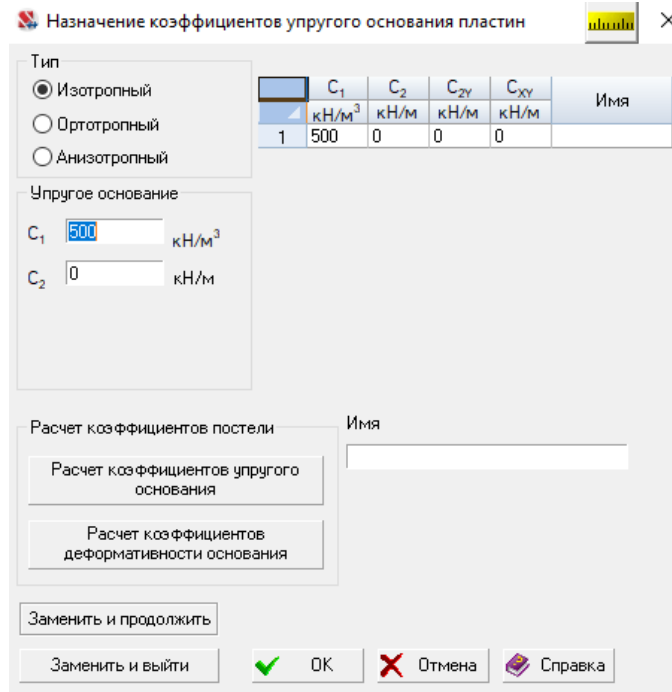


Рисунок 4.4 – Условный коэффициент постели

Зададим связи конечной жесткости (см. рисунок 4.5). Значение вычислим по формуле 4.1:

$$R = \frac{0,707 \cdot C_1 \cdot S}{n} = \frac{0,707 \cdot 500 \cdot 1838}{3194} = 203,42 \text{ кН/м}, \quad (4.1)$$

где  $C_1 = 500$  – условный коэффициент постели;  
 $n$  – количество узлов;  
 $S$  – площадь плиты.

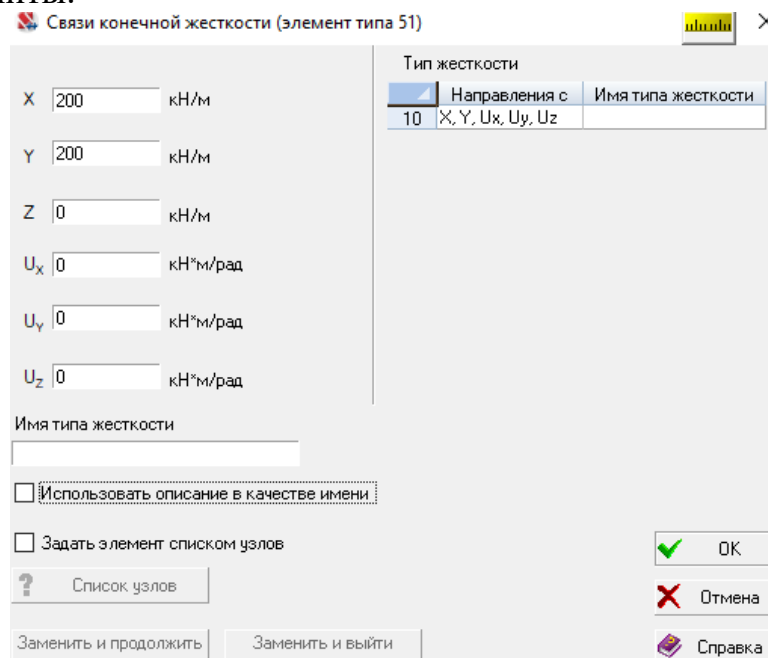


Рисунок 4.5 – Условный коэффициент постели

Экспортируем фундаментную плиту в ПК Кросс (см. рисунок 4.6).

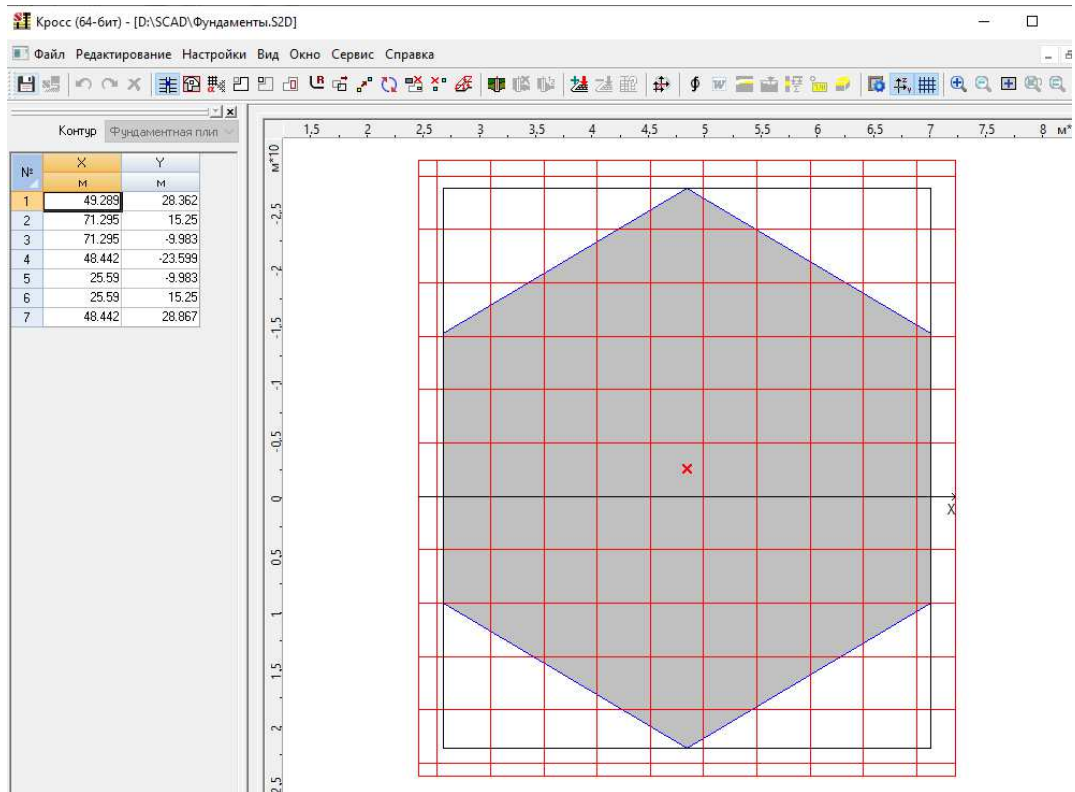


Рисунок 4.6 – Фундаментная плита в ПК Кросс  
Задаем грунты (см. рисунок 4.7):

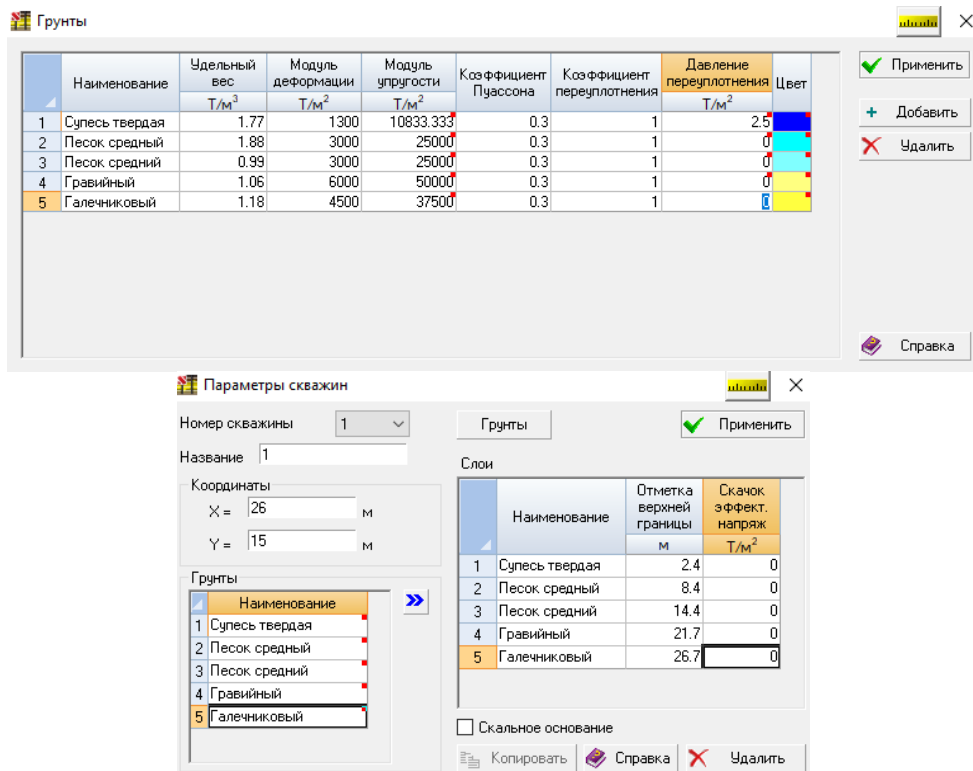


Рисунок 4.7 – Грунты в ПК Кросс

В первом приближении получили следующие коэффициенты постели (см. рисунок 4.8):

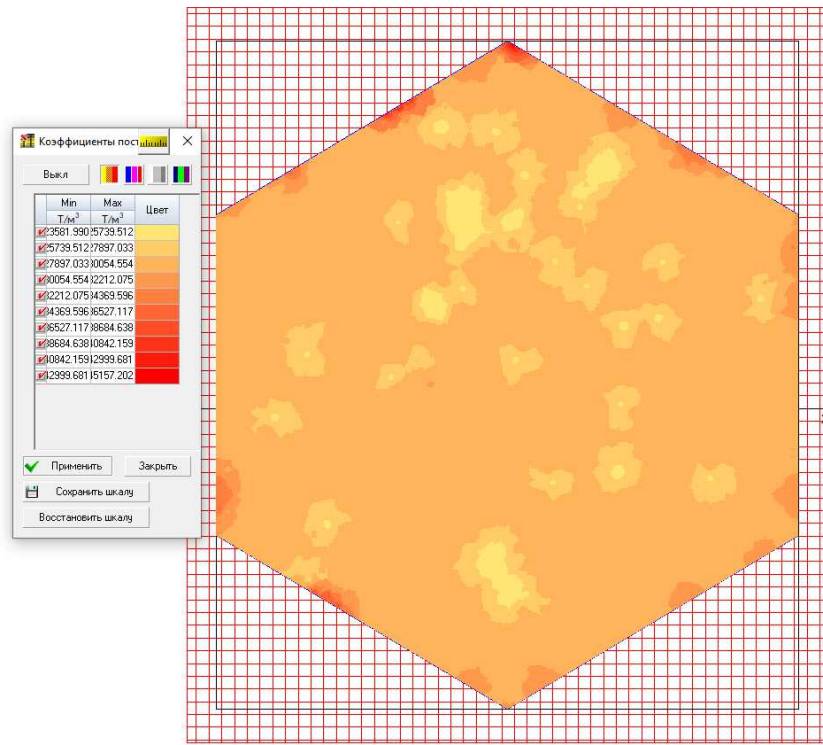


Рисунок 4.8 – Коэффициенты постели 1 итерация в ПК Кросс

Далее переходим в ПК SCAD и прикладываем значения коэффициентов постели, посчитанных с помощью ПК Кросс (см. рисунок 4.9):

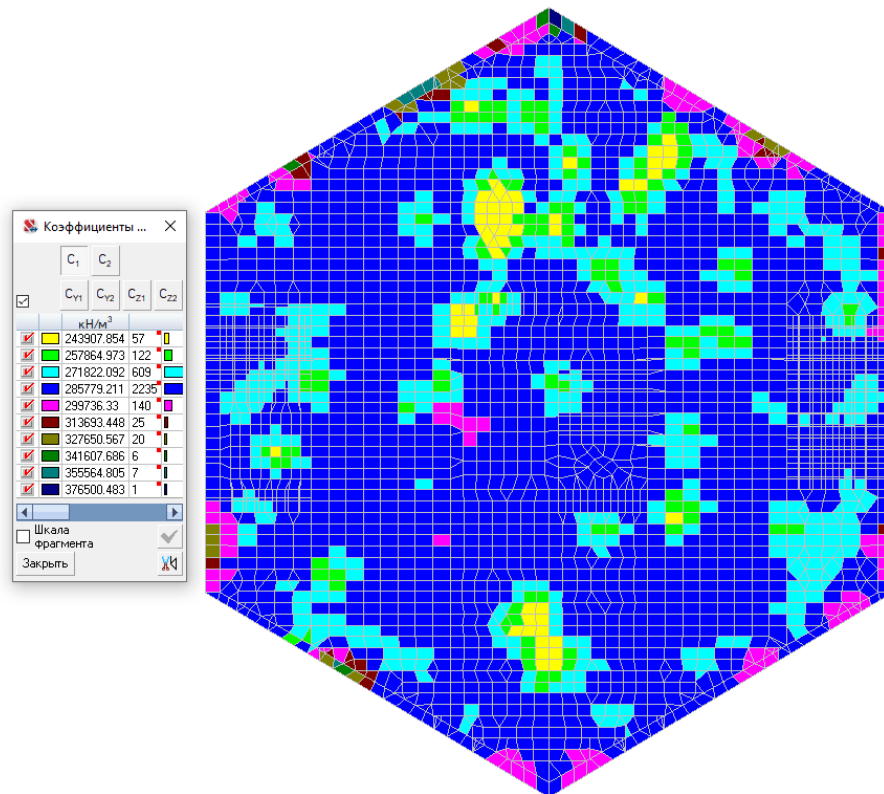


Рисунок 4.9 – Коэффициенты постели 1 итерация в ПК SCAD

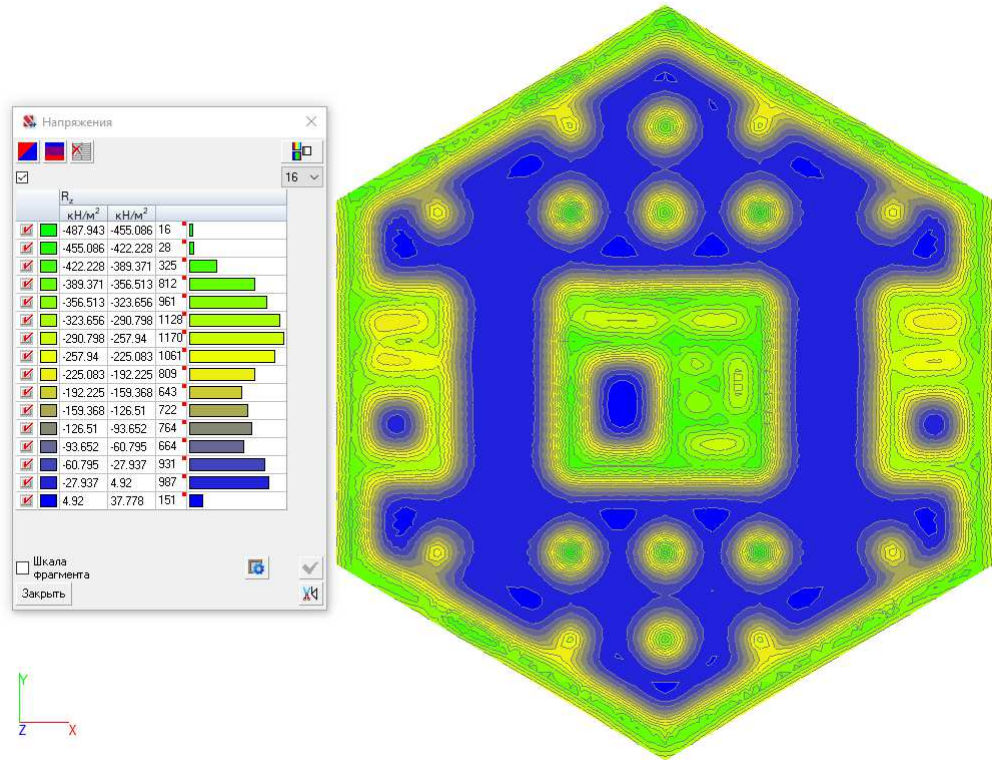


Рисунок 4.10 – Отпор грунта 1 итерация

Далее проводим необходимо количество итераций для того, чтобы расхождение в отпоре грунта не превышали 5-10%.

При работе через ПК Кросс значения коэффициентов упругого основания  $C_2$  уже учтены в значениях коэффициента  $C_1$  как учет распределяющей способности грунта.

В втором приближении получили следующие коэффициенты постели (см. рисунок 4.11):

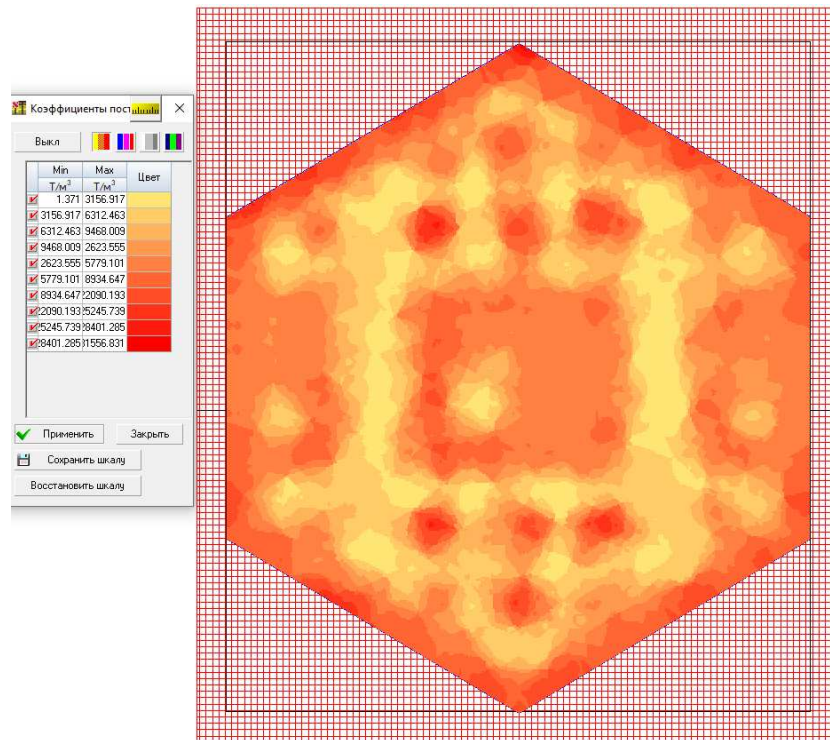


Рисунок 4.11 – Коэффициенты постели 2 итерация в ПК Кросс



Далее переходим в ПК SCAD и прикладываем значения коэффициентов постели, посчитанных с помощью ПК Кросс (см. рисунок 4.12):

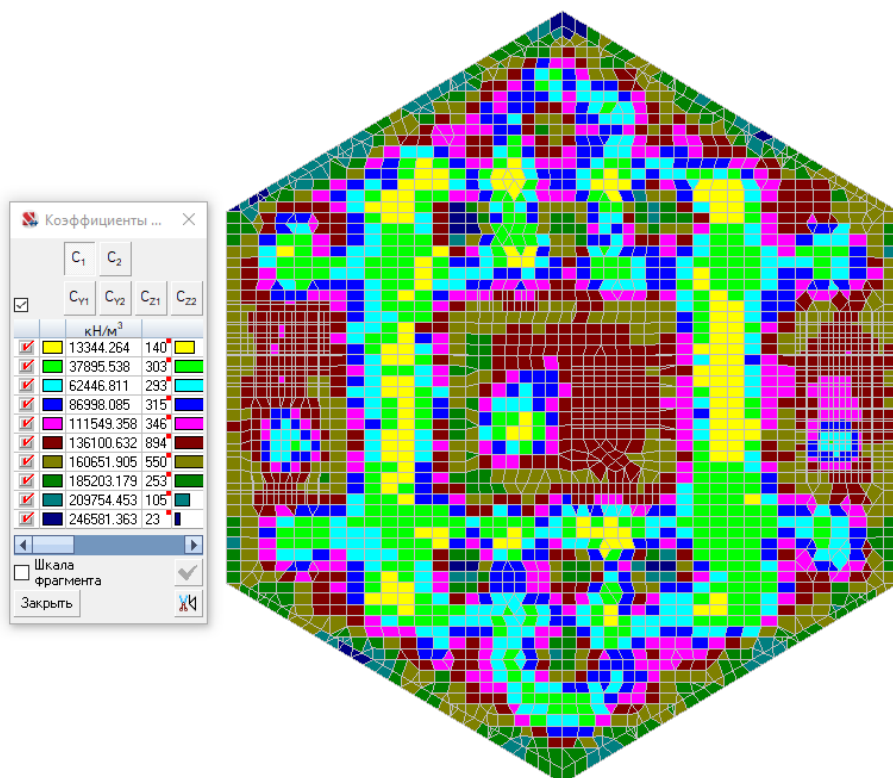


Рисунок 4.12 – Коэффициенты постели 2 итерация в ПК SCAD

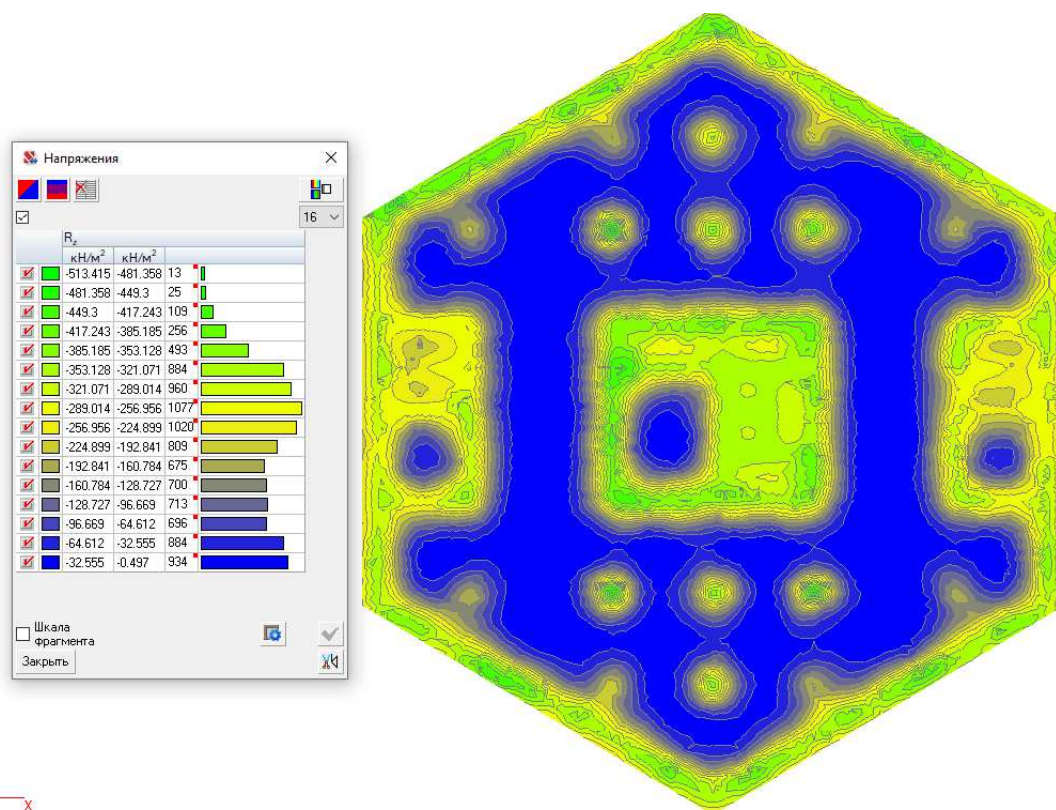


Рисунок 4.13 – Отпор грунта 2 итерация



В третьем приближении получили следующие коэффициенты постели (см. рисунок 4.14):

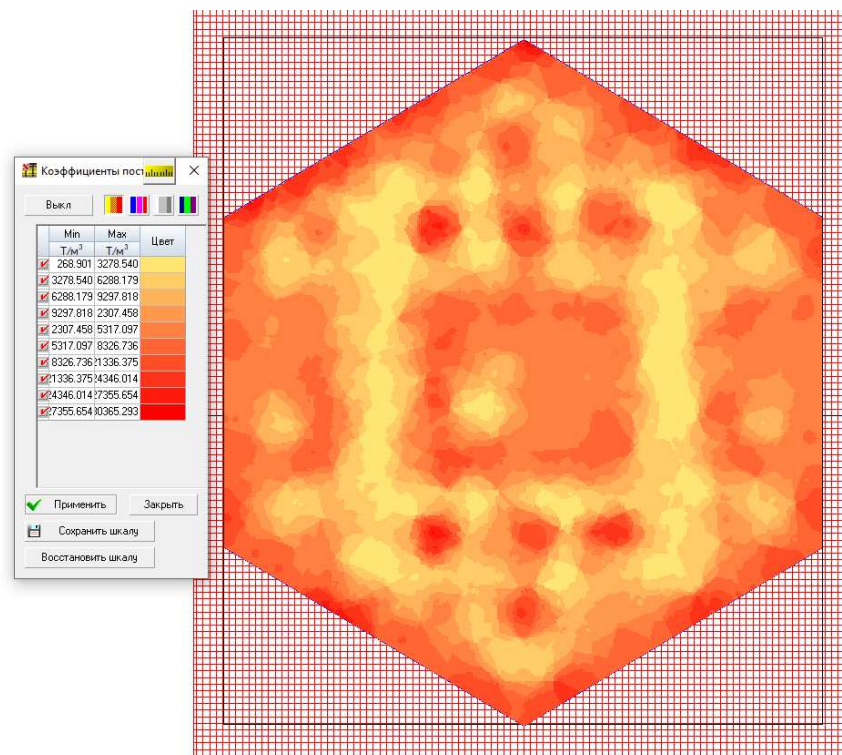


Рисунок 4.14 – Коэффициенты постели 3 итерация в ПК Кросс

Далее переходим в ПК SCAD и прикладываем значения коэффициентов постели, посчитанных с помощью ПК Кросс (см. рисунок 4.15):

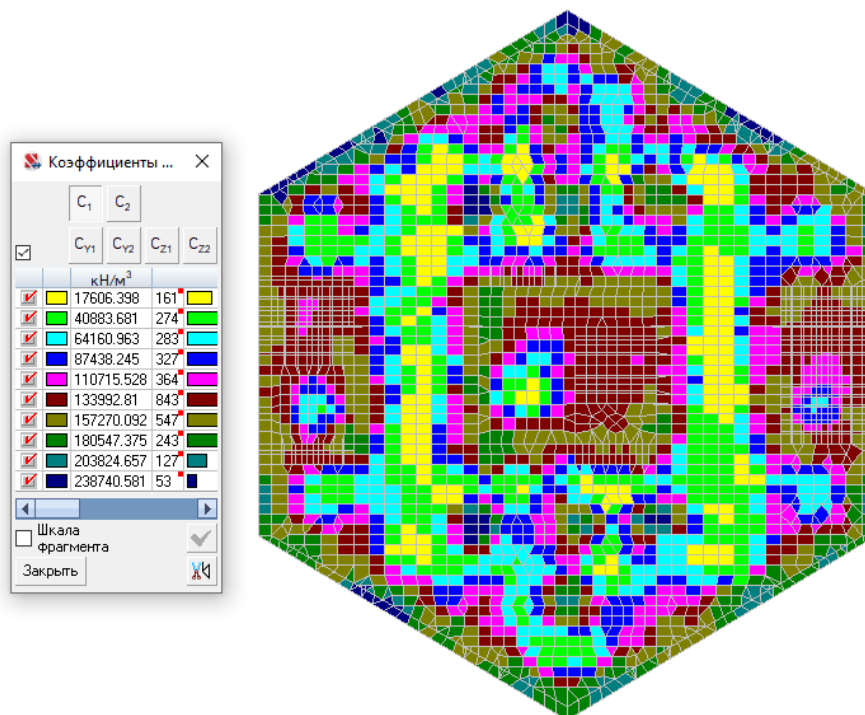


Рисунок 4.15 – Коэффициенты постели 3 итерация в ПК SCAD

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

84

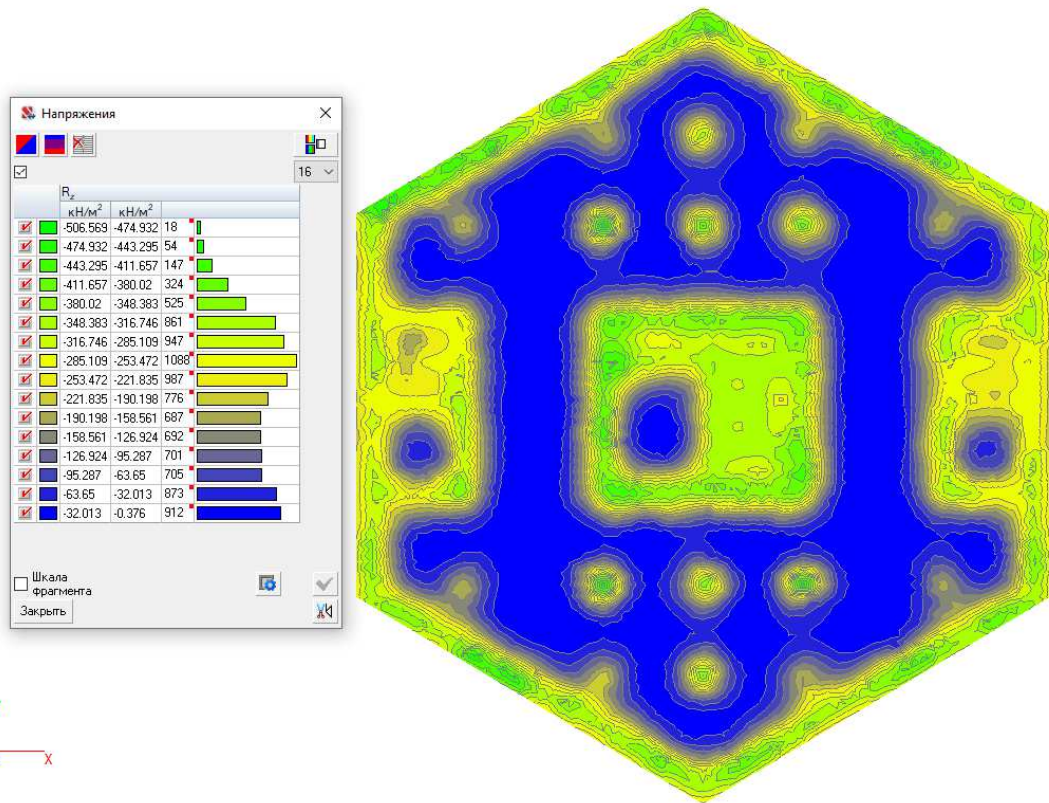


Рисунок 4.16 – Отпор грунта 3 итерация

В четвертом приближении получили следующие коэффициенты постели (см. рисунок 4.16):

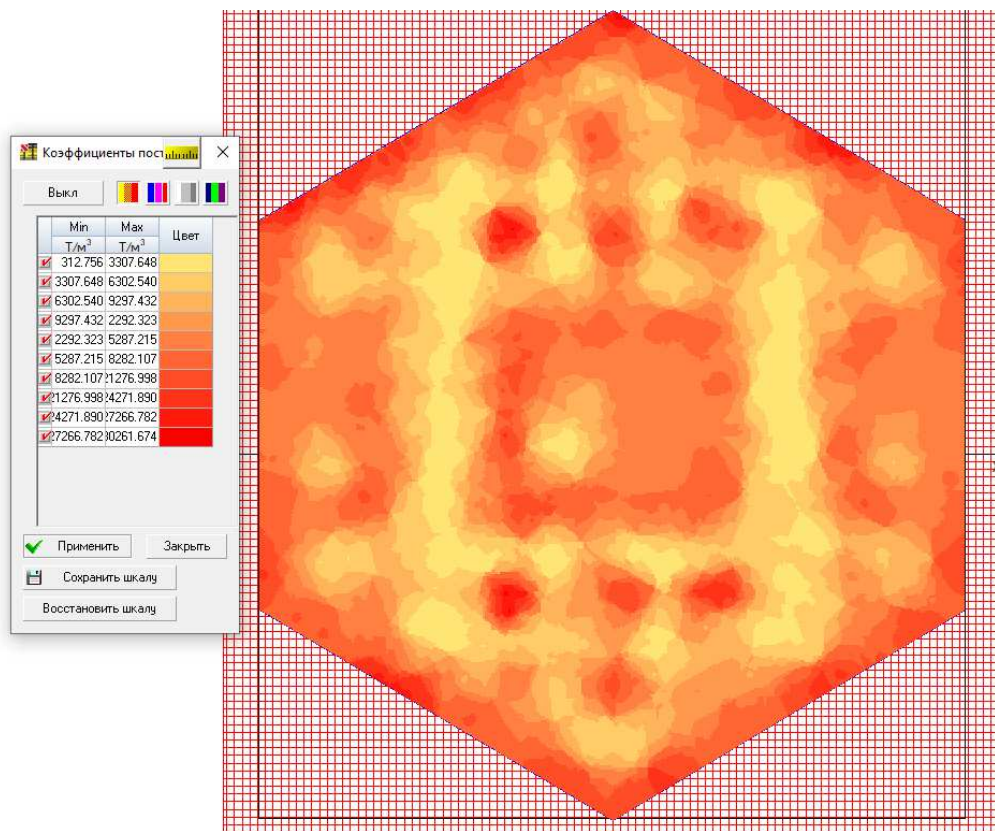


Рисунок 4.16 – Коэффициенты постели 4 итерация в ПК Кросс

Далее переходим в ПК SCAD и прикладываем значения коэффициентов постели, посчитанных с помощью ПК Кросс (см. рисунок 4.17):



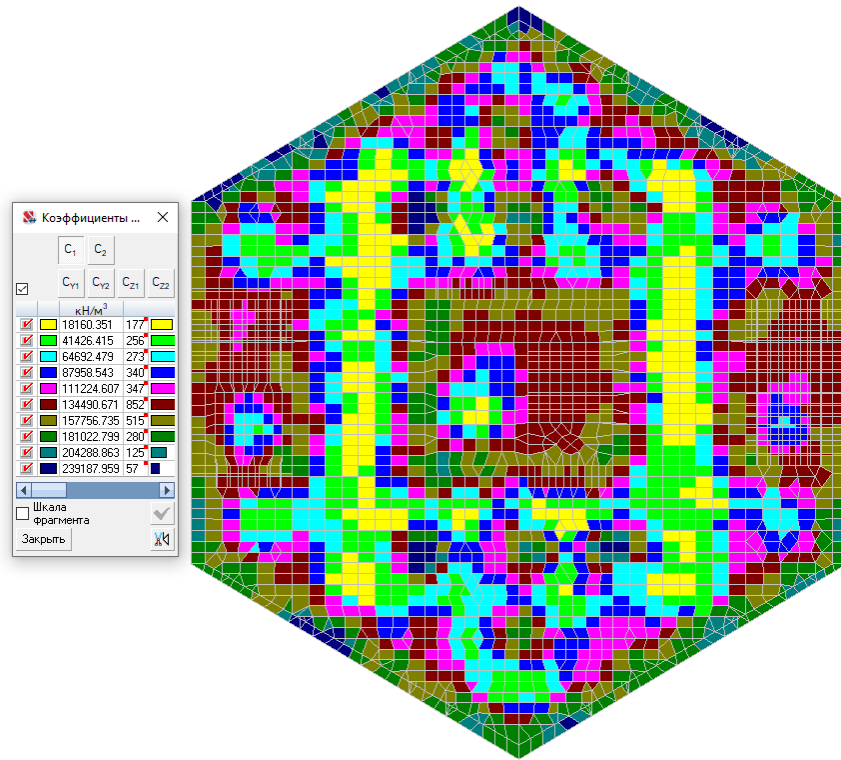


Рисунок 4.17 – Коэффициенты постели 4 итерация в ПК SCAD

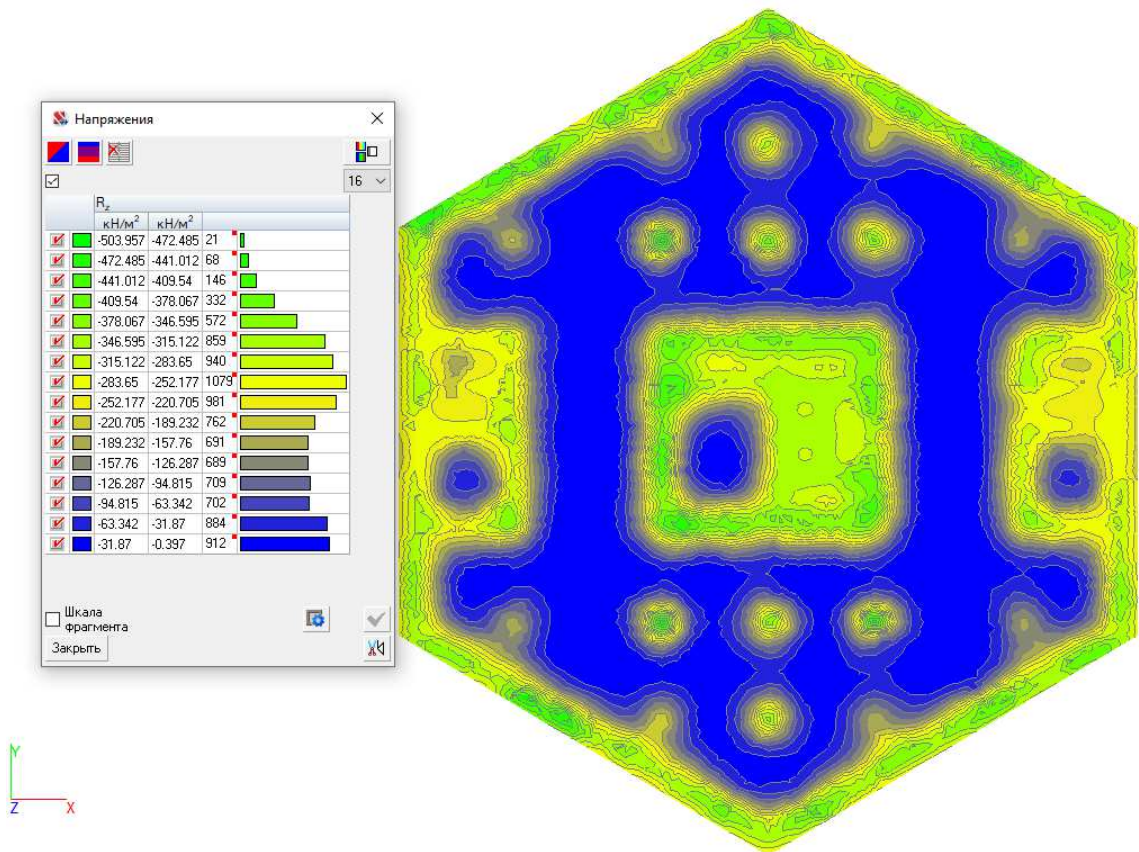


Рисунок 4.17 – Отпор грунта 4 итерация

Расхождение в значениях отпора грунта не превышают 5%, следовательно, больше нет необходимости проводить дальнейшие итерации. Осадка фундамента (см. рисунок 4.19):

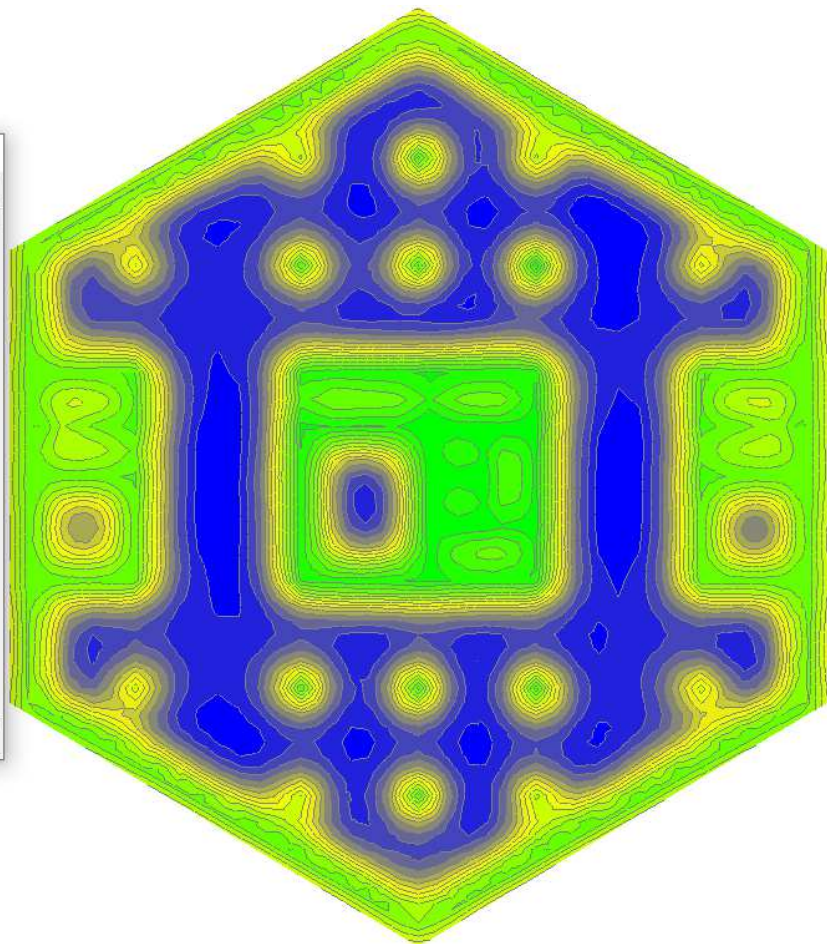


Рисунок 4.19 – Осадка фундамента

Далее производим подбор арматуры с помощью ПК SCAD.

Армирование пластин

Общие параметры Бетон Трещиностойкость

Конструктивное решение

Коэффициент надежности по ответственности 1.1

Тип элемента Оболочка

Расстояние до ц.т. арматуры			
a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>
мм	мм	мм	мм
50	50	50	50

Расчет по трещиностойкости

Учитывать требования норм по минимальному проценту армирования

Максимальный процент армирования 10

Коэффициенты учета сейсмического воздействия	
Нормальные сечения	0
Наклонные сечения	0

Армирование пластины

Арматура	Класс	Коэффициент условий работы	Диаметр
Продольная	A500	1	40
Поперечная	A240	1	40

Учитывать минимальное армирование

Учитывать заданное армирование

Максимально допустимые вертикальные перемещения:		Абсолютные
		мм
<input type="checkbox"/> от всех нагрузок		0.7
<input type="checkbox"/> от временных нагрузок		0.7

Конструктивная группа

Список конечных элементов 40442-43417 43475-43720

Список групп

Дополнительная группа

Дополнительные кнопки: Добавить, Удалить, Справка, Копировать, Применить, Выход

Армирование пластин

Общие параметры Бетон Трещиностойкость

Вид бетона Тяжелый Класс бетона B40

Влажность воздуха окружающей среды 40-75%

Коэффициенты условий работы бетона		
γ <sub>b1</sub>	учет нагрузок длительного действия	1
γ <sub>b2</sub>	учет характера разрушения	0.9
γ <sub>b3</sub>	учет вертикального положения при бетонировании	1
γ <sub>b5</sub>	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Коэффициент условий твердения 1

Конструктивная группа

Список конечных элементов 40442-43417 43475-43720

Список групп

Дополнительная группа

Дополнительные кнопки: Добавить, Удалить, Справка, Копировать, Применить, Выход

Рисунок 4.20 – Заданные параметры для расчета в ПК SCAD

Результаты подбора армирования:



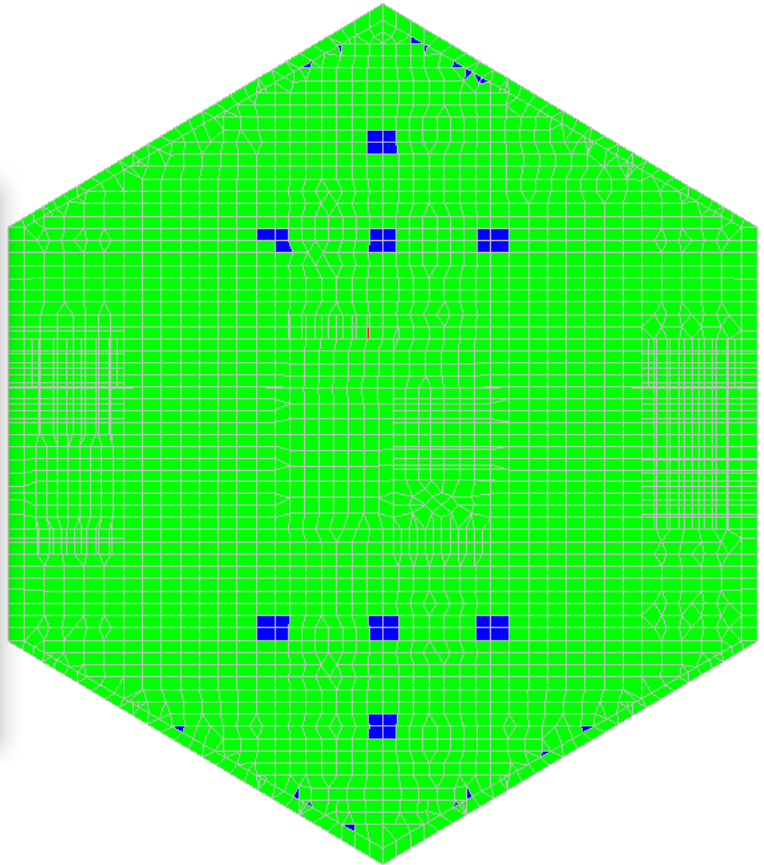
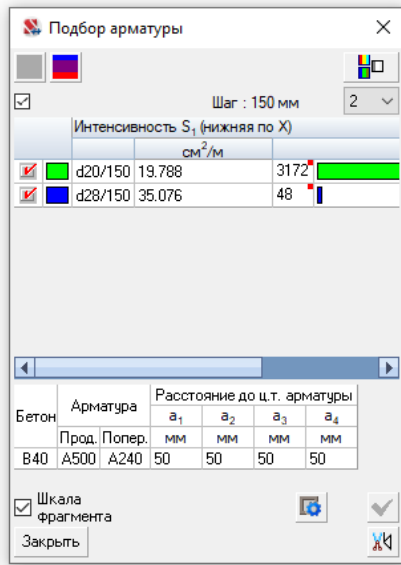


Рисунок 4.21 – Диаметры нижней арматуры по оси X с шагом 150 мм

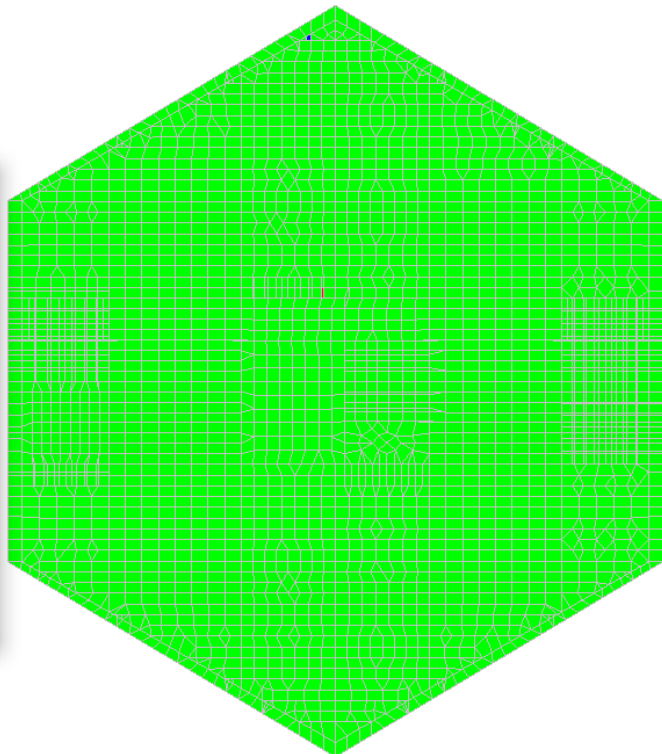
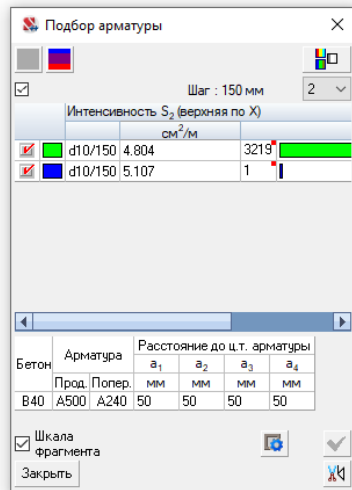


Рисунок 4.22 – Диаметры верхней арматуры по оси X с шагом 150 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

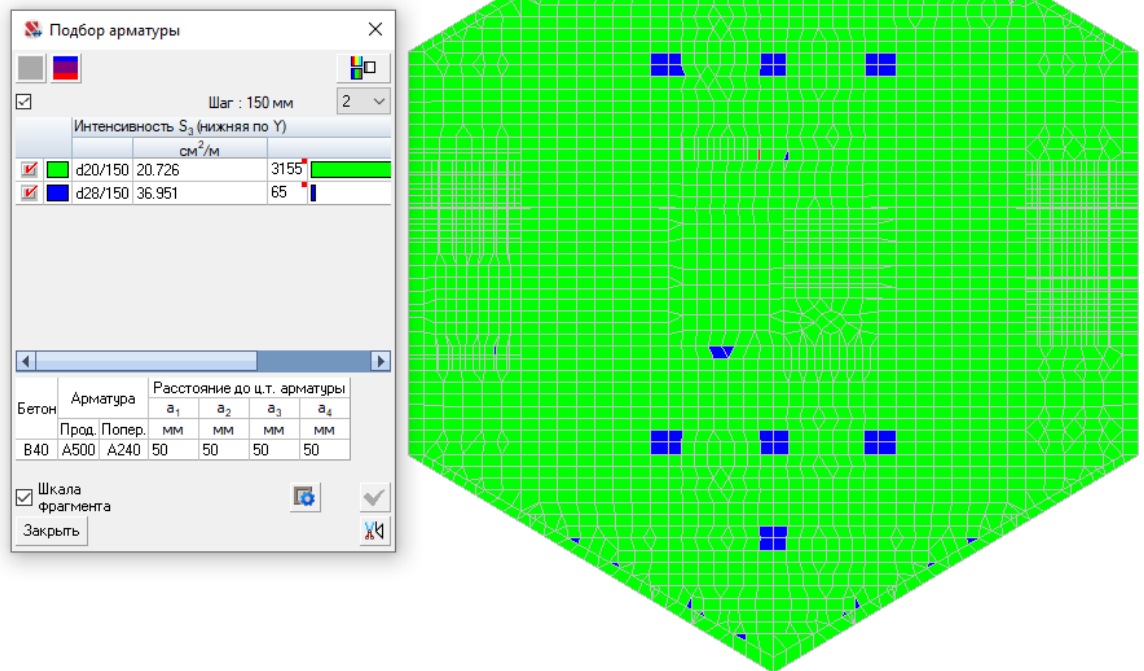


Рисунок 4.23 – Диаметры нижней арматуры по оси Y с шагом 150 мм

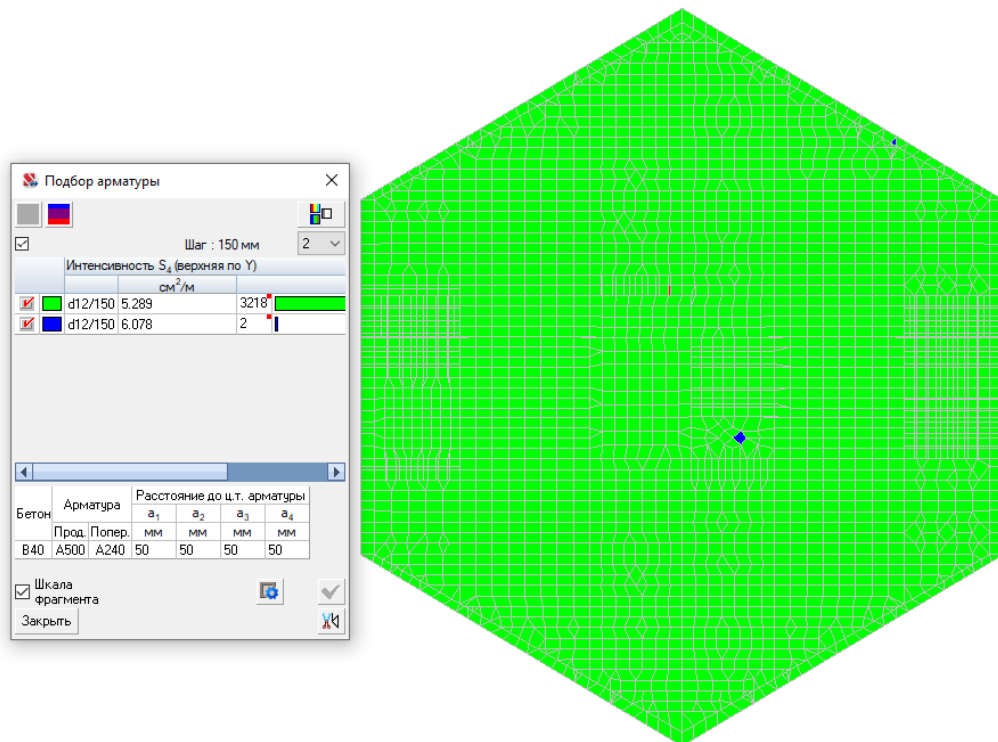


Рисунок 4.24 – Диаметры верхней арматуры по оси Y с шагом 150 мм  
 Также конструктивно устанавливаем арматуру А500 d=12 с шагом 150 мм в обоих направлениях из-за большой толщины сечения фундаментной плиты.

## 4.6.4 2 вариант - свайный фундамент

В качестве второго варианта будет рассматриваться свайный фундамент на буронабивных сваях. Сваи располагаются под основными несущими элементами: железобетонными внешними стенами и железобетонными ядрами жесткости (см. рисунок 4.25).

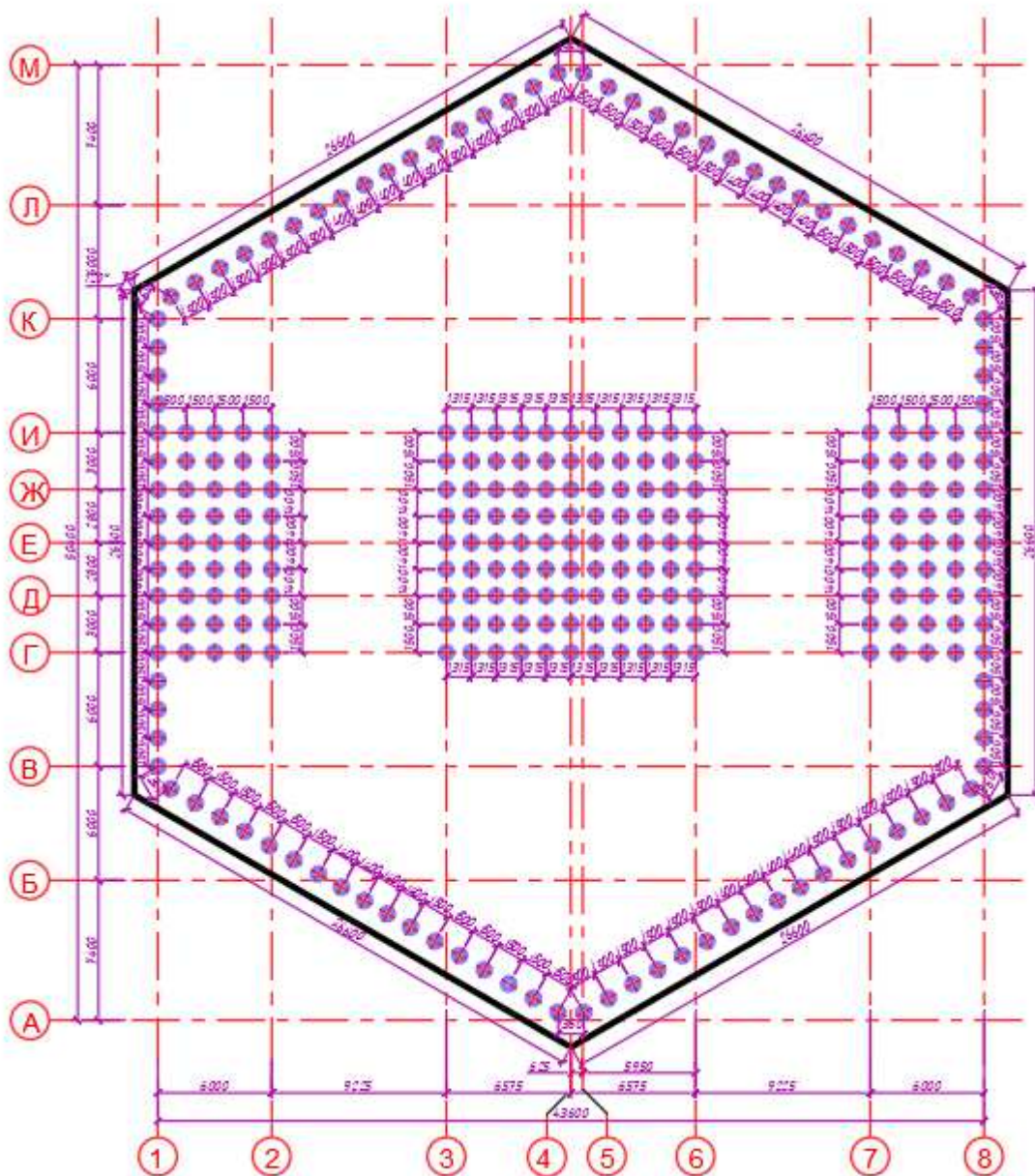


Рисунок 4.25 – Расстановка буронабивных свай

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Лист

91

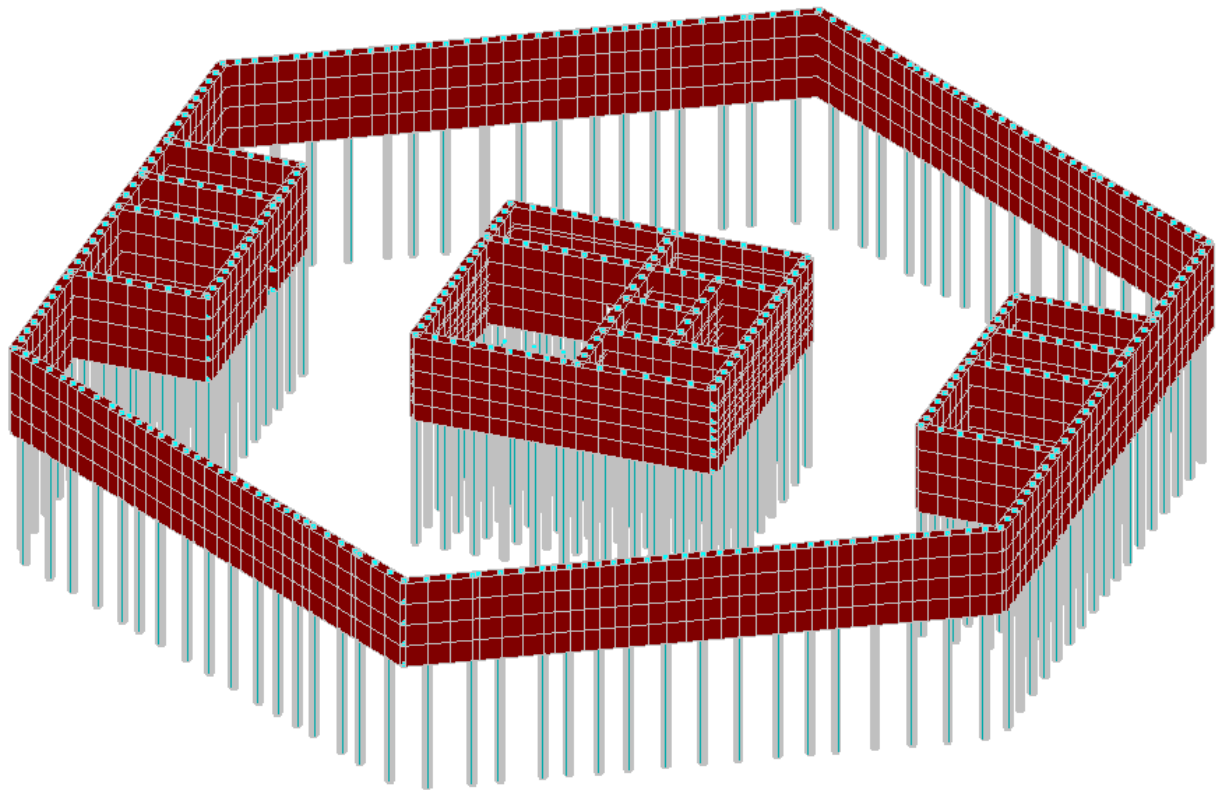


Рисунок 4.26 – Расстановка буровых свай в ПК SCAD

Для расчета принимаем сваю круглого сечения  $d=400$  мм и  $l=6000$  мм, грунт галечниковый водонасыщенный.

Произведем расчет бокового коэффициента постели по [11] по формуле (4.2):

$$C_z = \frac{K \cdot z}{\gamma_{cz}} \cdot \alpha, \quad (4.2)$$

где  $C_z$  – расчетные значения коэффициента постели грунта на боковой поверхности сваи;

$K$  – коэффициент пропорциональности, принимаемый в зависимости от вида грунта;

$z$  – глубина расположения сечения сваи в грунте;

$\alpha$  – понижающий коэффициент для кустов из свай;

$\gamma_{cz}$  – коэффициент условий работы.

$$C_{z1} = \frac{31000 \cdot 1}{1} \cdot 0,566 = 17546 \text{ кН/м}^3;$$

$$C_{z2} = \frac{31000 \cdot 2}{1} \cdot 0,566 = 35092 \text{ кН/м}^3;$$

$$C_{z3} = \frac{31000 \cdot 3}{1} \cdot 0,566 = 52638 \text{ кН/м}^3;$$

$$C_{z4} = \frac{31000 \cdot 4}{1} \cdot 0,566 = 70184 \text{ кН/м}^3;$$

									Лист
									92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

$$C_{z5} = \frac{31000 \cdot 5}{1} \cdot 0,566 = 87730 \text{ кН/м}^3;$$

$$C_{z6} = \frac{31000 \cdot 6}{1} \cdot 0,566 = 105276 \text{ кН/м}^3.$$

Рассчитаем коэффициент жесткости под нижним концом сваи по формуле (4.3):

$$R_z = \frac{G_1 \cdot l}{\beta}, \quad (4.3)$$

где  $R_z$  - коэффициент жесткости под нижним концом сваи;

$G_1$  - модуль сдвига;

$l$  - длина сваи;

$\beta$  - коэффициент, соответствующий абсолютно жесткой свае.

$$R_z = \frac{18000 \cdot 6}{0,819} = 131868,13 \text{ кН/м}.$$

Зададим полученные значения в расчетную схему в ПК SCAD и получаем следующий результат(см. рисунок 4.27):

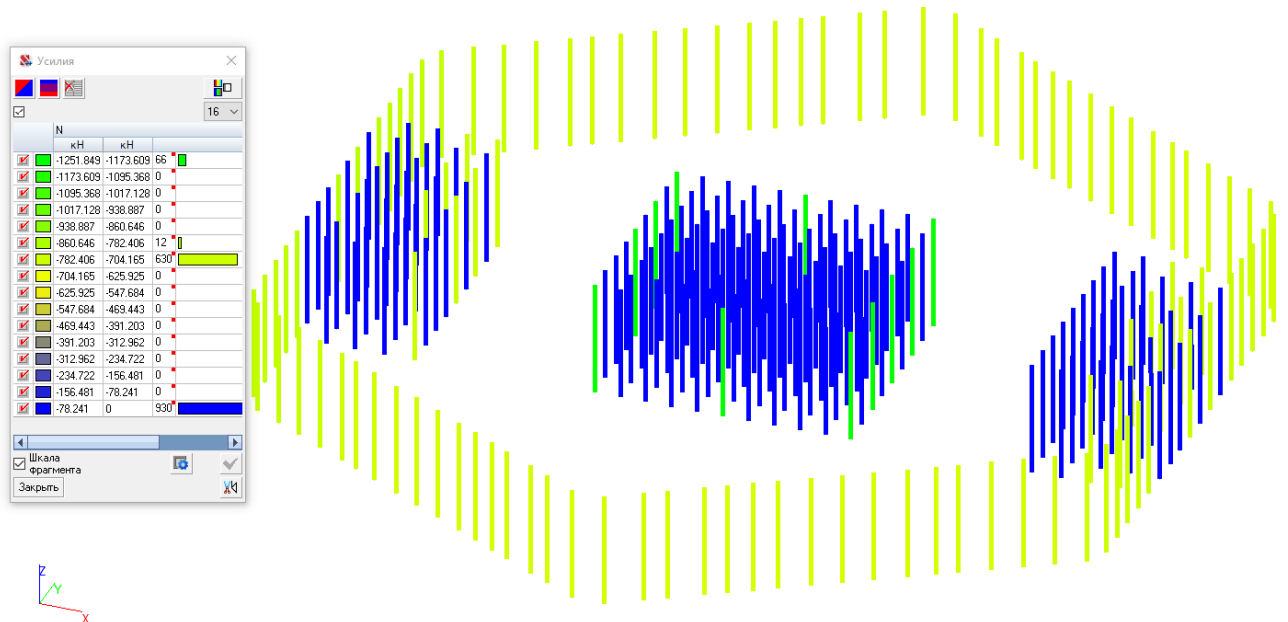


Рисунок 4.27 – Значения усилия  $N$  в сваях по итогу расчета

Определим несущую способность сваи на сжимающую нагрузку по [11] по формуле (4.4):

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{R,R} \cdot R \cdot A + \gamma_{R,f} \cdot u \cdot \sum f_i \cdot h_i), \quad (4.4)$$

где  $F_d$  – несущая способность сваи;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи;

$\gamma_{R,R}$  - коэффициент надежности по сопротивлению грунта под нижним концом сваи;

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

$A$  - площадь опирания сваи;

$\gamma_{R,f}$  - коэффициент условий работы грунта на боковой поверхности сваи;

						Лист
						93
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



$u$  - периметр поперечного сечения ствола сваи;

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

$h_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи.

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи определяется по формуле (4.5):

$$R = \alpha_4 \cdot (\alpha_1 \cdot \gamma_1^I \cdot d + \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \gamma_1 \cdot h), \quad (4.5)$$

где  $\alpha_1; \alpha_2; \alpha_3; \alpha_4$  - безразмерные коэффициенты, принимаемые в зависимости от расчетного значения угла внутреннего трения грунта основания;

$\gamma_1^I$  - расчетное значение удельного веса грунта;

$\gamma_1$  - осредненное (по слоям) расчетное значение удельного веса грунтов;

$d$  - диаметр сваи;

$h$  - глубина заложения.

$$R = 0,26 \cdot (34,6 \cdot 11,8 \cdot 0,4 + 64 \cdot 0,68 \cdot 11,8 \cdot 35) = 4715,64 \text{ кПа},$$

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 4715,64 \cdot 0,13 + 0,8 \cdot 0,71 \cdot 386,6) = 829,49 \text{ кН}.$$

**Вывод:** Несущая способность сваи не удовлетворяет условию, следовательно необходимо увеличить диаметр сваи и(или) ее длину, что экономически нецелесообразно, поэтому принимаем плитный фундамент.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4.1 – Физико-механические характеристики грунтов

№ слоя	Полное наименование грунта	h, м	Плотность, т/м <sup>3</sup>			Удельный вес, д.е.		Влажность, д.е.			S <sub>r</sub> , д.е.	I <sub>L</sub> , д.е.	Расчетные характеристики			R <sub>0</sub> , кПа
			P	P <sub>s</sub>	P <sub>d</sub>	γ	γ <sub>SB</sub>	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>			C, кПа	φ, град	E, Мпа	
1	Насыпной грунт	2,4	1,93	-	-	18,9	-	0,12	-	-	-	-	2	28	-	250
2	Супесь твердая	6	1,8	2,7	1,6	17,7	-	0,15	-	-	0,57	<0	9,3	25,5	13	250
3	Песок средней крупности влажный	6	1,9	2,7	1,59	18,8	-	0,2	-	-	0,8	-	1	38,5	30	400
4	Песок средней крупности водонасыщенный	7,3	1,99	2,7	1,59	-	9,9	0,25	-	-	1	-	1	38,5	30	400
5	Гравийный грунт водонасыщенный	5	1,6	1,8	1,3	-	10,6	0,2	-	-	0,94	-	2	35	60	500
6	Галечниковый грунт водонасыщенный	8,3	1,9	2,7	1,7	-	11,8	0,12	-	-	0,6	-	1,1	32	45	600

## 5 Технология строительного процесса

### 5.1 Технологическая карта на устройство котлована здания

#### 5.1.1 Область применения

Технологическая карта разработана на устройство несущей стены методом «стены в грунте» из буронабивных свай и предназначена для нового строительства.

Буронабивные сваи диаметром 500 мм и длиной 29 м выполняются из бетона В40.

В технологической карте принята подача бетонной смеси методом ВПТ (вертикально перемещающейся трубы).

В состав работ, рассматриваемых технологической картой, входят:

- разработка грунта в скважинах с помощью бурильных установок;
- установка в скважины обсадных труб и армокаркасов;
- вибрационная укладка бетонной смеси методом ВПТ.

Предусматривается производство работ в три смены на открытой строительной площадке в летний период времени.

Технологическая карта разработана для конкретного объекта и в ней учитываются условия производства работ.

#### 5.1.2 Общие положения

При устройстве железобетонных конструкций необходимо руководствоваться СНиП, СП и требованиями проекта производства работ. Качество выполнения арматурных и бетонных работ определяют общий технический уровень возведения конструкций, его надежность и долговечность. Использование прогрессивной технологии и организаций труда, средств комплексной механизации способствуют повышению качества работ и сокращению сроков возведения конструкций.

При выполнении комплекса строительно-монтажных работ по сооружению несущих конструкций стен следует выполнить требования нормативных документов СП 48.133330.2019 "Организация строительства"[14], МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологических карт» [12], СП 45.13330.2017 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» [13], СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты[11].

#### 5.1.3 Организация и технология выполнения работ

Площадка, отсыпанная в месте сооружения опоры (рис. 5.1), имеет размеры, обеспечивающие размещение свай в плане с расстоянием от них до границ площадки не менее 2 м, буровой установки в различных положениях для устройства всех свай, секций обсадной трубы, звеньев бетонолитной трубы и крана.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

Для периодического заезда бульдозера к месту перемещения грунта из отвала за пределы площадки кран сначала отходит в сторону скважин, пропуская бульдозер на уширенную площадку, а затем перемещается в сторону подъезда, пропуская бульдозер к отвалу грунта. Объем отвала грунта до его уборки бульдозером допускается до  $20 \text{ м}^3$ , т.е. когда две секции обсадной трубы погружены с извлечением грунта, а одна секция наращена. Таким образом, перед первым перемещением грунта три секции обсадной трубы убраны с места их складирования.

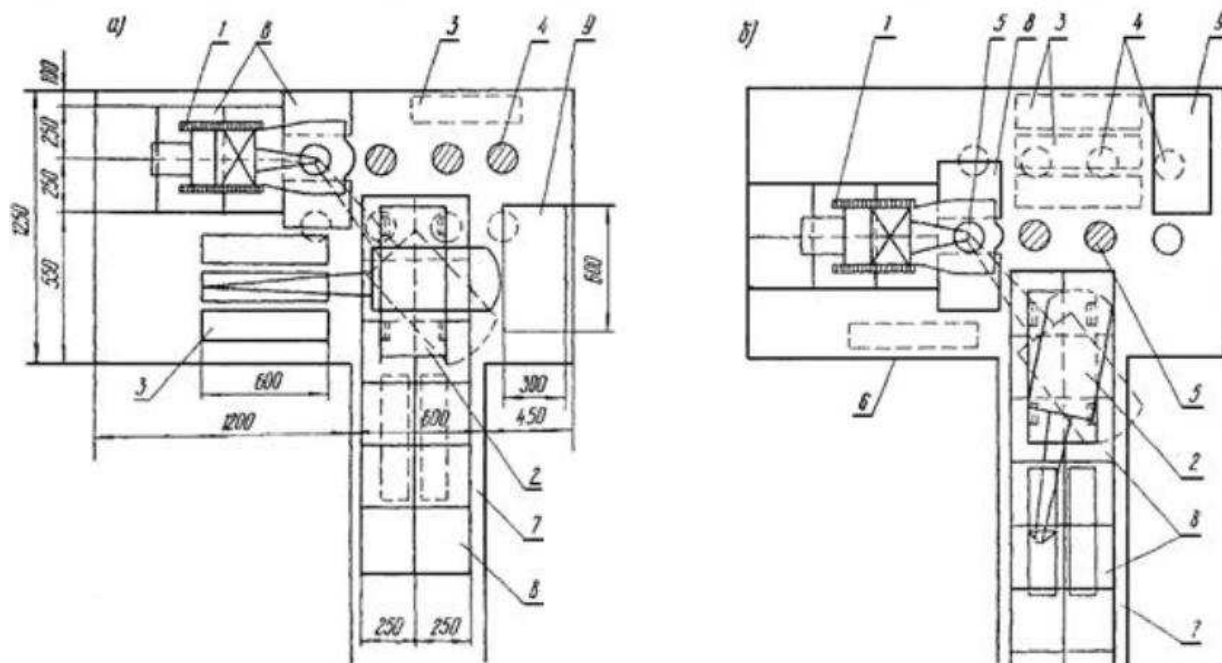


Рисунок 5.1 – Схема расположения машин и оборудования на рабочей площадке при устройстве буронабивных свай

При выполнении работ в русле водотока сначала на площадку завозят три секции обсадной трубы длиной 6 м, а после их установки в первую скважину - остальные секции. Извлеченные секции обсадной трубы размещают при устройстве первого ряда свай (см. рис. 5.1, а) на месте складирования (три секции длиной 6 м) и на проезде (остальные секции), а при устройстве второго ряда свай (см. рис. 5.1, б) - на проезде (три секции длиной 6 м) и на месте засыпанного первого ряда свай (остальные секции).

Технологический процесс по устройству буронабивных свай с применением буровой установки «Като» (рис. 5.2) отличается следующими особенностями:

- крепление стенки скважины осуществляется на всю глубину стальными инвентарными обсадными трубами; поэтому не требуется заполнение скважины глинистым раствором или водой с постоянным поддержанием необходимого их уровня;

- участие буровой установки необходимо в течение полного периода устройства буронабивной сваи, включая бетонирование, так как с помощью привода буровой установки производится уплотнение подводного бетона путем поднятия и опускания обсадной трубы, а также постепенное извлечение ее по мере укладки бетонной смеси в скважину.

Комплекс работ по устройству буронабивных свай с применением буровой установки «Като» включает следующие процессы:

- подготовку площадки под буровую установку для бурения очередной скважины с перекладкой железобетонных дорожных и опорных плит и шпал, с планировкой подсыпки, с перемещением и наводкой буровой установки по осям скважины;

- бурение скважины (в несвязных грунтах - разработка грейфером, в плотных грунтах - разработка с помощью долота с удалением разрыхленного грунта - грейфером) с опережающим погружением обсадной трубы и наращиванием ее секциями;

- очистку забоя с помощью желонки;

- установку арматурного каркаса в скважину с устройством при необходимости стыка его секций в вертикальном положении;

- сборку и опускание монолитной трубы;

- укладку бетонной смеси в скважину методом вертикально перемещающейся трубы (ВПТ).

Перемещение буровой установки для устройства очередной сваи в пределах свайного ряда производится «на себя». При подготовке рабочего места для разработки очередной скважины буровую установку на гусеничном ходу в рабочем положении перемещают назад на такое расстояние, при котором ее выносные опоры выходят за пределы дорожных плит, находящихся над очередной скважиной. Эти плиты с помощью крана раздвигают (перекладывают) для установки секции обсадной трубы. При перекладке плиты снимают, удаляют из-под них шпалы и очищают. Полностью освободившиеся плиты перекладывают в сторону перемещения буровой установки, а опорные плиты над скважиной укладывают на шпалы с соответствующим зазором для обсадной трубы. Поврежденные плиты и пришедшие в негодность шпалы удаляют. Вместо двух железобетонных плит размером 300×250×16 см для опирания башмака разрешается применять также одну сплошную плиту толщиной 25 см с отверстием для пропуска обсадной трубы.

									Лист
									98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



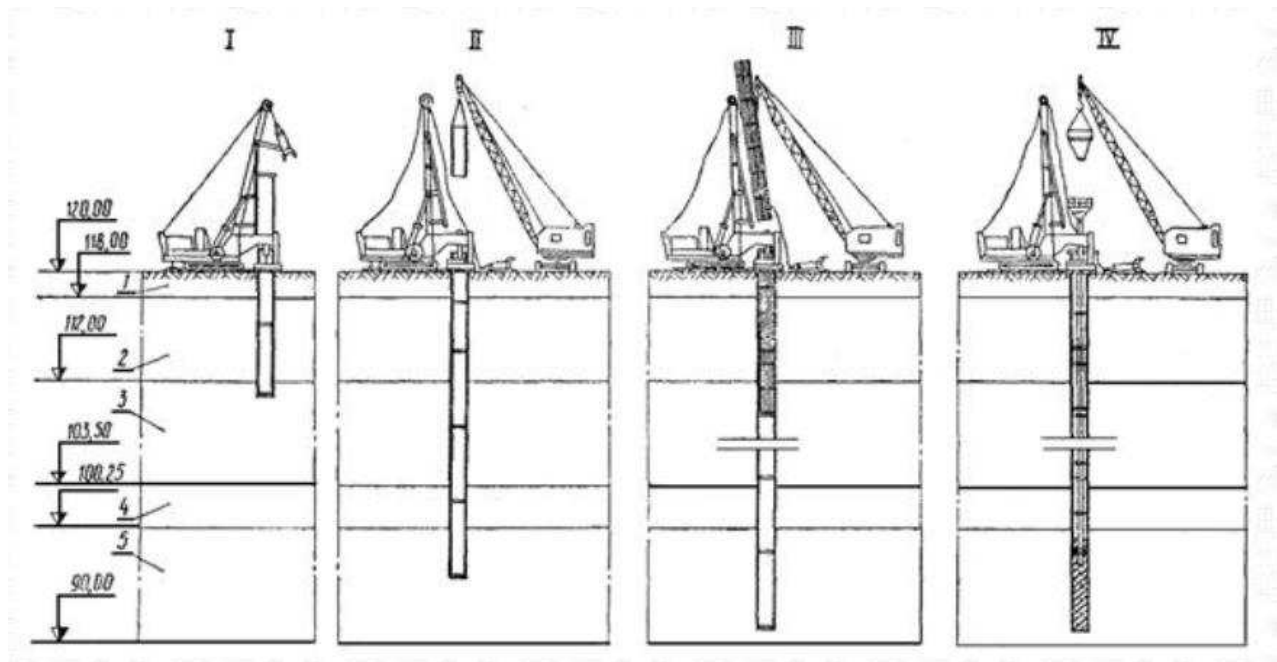


Рисунок 5.2 – Технологическая схема устройства буронабивных свай с применением буровой установки «Като»

(I - разработка скважины грейфером с погружением обсадной трубы; II - наращивание обсадной трубы очередной секцией; III - установка арматурного каркаса в скважину со стыковкой его секций; IV - бетонирование буронабивной сваи с извлечением секций обсадной трубы)

Далее уточняют разбивку осей скважины и перемещают буровую установку вперед к месту разработки с фиксированием стяжного хомута по этим осям. Затем приводят в горизонтальное положение буровую установку с помощью гидравлического привода выносных опор.

Разработку скважины в несвязных грунтах производят грейфером, являющимся навесным оборудованием буровой установки «Като». Скважина на всю глубину ограждается обсадной трубой, погружаемой в процессе извлечения грунта с опережением забоя на высоту не менее чем на 2 м. При достижении режущей фрезой проектной отметки погружение обсадной трубы должно быть прекращено во избежание разрыхления грунта в основании сваи.

Обсадная труба состоит из секций длиной 6 м, 4 м и при необходимости 2 м. Общую длину обсадной трубы принимают из расчета возвышения верха трубы над поверхностью рабочей площадки на 1 м для размещения и вертикального челночного движения стяжного хомута.

В данной карте принята обсадная труба длиной 30 м (при глубине скважины 29 м), состоящая из пяти секций длиной 6 м.

Работы по установке секций обсадных труб производятся с использованием крана. В данной карте предусмотрен автокран КС-65721-6 «Галичанин» грузоподъемностью 60 т.

Сначала устанавливают по осям скважины ножевую секцию, представляющую собой стандартную секцию обсадной трубы длиной 6 м с зубчатой режущей фрезой, зажимают ее стяжным хомутом с гидравлическим приводом и погружают до отказа путем вдавливания с периодическим

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					99

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

вращением. Затем на верх секции трубы насаживают кольцевой переходник для предохранения торца трубы от повреждения грейфером.

Далее грейфер поднимают в рабочее положение и начинают извлечение грунта из скважины до отметки, находящейся на 2 м выше низа обсадной трубы. Потом повторяют операцию заглубления обсадной трубы на возможную глубину в зависимости от группы грунта, после чего снова извлекают грунт из скважины грейфером, пока забой не достигнет на новом уровне отметки, превышающей на 2 м низ обсадной трубы.

После заглубления ножевой секции обсадной трубы на 5 м, когда возвышение ее над уровнем подсыпки составит 1 м, грейфер опускают на рабочую площадку, с верха обсадной трубы снимают переходник и производят наращивание обсадной трубы путем пристыковки на болтах следующей секции в вертикальном положении.

Обсадную трубу снова погружают до отказа, надевают переходник, поднимают грейфер в рабочее положение и продолжают разрабатывать скважину, чередуя в том же порядке погружение обсадной трубы и извлечение грунта грейфером.

По окончании разработки скважины забой очищают от бурового шлама с помощью желонки. В это время необходимо проверить фактические размеры скважины, отметки устья, скважины и забоя, расположение скважины в плане, а также соответствие грунта основания данным инженерно-геологических изысканий.

Затем в скважину опускают арматурный каркас, состоящий (при высоте более 18 м) из двух секций. Работы по установке и наращиванию арматурного каркаса ведутся с использованием того же крана. Стыковка секций арматурного каркаса производится путем перепуска рабочих стержней верхней секции относительно рабочих стержней нижней секции на 20 диаметров стержней с прихваткой электросваркой внахлестку. Для этого нижнюю секцию опускают в скважину до тех пор, пока место стыковки не достигнет устья скважины, и фиксируют в этом уровне с помощью поперечных стержней, закладываемых в каркас под кольцо жесткости и опираемых на верх обсадной трубы. После установки верхней секции и прихватки рабочих стержней внахлестку поперечные стержни удаляют, и арматурный каркас опускают на полную глубину скважины. Для обеспечения защитного слоя бетона к рабочим стержням каркаса в местах их перехвата кольцами жесткости с внешней стороны приваривают ограничители в виде скоб, располагаемых в плоскости стержней, или привязывают бетонные прокладки.

Секции арматурного каркаса перед опусканием в скважину должны быть тщательно очищены от ржавчины и грязи.

По окончании установки арматурного каркаса производят подготовительные работы перед бетонированием - сборку и опускание в скважину бетонолитной трубы. Звенья бетонолитной трубы укрупняют в секции длиной по 10 м с помощью разъемных хомутов. Стыковку секций бетонолитной трубы производят с применением тех же хомутов в вертикальном положении при опускании ее в скважину. При этом ранее опущенный участок

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

бетонолитной трубы фиксируют над устьем скважины с помощью хомута, надеваемого на ее верх с опиранием на шпалы, уложенные на обсадную трубу. Верхним звеном бетонолитной трубы является приемный бункер с наружными огражденными площадками и лестницей. Бетонолитная труба должна быть установлена по оси скважины.

Работы по сборке и установке бетонолитной трубы, подъему ее в процессе бетонирования, разборке, снятию секций обсадной трубы и подаче бетонной смеси в бадье осуществляют с помощью автокрана КС-65721-6.

Бетонную смесь подают в приемный бункер из бадьи. Бетонолитную трубу устанавливают в скважине таким образом, чтобы ее низ оказался на 200 - 250 мм выше забоя скважины. Перед бетонированием в устье бетонолитной трубы подвешивают пробку для изоляции бетонной смеси от воды. Первоначально заполняют бетонной смесью бункер и часть бетонолитной трубы над пробкой. Затем пробку извлекают и производят непрерывную подачу в бункер бетонной смеси из бадьи, приподнимая краном бетонолитную трубу по мере прохождения по ней бетонной смеси. Объем первой порции бетонной смеси назначается из условия заглубления низа бетонолитной трубы в уложенную смесь не менее чем на 0,8 м.

В процессе бетонирования уровень смеси в бетонолитной трубе должен превышать уровень воды в скважине. Низ бетонолитной трубы должен быть постоянно заглублен в уложенную смесь на 1 - 2 м. По мере бетонирования и подъема бетонолитной трубы ее укорачивают путем удаления очередного звена. Одновременно извлекают обсадную трубу и демонтируют ее по секциям.

Необходимые перерывы в бетонировании скважины, связанные со снятием секций обсадной и бетонолитной труб, демонтажом и обратной установкой бункера, должны быть менее сроков схватывания бетона.

При подъеме бетонолитной трубы ее демонтируют звеньями длиной 3 - 4 м с предварительным снятием и последующим присоединением бункера после удаления каждого звена.

Для удаления очередного звена бетонолитной трубы прекращают ее подъем, когда уровень смеси в трубе находится на 20 см ниже разъединяемого стыка. Часть бетонолитной трубы, расположенную ниже удаляемого звена, закрепляют с помощью хомута, опираемого на шпалы, уложенные на обсадную трубу. Удаляемое звено снимают вместе с бункером, опускают на площадку и отсоединяют от бункера. Затем бункер снова присоединяют к оставшейся части бетонолитной трубы.

С помощью гидравлического привода буровой установки «Като» в целях уплотнения бетона колонна обсадных труб в процессе бетонирования совершает поступательно-вращательное движение с последовательным подъемом на 20 - 30 см и опусканием на 10 - 15 см. Поэтому извлечение обсадной трубы происходит постепенно.

Бетонную смесь, уложенную на высоту 3 м, уплотняют глубинными вибраторами.

Если уровень рабочей площадки находится ниже верха сваи (при сооружении безростверковых опор), бетонирование ведут до окончательного

									Лист
									101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

заполнения бетонной смесью скважины, удаляют загрязненный слой бетонной смеси, после чего устанавливают инвентарный кондуктор и бетонируют оголовки свай.

При устройстве буронабивных свай с ростверками уровень рабочей площадки находится выше верха свай, т.е. верх свай размещен ниже устья скважины. В этом случае бетонирование ведут до отметки, превышающей на 0,5 м проектную отметку верха свай, полученную из расчета всплывания слоя шлама и последующей его срезки. При разработке котлована под ростверк лишняя часть бетона свай вместе со шламом вырубается.

### 5.1.4 Требования к качеству работ

Таблица 5.1 – Операционный контроль качества работ по устройству буронабивных свай с применением буровой установки «като»

№	Контролируемые показатели	Предельные отклонения, мм
1	Размер скважины:	
	глубина	±500
	диаметр	+200; -100
2	Положение оси скважины:	
	в плане	250
	относительно вертикали(град.)	4
3	Отметка верха свай	+100; -200
4	Величина защитного слоя:	
	в стенках	+10; -5
	в торце оголовка	+20; -10

1. Отклонение объема бетонной смеси от фактического объема скважины должно быть в пределах от +15 до -12 %.

2. Температура укладываемой в зимнее время бетонной смеси не должна быть ниже +5 °С.

3. Осадка конуса бетонной смеси должна быть 18 - 20 см. Наибольшая крупность заполнителя не более 40 мм.

4. Заглубление бетонолитной трубы в укладываемую смесь должно быть в пределах 2 - 4 м.

5. Уровень бетонной смеси в бетонолитной трубе не должен быть ниже уровня окружающей обсадную трубу воды.

6. Перерывы в бетонировании не должны превышать 1,5 - 2 ч.

7. Заполнение скважин бетонной смесью должно производиться не позднее чем через 16 ч после окончания работ по извлечению грунта.

8. Подбор состава бетона должен учитывать повышение его прочности на 10 % по отношению к классу, предусмотренному в проекте.

										Лист
										102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Таблица 5.2 – Операционный контроль качества работ

1	Основные процессы и операции подлжащие контролю:	Разработка скважины	Установка арматурного каркаса	Укладка бетонной смеси методом ВПТ
2	Состав контроля:	Размеры скважины, положение ее осей в плане и по вертикали	Положение каркаса в плане и по глубине скважины. Величина защитного слоя	Пластичность бетонной смеси. Полнота заполнения скважины бетонной смесью, отметки поверхности уложенного бетона. Прочность бетона
3	Метод и средства контроля:	Инструментальный, теодолит, отвес, стальная мерная лента, лот	Визуальный, инструментальный, стальной метр	Инструментальный, лабораторный, лот, стальной метр, стандартный конус, стальные формы
4	Режим и объем контроля:	Периодический, перед каждым заглублением обсадной трубы	Каждый каркас	-
5	Лицо, контролирующ ее операцию:	Мастер, геодезист	Мастер	Мастер, лаборант
6	Лицо, ответственное за организацию и осуществление контроля:	Прораб	Прораб	Прораб
7	Привлекаемые для контроля службы:	Геодезическая служба	-	Лаборатория
8	Где регистрируются результаты контроля	Журнал производства работ, форма 1.1. Журнал геодезических работ, форма 2.5. Журнал бурения скважины, форма 4.12	Журнал производства работ, форма 1.1	Журнал бетонных работ, форма 5.20. Журнал подводного бетонирования, форма 5.22

### 5.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Исходными данными являются: выбранные марки подъемных и транспортных машин, расчетный численно-квалификационный состав комплексной бригады; состав работ, охватываемый технологической картой; нормокомплект инструмента, приспособлений и инвентаря. Количество и виды коллективных и индивидуальных средств защиты принимают из расчета обеспечения безопасного выполнения работ на захватке.

Потребность в материально-технических ресурсах в виде таблиц:

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- машины и технологическое оборудование (таблица 5.3);
- материалы и изделия (таблица 5.4);
- технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления (таблица 5.5).

Кран подбирается по техническим характеристикам для самого тяжелого элемента - пространственного армокаркаса. Определим необходимые параметры.

Монтажная масса:

$$M_M = M_э + M_Г = 4,8 + 0,039 = 4,84 \text{ т,}$$

где  $M_э$  – масса самого тяжелого элемента;

$M_Г$  – масса грузозахватного устройства.

Высота подъема крюка:

$$H_K = h_0 + h_з + h_э + h_Г = 0 + 0,5 + 29 + 2 = 31,5 \text{ м,}$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;  
 $h_з$  – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными элементами и установки его в проектное положение, принимается по технике безопасности;

$h_э$  – высота элемента в положении подъема;

$h_Г$  – высота грузозахватных устройств (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана).

Вылет крюка:

$$L_K = \frac{(b + b_1 + b_2) \cdot (H_c - h_{ш})}{h_Г + h_{п}} + b_3 = \frac{(0,5 + 0,6 + 0,5) \cdot (33,5 - 2)}{2 + 2} + 2 = 14,6 \text{ м,}$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом равный 0,5 м;

$b_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле, м;

$b_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, 0,5 м;

$b_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы равное 2 м;

$h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы равное 2 м;

$H_c$  – минимальное требуемое расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы, определяемое:

$$H_c = H_K + h_n = 31,5 + 2 = 33,5 \text{ м.}$$

Длина стрелы:

$$L_c = \sqrt{(L_K + b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} = \sqrt{(14,6 + 2)^2 + (33,5 - 2)^2} = 35,6 \text{ м.}$$

По результатам расчета принимаем автокран КС-65721-6 “Галичанин”.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						104

Таблица 5.3 – Ведомость потребности в машинах и технологическом оборудовании

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Разработка грунта в скважинах	Буровая установка «Като», модель 30ТНС-5	P=176 кВт	1
	Бульдозер ДТ-54	P=39,7 кВт	1
Транспортировка грунта	Автосамосвал МАЗ 5549	г/п = 8,5 т	4
Погрузочно-разгрузочные работы	Автокран КС-65721-6 «Галичанин»	Q=60 т, H=58,1 м, L=36 м	1
Подача раствора	Насос С-374	-	4
Подача арматурных каркасов	Автокран КС-65721-6 «Галичанин»	Q=60 т, H=58,1 м, L=36 м	1
Сварка арматурных каркасов	Сварочный аппарат ВДУ-501	I=600F, W=53 кВт	1
Транспортировка бетона	Автобетоносмеситель 58147А	V = 10 м <sup>3</sup>	4
Уплотнение бетонной смеси	Вибраторы глубинные ГОСТ 10825-71	-	2
Подача раствора к монолитным трубам	Бадья, чертеж Мостоотряда № 12	-	1

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

Таблица 5.4 – Ведомость потребности в инструментах, инвентаре и приспособлениях

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Установка армокаркасов, бетонолитных труб	Строп 2СК-6,3/2000, ГОСТ 25573-82	Q=6,3 т	3
Подача раствора	Шланги прорезиненные d=50 мм, ГОСТ 10362-73	Длина, м	80
Укладка бетонной смеси в скважины	Комплект бетонолитных труб диаметром 300 мм, чертеж Мостоотряда № 12	V=1,6 м <sup>3</sup>	1
	Бадья, ГОСТ 21807-76	-	1
Проверка геометрических размеров скважины, правильность установки армокаркасов и т.п.	Нивелир, ГОСТ 10528-90	-	1
	Теодолит, ГОСТ 10529-96	-	1
	Метр стальной складной, ГОСТ 7313-75	-	1
	Лопаты стальные строительные, ГОСТ 3620-63	-	1
	Ломы стальные строительные, ГОСТ 1405-72	-	1

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

Таблица 5.5 – Ведомость потребности в материалах и изделиях

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ	Единицы измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на 1 сваю работ
Укладка бетонной смеси в скважины	Бетон класса В40, ГОСТ 26633-2012	м <sup>3</sup>	-	45
Сварка армокаркасов	Сталь арматурная А-500, ГОСТ 34028-2016	т	-	4,68
	Электроды Э50, <a href="#">ГОСТ 9467-75</a>	кг	-	3
Установка армокаркасов	Закладные детали, ГОСТ 5781-82	т	-	0,36
Устройство площадки	Железобетонные плиты инвентарные размером 300×250×16 см, ГОСТ 15466-70	шт.	-	8
	Шпалы, <a href="#">ГОСТ 78-65</a>	шт.	-	8

### 5.1.6 Техника безопасности и охрана труда

1. Площадка, на которой выполняют работы по устройству буронабивных свай, должна быть ограждена, освещена и оборудована предупредительными сигналами и надписями, видимыми в любое время суток.

2. Осмотр или ремонт грейфера должен производиться только тогда, когда он закреплен в нижней части стрелы буровой установки или опущен на площадку.

3. При пуске в ход машины машинист подает сигнал предупреждения.

4. Для перемещения, подъема и установки секции обсадной трубы стропить ее можно только в фиксированных точках - за серьги на фланце. При подъеме секции необходимо удерживать ее от раскачивания и кручения с помощью расчалок.

5. Для подъема секции арматурного каркаса с переводом из горизонтального положения в вертикальное, ее следует стропить согласно разработанным схемам, которые должны исключать возможность самопроизвольного отсоединения, стропа, деформации или излом каркаса.

6. Во время перемещения секций арматурного каркаса, обсадной или бетонолитной труб рабочие должны находиться за пределами опасной зоны. Подход рабочих к секции для заводки ее в скважину или заводки при стыковке разрешается после того, как секции будут располагаться на высоте 20 см над поверхностью площадки или над торцом предыдущей секции.

7. При опускании арматурного каркаса в скважину необходимо следить за тем, чтобы он не зацепился за обсадную трубу.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						107

8. Кран, с помощью которого подают бетонную смесь в бункер, должен быть установлен так, чтобы стрела при подаче бадьи не входила в зону расположения рабочих, занятых на укладке бетонной смеси.

9. Приемный бункер должен быть оснащен рабочими площадками и лестницами с ограждениями.

10. Выгрузка бетонной смеси из бадьи в бункер допускается с высоты не более 1 м.

11. Кроме правил, указанных в пп. [1](#) - [10](#), необходимо выполнять все требования, изложенные в документах в п. 5.1.2.

### 5.1.7 Техничко-экономические показатели

В разделе приводятся:

- калькуляция затрат труда и машинного времени (графическая часть);
- график производства работ (графическая часть);
- технико-экономические показатели (таблица 5.6) на весь объем.

Таблица 5.6 – Техничко-экономические показатели

Наименование	Единица измерения	Кол-во
Объем работ	шт	306
Трудоемкость	чел.-см.	719,1
Выработка на 1-го рабочего в смену	шт	0,43
Продолжительность	дней	102
Число смен	смен	3
Максимальное число рабочих	человек	15

## 6 Организация строительного производства

### 6.1 Характеристика района по месту расположения объекта капитального строительства и условий строительства

Площадка под строительство жилого квартала расположена в г. Москва Московской области. Начало строительства – 01.04.2021.

Москва находится в центре Восточно-Европейской равнины междуречье Оки и Волги, на стыке Смоленско-Московской возвышенности (на западе), Москворецко-Окской равнины (на востоке) и Мещёрской низменности (на юго-востоке).

Климат Москвы - умеренно континентальный, с большой годовой и суточной амплитудой колебаний температуры воздуха. Средняя годовая температура воздуха положительная и составляет +7°C. Самым холодным месяцем в году является январь (-11,8°C), самым жарким является июль (+26,7°C). Абсолютный минимум (-38,1°C), абсолютный максимум (+38,2°C). Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92

									Лист
									108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



составляет  $-26^{\circ}\text{C}$ . Атмосферные осадки выпадают в виде дождя, снега, града, снежной крупы, среднегодовое количество осадков – 57,58 мм.

## 6.2 Оценка развитости транспортной инфраструктуры

Проектируемый участок объекта расположен по адресу: Московская область, г. Москва, в районе Покровское-Стрешнево в 700 м от Волоколамского шоссе.

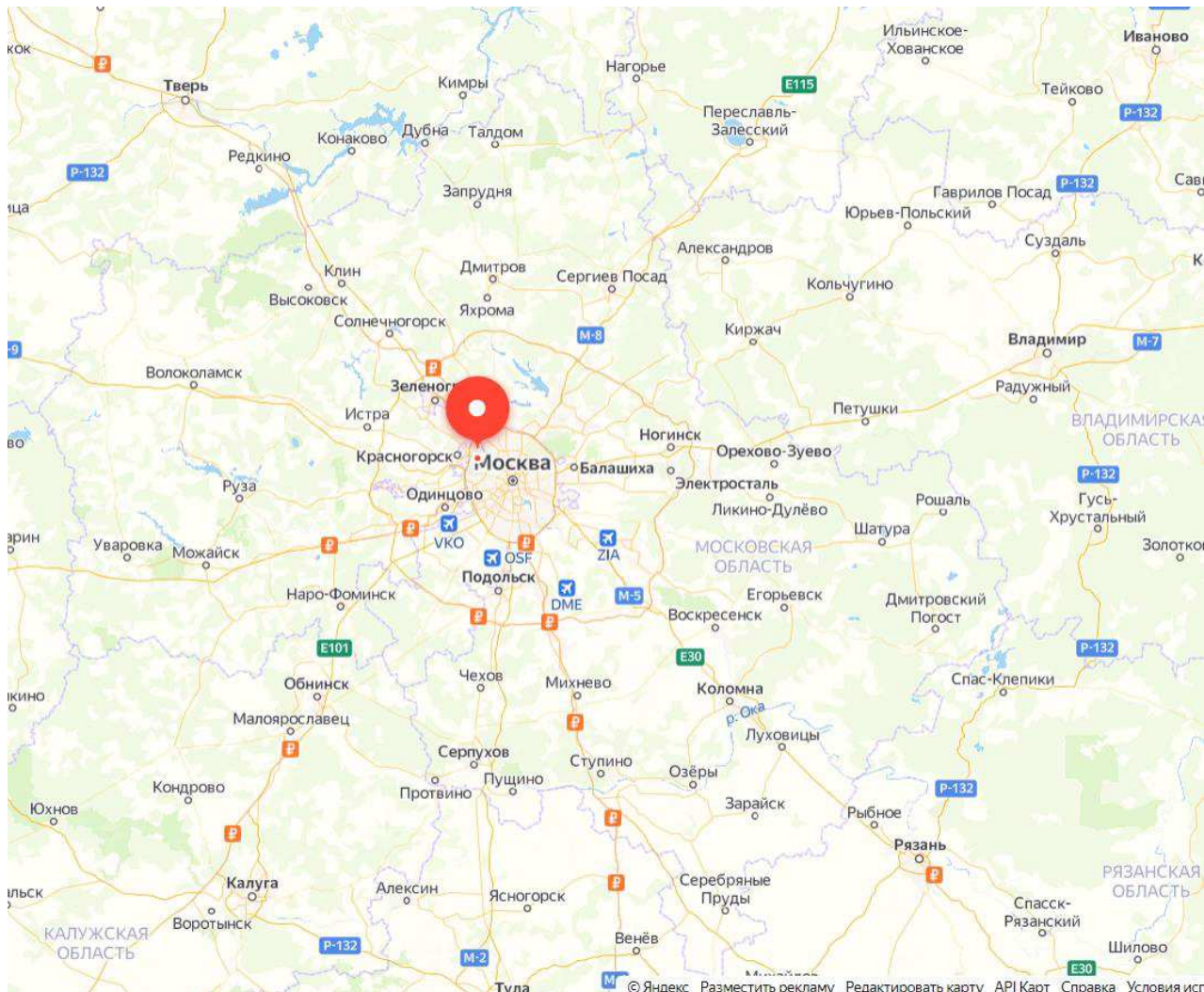


Рисунок 6.1 – Географическое расположение г. Москва

Подъезд к проектируемому участку осуществляется по существующим дорогам.

Для подъезда к стройплощадке не требуются разработка дополнительных дорог и подъездов.

Транспортная связь строительной площадки осуществляется в соответствии со сложившейся транспортной схемой района по существующим автодорогам.

Для организации строительства обеспечение конструкциями, изделиями и строительными материалами предусмотрено централизованно с транспортировкой автомобильным транспортом.

									Лист
									109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

### **6.3 Сведения о возможности использования местной рабочей силы при осуществлении строительства**

Финансирование ведется из средств заказчика.

Выбор подрядной организации для строительства объекта осуществляется заказчиком самостоятельно.

Обеспечение строительства рабочими кадрами производится строительными организациями, участвующими в возведении объекта.

### **6.4 Перечень мероприятий по привлечению для осуществления строительства квалифицированных специалистов, в том числе для выполнения работ вахтовым методом**

Выполнение строительно-монтажных работ вахтовым методом не предусмотрено.

Привлечение квалифицированных специалистов и рабочей силы для строительства объекта осуществляется на условиях, определяемых трудовыми соглашениями строительной организацией, выигравшей тендер.

### **6.5 Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства, обоснование необходимости использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства**

В плане объем проектируемого общественного здания имеет форму правильного шестиугольника площадью 1689 м<sup>2</sup>. Основные входные группы расположены с левого и правого торцов здания. Высота объекта составляет – 14,000 м, а глубина 29,000 м.

Строительство будет осуществляться по адресу г. Москва, Волоколамское шоссе.

Площадь участка достаточна для размещения необходимых временных зданий, складов и оборудования. Размещение проектируемых объектов не требует использования для строительства земельных участков вне земельного участка предоставляемого для строительства объекта капитального строительства.

Въезд на территорию строительной площадки предусматривается со стороны Волоколамского шоссе.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

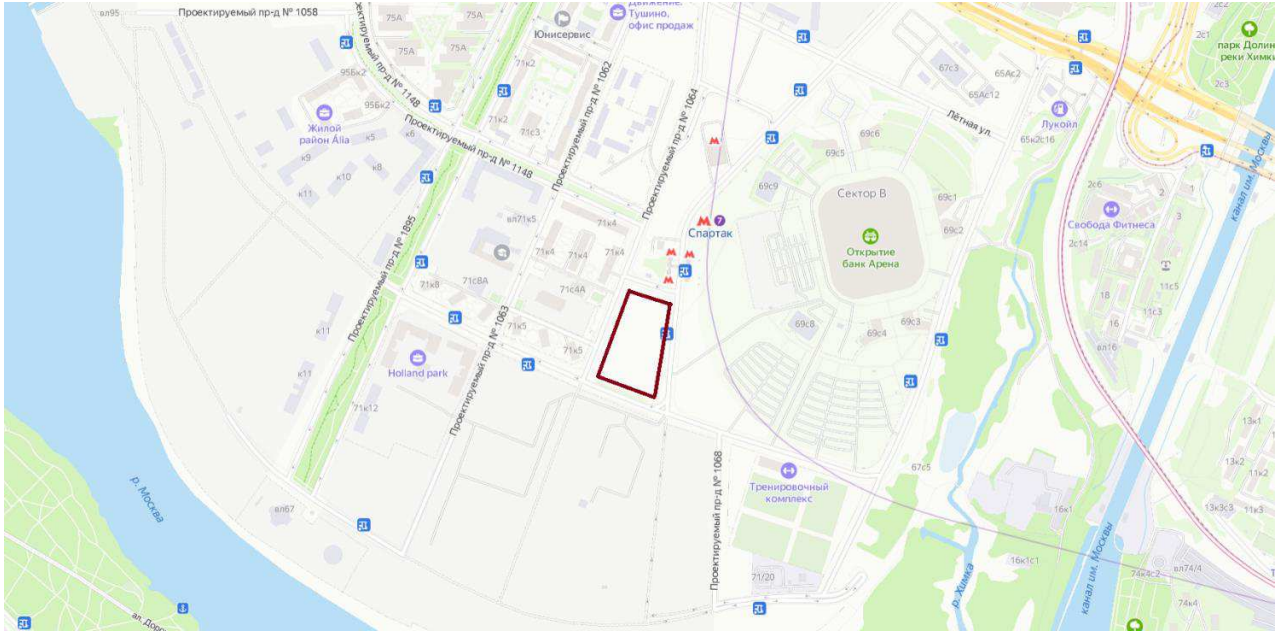


Рисунок 6.2 – Земельный участок строительства

## 6.6 Описание особенности проведения работ в условиях действующих предприятий, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов производственного назначения

Строительные конструкции доставляют к объекту по дороге, площадка для разгрузки материалов располагается в рабочей зоне действия крана.

На строительной площадке осуществляется контроль над содержанием вредных веществ в воздухе, а также уровнем шума и вибрации.

Земляные работы в полосе, ограниченной расстоянием 2 м по обе стороны от трубопровода или кабеля, должны производиться вручную в присутствии представителя эксплуатирующей организации.

При строительстве коммуникаций параллельно действующим коммуникациям, отвал грунта на действующие коммуникации размещать не допускается.

Подземные коммуникации и колодцы, попадающие в зону проведения СМР, должны быть защищены железобетонными плитами в целях предотвращения повреждений коммуникаций и колодцев.

Маршруты движения строительной техники по территории предприятия должны быть согласованы со службой эксплуатации.

										Лист
										111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

## **6.7 Описание особенностей проведения работ в условиях стеснённой городской застройки, в местах расположения подземных коммуникаций, линий электропередачи и связи для объектов непромышленного назначения**

Необходимо принять меры по ограничению вылета крюка крана и угла поворота башни, которые способствуют уменьшению опасной зоны работы крана, что предотвращает возможное падение груза с крюком крана на дорогу и зеленые насаждения.

Принудительное ограничение зоны обслуживания краном может заключаться также в искусственном ограничении размеров и конфигурации опасных зон путем использования координатной защиты, путем использования системы СОЗР.

СОЗР, ограничивает зону перемещения крана, стрелы и груза в вертикальной и горизонтальной проекции в заданных пределах, автоматически блокируя (отключая) соответствующие приводы при попадании груза в зону запрета, а также при угрозе столкновения стрелы или груза с объектами, входящими в зону ограничения.

Принудительно ограничиваются на башенных кранах:

- поворот стрелы;
- вылет.

Система по сигналам датчиков определяет местоположение крана, стрелы, вылета груза и высоты подъема крюковой подвески на строительной площадке и по результатам сравнения с заложенными в "Блок параметров строительной площадки" данными выдает управляющие сигналы на приводы крана.

Размеры рабочих и опасных зон работы монтажного крана приведены на строительном генеральном плане.

## **6.8 Обеспечение принятой организационно-технологической схемы, определяющей последовательности возведения зданий и сооружений, инженерных и транспортных коммуникаций, обеспечивающей соблюдение установленных в календарном плане строительства сроков завершения строительства**

Строительно-монтажные работы выполняются с соблюдением строительных норм, правил, стандартов и технических условий проекта.

Работы выполняются в два периода: подготовительный и основной - в соответствии с [14].

В подготовительный период должны быть выполнены следующие работы:

- сдача-приемка геодезической разбивочной основы для строительства объекта и геодезические разбивочные работы для инженерных сооружений и проездов;

										Лист
										112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

- очистка участка от существующих открытых складских площадок, временных контейнеров, столбов временного освещения, бетонного ограждения, навалов грунта и строительного мусора
- вертикальная планировка территории и устройство проездов, окончательная вертикальная планировка выполняется после прокладки коммуникаций и в период благоустройства территории;
- устройство временных инженерных сетей;
- установку проектируемой ТП;
- устройство временных дорог и площадок с щебёночным покрытием;
- установка временного ограждения;
- размещение временных зданий и сооружений производственного, складского, вспомогательного, санитарно-бытового назначения;
- устройство складских площадок для материалов, конструкций и оборудования;
- обеспечение строительной площадки противопожарным водоснабжением, инвентарем, освещением и средствами сигнализации
- обеспечить круглосуточную охрану объекта.

Временное электроснабжение площадки – от существующих сетей, временное водоснабжение – привозная вода из сетей городского водопровода, канализование – здание контейнерного типа системы "Универсал".

Необходимо обеспечить мероприятия по безопасному выполнению работ: ограждения площадки, предупреждающие и ограничительные знаки по периметру ограждения и на подъездах к стройплощадке. Схему движения автотранспорта по площадке и информационный стенд разместить на въезде. На въездах-выездах с площадки установить мобильный пункт мойки колес.

Строительные бригады должны быть обеспечены аптечками с первичными средствами оказания помощи, медикаментами и перевязочными материалами.

К основным работам по строительству приступить только после выполнения работ подготовительного периода.

В основной период осуществляется строительство здания комплекса сервисных услуг, благоустройство в технологической последовательности в соответствии с календарным планом, осуществляя обоснованное совмещение отдельных видов работ.

Для подключения электроинструментов подвести временные переносные розетки с соблюдением правил производства работ с электроинструментом.

Работы устройству конструкций вести в соответствии с требованиями [13], [14], [15] и по указаниям в проекте.

Монтаж и разгрузку конструкций производить автокраном КС-65721-6 "Галичанин" и вручную.

Доставку бетонного раствора производить в готовом виде спецтехникой.

Подачу раствора бетона производить при помощи бетононасоса, а также подручными средствами, применяя лебёдку.

Специальные работы, сантехнические и электромонтажные, осуществить в увязке с общестроительными и отделочными работами.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



По завершению отдельных этапов работ следует своевременно освобождать площадку от временных зданий и сооружений и отключение временных инженерных сетей.

Демонтаж строительных машин и механизмов произвести после окончания основных строительно-монтажных работ по объекту.

После освобождения площадки от временных зданий и сооружений и отключений временных сетей, приступить к выполнению работ по озеленению территории, восстановлению зеленой зоны и установке малых форм.

## **6.9 Перечень видов строительных и монтажных работ, ответственных конструкций, участков сетей инженерно-технологического обеспечения, подлежит освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки перед производством последующих работ и устройством последующих конструкций**

Скрытые работы подлежат освидетельствованию с составлением актов по форме, установленных [14].

Акт освидетельствования скрытых работ должен составляться на завершённый процесс, выполненный самостоятельным подразделением исполнителей.

Освидетельствование скрытых работ и составление акта в случаях, когда последующие работы должны начинаться после перерыва, следует производить непосредственно перед производством последующих работ.

Запрещается выполнение последующих работ при отсутствии актов освидетельствования предшествующих скрытых работ во всех случаях.

Ответственные конструкции по мере их готовности подлежат приемке в процессе строительства (с участием представителя проектной организации или авторского надзора) с составлением акта промежуточной приемки этих конструкций по форме, установленной [14].

Перечень возможных актов освидетельствования скрытых работ, конструкций, участков сетей, исполнительных геодезических схем, исполнительных чертежей, документов испытаний по предъявляемым технологическим этапам проверок или в целом по объекту:

Подготовительный период:

– акты освидетельствования предусмотренных проектом инженерных мероприятий (в соответствии со стройгенпланом), ограждения территории, геодезической разбивки, по устройству временных дорог, сетей инженерного обеспечения, водоотведению и других работ.

– акт освидетельствования водоотвода и дренажей;

– исполнительные рабочие чертежи проекта;

– исполнительные геодезические схемы.

Основной период:

– исполнительные геодезические схемы котлованов;

									Лист
									114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

- акт освидетельствования грунтов оснований;
- акт освидетельствования земляных работ;
- обратные засыпки (при наличии указаний в рабочем проекте);
- исполнительные геодезические схемы и продольные профили подземных сетей инженерно-технического обеспечения;
- устройство вертикальных дрен и всех видов дренажей и дренажных завес;
- все виды арматурных работ при дальнейшем бетонировании конструкций, сварке арматурных соединений, а также установка закладных частей и деталей, анкеров;
- акты освидетельствования опалубки монолитных железобетонных конструкций здания (стен, пилонов, перекрытий, лестничных площадок, монтажных стыков, узлов и т.д.);
- устройство наружных ограждающих конструкций стен;
- подготовка поверхностей (огрунтовка, стяжка, выравнивающий, подстилающий слой);
- утепление наружных ограждающих конструкций;
- устройство гидроизоляции, пароизоляции, звукоизоляции, теплоизоляции;
- внутренних конструкций стен, пола, санитарных узлов;
- заделки лестничных маршей и площадок, козырьков, карнизных плит;
- швы примыкания оконных и дверных блоков, крепления, конопатки и изоляции перегородок оконных и дверных блоков;
- акты освидетельствования несущих конструкций;
- монтаж и крепление лестничных маршей;
- устройство рулонного кровельного покрытия (акт составляется на каждый слой);
- мониторинг осадок зданий и сооружений в процессе строительства;
- акт освидетельствования воздухопроницаемости ограждающих конструкций;
- акты испытаний строительных конструкций в случаях, предусмотренных проектной документацией и требованиями технических регламентов (норм и правил). Протоколы испытаний контрольных образцов бетона на прочность;
- исполнительные геодезические схемы (в плане и по высоте) по элементам, конструкциям и частям зданий и сооружений;
- исполнительные рабочие чертежи проекта.

## **6.10 Технологическая последовательность работ при возведении объектов капитального строительства или их отдельных элементов**

К строительным работам генподрядчик приступает при наличии утвержденного проекта производства работ (ППР). Перед началом выполнения

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

строительно-монтажных работ необходимо оформить акт-допуск по форме [16, прил. В].

Строительство проектируемых объектов относится к объектам средней сложности. Все основные строительные работы не имеют неосвоенной технологии и должны выполняться согласно действующим нормам и правилам по существующим технологическим картам после полного обустройства строительной площадки. Выбор схемы движения строительных машин и организация ограждений рабочих мест осуществляется на стадии ППР, с оснащением строительной площадки необходимыми временными дорожными знаками.

На стадии подготовки площадки к строительству должна быть создана геодезическая разбивочная основа, служащая для планового и высотного обоснования при выносе проекта на местность, а также для геодезического обеспечения на всех стадиях строительства. Разбивку строительной сетки на местности начинают с выноса в натуру исходного направления, для чего используют имеющуюся на площадке (или вблизи от нее) геодезическую сеть. Разбив строительную сетку, ее закрепляют в местах пересечения постоянными знаками с плановой точкой. Детальные геодезические построения должны заключаться в построении установочных рисков, фиксирующих плановое и высотное проектное положение несущих элементов. При производстве детальных геодезических построений обязательно должны быть выполнены контрольные измерения, обеспечивающие надежную оценку точности устройства конструкций в соответствии со [17]. В процессе строительства необходимо следить за сохранностью и устойчивостью знаков геодезической разбивочной основы.

### **Земляные работы**

Перед началом производства земляных работ необходимо вызвать представителей инженерных коммуникаций с целью определения фактического расположения сетей. В случае обнаружения в процессе производства земляных работ неуказанных в проекте коммуникаций, подземных сооружений или взрывоопасных материалов земляные работы должны быть приостановлены до получения разрешения соответствующих органов.

Производство земляных работ разрешается только после выполнения геодезических разбивочных работ по выносу в натуру проекта земляных сооружений и постановки соответствующих разбивочных знаков.

Производство земляных работ в охранной зоне действующих коммуникаций осуществляется по наряду-допуску, под непосредственным наблюдением руководителя работ, а в охранной зоне кабелей, находящихся под напряжением, в присутствии работников, эксплуатирующих эти коммуникации. Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций допускается только при помощи лопат, без использования ударных инструментов.

Производство работ и контроль вести в строгом соответствии с требованиями [13].

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для выполнения строительно-монтажных работ предполагается использовать автомобильный кран. Находящийся в работе кран должен быть снабжен табличкой с обозначением регистрационного номера, паспортной грузоподъемности и даты следующего и полного освидетельствования. Работа крана производится только при наличии ППР и должна производиться только после получения разрешения на работу крана от органов Ростехнадзора России и от инспекции Госархстройнадзора – на выполнение строительно-монтажных работ. Работа крана без разрешения, полученного в установленном порядке, запрещена.

Монтажный кран и грузоподъемные механизмы следует устанавливать в соответствии со стройгенпланом проекта производства работ (ППР).

Кран перед эксплуатацией должен быть освидетельствован и испытан, должен быть составлен акт в соответствии с требованиями правил Госгортехнадзора «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Крюки крана и грузозахватных приспособлений должны иметь предохранительные замыкающие устройства. На специальных стендах должны быть вывешены типовые схемы строповки основных деталей, разработанные проектом производства работ, а также указан состав стропальщиков и лиц, ответственных за перемещение грузов.

При работе все сигналы машинисту крана должны подаваться только одним лицом - бригадиром монтажной бригады, звеньевым или такелажником-стропальщиком с жёлтой повязкой на левой руке и в каске оранжевого цвета. Машинист крана должен быть информирован о том, чьим командам он подчиняется. Сигнал «Стоп» подается любым работником, заметившим явную опасность. Между крановщиком, такелажником и монтажниками должна быть устроена надежная радио- или громкоговорящая связь, или же организована сигнализация флажками. Использование дополнительных промежуточных сигнальщиков для передачи сигналов машинисту не допускается.

#### **Монолитные бетонные и железобетонные конструкции**

Данные конструкции выполняются согласно [17]. Перед укладкой бетонной смеси необходимо проверить и принять закрываемое основание, правильность установки и надлежащее закрепление опалубки и поддерживающих её конструкций, готовность к работе всех средств механизации укладки бетонной смеси. В пределах сменной захватки бетонирование следует производить без перерыва. Укладку бетона необходимо вести методом непрерывного бетонирования, с обязательным виброуплотнением смеси. На время перерывов при укладке поверхность бетона необходимо защищать от загрязнений, атмосферных осадков и замерзания. При этом не допускается опирание вибраторов на арматуру и закладные изделия, тязи и другие элементы крепления опалубки. Уплотнение бетонной смеси в фундаментах производить поверхностными вибраторами. Перекрытие предыдущего слоя бетона последующим должно быть выполнено до начала схватывания бетона в предыдущем слое. Время выдерживания бетонной смеси и распалубки конструкций должно назначаться в ППР. При устройстве

										Лист
										117
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

монолитных конструкций рекомендуется применять сборно-разборную инвентарную щитовую опалубку.

Мероприятия по уходу за бетоном в период набора прочности, порядок и сроки их проведения, контроль, за выполнением этих мероприятий необходимо осуществлять в соответствии с требованиями [17].

### **Сварочные работы**

Следует производить по утвержденному проекту производства сварочных работ или другой технологической документации. Сварку и прихватку должны выполнять электросварщики, имеющие удостоверение на право производства сварочных работ, выданное в соответствии с утвержденными Правилами аттестации сварщиков.

### **Электроснабжение**

Работы и подключение к существующим сетям выполняется на основании технических условий. При необходимости отключения существующих сетей, точное время и продолжительность отключения определяется в ППР, исходя из фактического наличия материалов, оборудования, машин, механизмов и специалистов, занятых в строительстве.

### **Монтаж строительных конструкций**

Следует производить по существующим технологическим картам и утверждённому ППР, увязанному с выполнением предшествующих и последующих после монтажа работ.

При монтаже конструкций необходимо обеспечить:

– устойчивость и неизменяемость смонтированной части конструкций сооружения на всех стадиях монтажа;

– устойчивость и прочность конструкций при монтажных нагрузках.

Для монтажа конструкций предусмотрено использовать типовую монтажную оснастку, позволяющую осуществлять подъём, временное крепление и выверку. Все монтажные операции (раскладка, разметка, строповка, подъём, установка и закрепление) выполнять по типовым технологическим картам в соответствии с ППР.

Не допускается нахождение людей под монтируемыми элементами конструкций и оборудования до установки их в проектное положение.

Расстроповку элементов конструкций и оборудования, установленных в проектное положение, следует производить после постоянного или временного их закрепления согласно проекту. Перемещать установленные элементы конструкций или оборудования после их расстроповки, за исключением случаев использования монтажной оснастки, предусмотренных ППР, не допускается.

### **Погрузочно-разгрузочные работы**

Производить в соответствии с требованиями [18].

При разгрузке элементов такелажник обязан сойти с транспортных средств сразу же после натяжения строп. При этом команду крановщику на подъём элемента он подаёт, стоя на земле на безопасном расстоянии от транспортных средств.

Стропальщики (такелажники) перед началом работы обязаны:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					118



– изучить схемы строповки монтируемых строительных деталей и других поднимаемых в процессе работы грузов и в дальнейшем применять в каждом случае соответствующее грузозахватное приспособление;

– проверить исправность грузозахватных приспособлений, тары и наличие на них указаний собственной массы и предельной массы груза, для транспортировки которого они предназначены;

– проверить освещение рабочего места. При недостаточном освещении доложить об этом лицу, ответственному за безопасное перемещение грузов кранами.

Перед каждой операцией по подъёму и перемещению груза стропальщик должен лично подавать соответствующий сигнал машинисту крана или сигнальщику, а сам должен выходить из опасной зоны. Затем следует проверить правильность строповки: при необходимости перестроповки груз должен быть опущен.

После завершения строительства на территории должен быть убран строительный мусор, ликвидированы ненужные выемки и насыпи и проведено благоустройство территории.

#### **Сбор производственных отходов, строительного и бытового мусора**

На строительной площадке предусматривается в строго отведенных местах, указанных подрядчиком при разработке ППР. Вывозка осуществляется автотранспортом по мере накопления в соответствии с требованиями действующих санитарных норм.

#### **Журнал производства работ**

С момента начала работ до их завершения Подрядчик должен вести журнал производства работ. В журнале отражается ход и качество работ, а также все факты и обстоятельства, имеющие значение в производственных отношениях Заказчика и Подрядчика (дата начала и окончания работ, дата предоставления материалов, услуг, сообщения о принятии работ, задержках, связанных с несвоевременной поставкой материалов, выхода из строя строительной техники, мнение Заказчика по частным вопросам, а также все то, что может повлиять на окончательный срок завершения работ).

Основные физические объёмы строительно-монтажных работ и расход строительных материалов приведены в сметной документации.

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						119
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 6.11 Обоснования потребности строительства в кадрах, основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, в топливе и горюче-смазочных материалах, а также в электроэнергии, паре, воде, временных зданиях и сооружениях.

### 6.11.1 Потребность в трудовых ресурсах

Таблица 6.1 – Ведомость потребности в работающих

Категория работающих	Удельный процент работающих, %	Численность работающих, чел.	Из них занятых в наиболее многочисленную смену	
			% от общего числа	Всего, чел.
Рабочие	84,5	27	70	19
ИТР	11	4	80	3
Служащие	3,2	1	80	1
МОП и охрана	1,3	1	80	1
Всего	100	33	-	24

### 6.11.2 Потребность во временных зданиях и сооружениях

Таблица 6.2 – Потребность во временных инвентарных зданиях

Наименование помещения	Кол-во чел.	Площадь, м <sup>2</sup>		Принятый тип бытового помещения	Площадь помещения, м <sup>2</sup>		Кол-во зданий
		Нормативный показатель S <sub>н</sub>	Расчетная		Одного	Всех	
Гардеробная	33	1	33	ГК-10	28	56	2
Сушилка	27	0,2	5,4	ВС-8	20	20	1
Помещение для обогрева и кратковременного отдыха	27	0,1	2,7				
Столовая	33	0,6	19,8	ВС-12 2,8x9,1x3,8	19,8	19,8	1
Душевая	33	0,43	14,19	ВД-1	32,5	32,5	1
Умывальная	33	0,2	6,6				
Туалет	33	-	4,6	5055-27А	20,5	20,5	1
Медпункт	33	20 м <sup>2</sup> на 30 чел.	20	Медпункт 3x9x2,9	24,3	24,3	1
Прорабская	6	24 на 5 чел.	24	Контора 3x10x3 (9 рабочих мест)	30	30	1

### 6.11.3 Потребность в электроснабжении строительной площадки

Таблица 6.3 – Потребность в электроэнергии

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коэф. спроса	Требуемая мощность, кВт
Сварочный аппарат	шт.	4	20	0,35	28
Установка для приема раствора	шт.	4	1,8	0,5	3,6
Внутреннее освещение	м <sup>2</sup>	4386,5	0,015	1	65,79
Наружное освещение	м <sup>2</sup>	24546	0,0002	0,8	3,9
Итого:					101,29

Данную потребность в мощности покрывает трансформаторная подстанция КТП СКБ Мосстрой 120 кВА.

### 6.11.4 Временное водоснабжение

Временное водоснабжение и канализация на строительстве предназначены для обеспечения производственных, хозяйственных и противопожарных нужд.

Суммарный расчетный расход воды  $Q_{\text{общ}}$ , л/с, равен:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{расч}} + Q_{\text{пож}},$$

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

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

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

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{Н}} \cdot \frac{q_{\text{п}} \cdot \Pi_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{3600 \cdot t} = 1,2 \cdot \frac{500 \cdot 3 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,094 \text{ л/с},$$

где  $K_{\text{Н}}$  - коэффициент на неучтенный расход воды;

$q_{\text{п}}$  – расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытьё машин и т.д.);

$\Pi_{\text{п}}$  - число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t$  - число часов в смене.

Расход воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с, равен:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{х}} \cdot N \cdot k}{3600 \cdot t_1} + \frac{q_{\text{д}} \cdot N_{\text{д}}}{60 \cdot t_2} = \frac{15 \cdot 50 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 41}{60 \cdot 45} = 0,438 \text{ л/с},$$

где  $q_{\text{х}}$  - удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности;

$N$  – численность работающих в наиболее загруженную смену;

$k$  - коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$q_{\text{д}}$  – расход воды на приём душа одним работающим;

						Лист
						121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

$N_d$  - численность пользующихся душем;

$t_1$  - число часов в смене;

$t_2$  - продолжительность использования душевой установки.

Расход воды для противопожарных целей определяют из расчета одновременного действия двух гидрантов по 5 л/с на каждый:

$$Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с.}$$

Так как расход воды на пожарные нужды превышает суммарный расход на производственные и хозяйственно-бытовые цели, то принимаем

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с.}$$

Требуемый диаметр временного водопровода:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{3,14 \cdot v}} = 24 \text{ мм,}$$

где  $v$  - скорость движения воды по трубам, м/с.

Принимаем диаметр трубы временного водопровода 50 мм.

### 6.11.5 Расчёт потребности в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене

Потребность в сжатом воздухе, м<sup>3</sup>/мин, определяются по формуле:

$$Q = 1,1 \cdot \sum k \cdot q \cdot n,$$

где  $q$  - расход сжатого воздуха соответствующими механизмами, м<sup>3</sup>/мин;

$k$  - коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов;

$n$  - число однородных механизмов.

Таблица 6.4 – Расчет сжатого воздуха

Наименование потребителей	Количество	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин
Сварочный аппарат	2	0,6
Электрокраскопульт	5	1,6
Оштукатуривание поверхностей	5	1
Накачка шин	2	0,06
Переносная мойка	2	0,09
Итого:		14,5

$$Q = 1,1 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 14,36 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Кислород и ацетилен поставляют в стальных баллонах и хранят в закрытых складах.

## 6.11.6 Определение потребности в основных строительных машинах и механизмах

### Подбор монтажного крана

Подбор монтажного крана приведен в пункте 5.1.5

### Определение зон влияния крана

Граница зоны обслуживания автомобильного крана определяется максимальным требуемым вылетом крюка  $R_p = 30$  м.

Величину границы опасной зоны в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными кранами, принимают от крайней точки горизонтальной проекции наружного габаритного размера перемещаемого груза с прибавлением наибольшего габаритного размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлёта груза при его падении.

Величину границы опасной зоны в местах перемещения груза башенным краном для балки длиной 10 м, перемещаемой на высоте 16 м, определяем по формуле:

$$R_{оп} = R_p + 0,5 \cdot B_r + L_r + X = 30 + 0,5 \cdot 0,45 + 10 + 7 = 47,2 \text{ м},$$

где  $R_p$  - максимальный требуемый вылет крюка крана, м;

$B_r$  - наименьший габарит перемещаемого груза, м;

$L_r$  - наибольший габарит перемещаемого груза, м;

$X$  - минимальное расстояние отлета груза, м.

Величину границы монтажной зоны вблизи строящегося здания для балки длиной 27 м, размещаемой на высоте 14 м, определяем по формуле:

$$R_{монт} = L_r + X = 10 + 5 = 15 \text{ м},$$

где  $L_r$  - наибольший габарит перемещаемого груза, м;

$X$  - минимальное расстояние отлета груза, м.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
						123
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## Потребность в машинах и технологическом оборудовании

Таблица 6.5 – Ведомость потребности в машинах и технологическом оборудовании

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Разработка грунта в скважинах	Буровая установка «Като», модель 30ТНС-5	P=176 кВт	3
	Бульдозер ДТ-54	P=39,7 кВт	3
Транспортировка грунта	Автосамосвал МАЗ 5549	г/п = 8,5 т	4
Погрузочно-разгрузочные работы	Автокран КС-65721-6 «Галичанин»	Q=60 т, Н=58,1 м, L=36 м	1
Подача раствора	Насос С-885	-	4
Подача арматурных каркасов	Автокран КС-65721-6 «Галичанин»	Q=60 т, Н=58,1 м, L=36 м	1
Сварка арматурных каркасов	Сварочный аппарат ВДУ-501	I=600F, W=53 кВт	2
Транспортировка бетона	Автобетономеситель 58147А	V = 10 м <sup>3</sup>	4
Подача бетона	Автобетононасос АБН-47	V = 10 м <sup>3</sup> /ч	1
Разработка грунта в котловане	Экскаватор Hitachi ZX350LC-5	Емкость ковша грейфера 1,55 м <sup>3</sup>	2

### 6.12 Обоснование размеров и оснащения площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки. Решения по перемещению тяжеловесного негабаритного оборудования, укрупненных модулей и строительных конструкций

Необходимый запас материалов на складе определяется по формуле:

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $P_{\text{общ}}$  - количество материалов, деталей и конструкций, необходимых для выполнения работ в расчетный период, принимаемое по ведомости потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях;

$T$  - продолжительность расчетного периода по календарному плану, дн.;

$T_{\text{н}}$  - норма запаса материала, дн.;

$K_1$  - коэффициент учёта неравномерности поставки материала на склад, зависящий от вида транспорта;

$K_2$  - коэффициент учёта неравномерности потребления материала.

						Лист
					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		124

Полезную площадь склада определяют по формуле:

$$F = P_{\text{скл}}/V.$$

Общую площадь склада определяют по формуле:

$$S = F/\beta.$$

Таблица 6.6 – Расчет площадей складов

Наименование материала	Ед. изм.	T	P <sub>общ</sub>	K <sub>1</sub> , K <sub>2</sub>	T <sub>н</sub>	P <sub>скл</sub>	V	β	F	S
Арматурная сталь(открытый)	т	101	457	1,1; 1,3	10	64,7	2,2	0,6	29,4	49
Кирпич(открытый)	м <sup>3</sup>	66	1203,7	1,1; 1,3	5	130,4	0,75	0,6	173,9	290
Металлические конструкции(навес)	т	152	1274,6	1,1; 1,3	5	59,96	1	0,6	59,96	100
Лестничные марши(открытый)	шт.	11	20	1,1; 1,3	10	26	0,8	0,6	32,5	55
Опалубка(открытый)	м <sup>2</sup>	101	34636	1,1; 1,3	10	4904,4	40	0,6	122,6	205

### 6.13 Предложения по обеспечению контролю качества строительных и монтажных работ, а также поставляемых на площадку и монтируемых оборудования, конструкций и материалов

Обеспечение качества строительно-монтажных работ достигается систематическим контролем выполнения каждого производственного процесса. Производственный контроль качества строительства включает:

- входной контроль проектно-сметной документации, конструкций, изделий, материалов;
- операционный контроль отдельных строительных процессов или производственных операций;
- приёмочный контроль строительно-монтажных работ;
- инспекционный контроль - выборочная проверка качества объектов и их частей.

По результатам производственного контроля качества СМР должны разрабатываться мероприятия по устранению выявленных дефектов. При контроле и приёмке работ проверяются:

- соответствие применяемых материалов, изделий и конструкций требованиям проекта, ГОСТ, СНиП, ТУ;
- соответствие состава и объёма выполненных работ проекту;
- степень соответствия контролируемых физико-механических, геометрических и других показателей требованиям проекта;
- своевременность и правильность оформления документации;
- устранение недостатков, отмеченных в журналах работ в ходе контроля и надзора за выполнением СМР.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						125

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

Пригодность новой продукции для применения в проектировании и строительстве подтверждается техническим свидетельством, которое выдается с учетом обязательных требований строительных, санитарных, пожарных, промышленных, экологических, а также других норм безопасности, утвержденных в соответствии с законодательством.

Подрядные организации проводят внутренний (оперативный) контроль, который необходимо проводить в процессе всего производства строительного-монтажных работ.

Кроме этого, в процессе строительства должен осуществляться внешний контроль (заказчиком) - технический надзор, а также авторский надзор, осуществляемый проектной организацией в соответствии с СП 11-110-99 «Авторский надзор за строительством зданий и сооружений» [19], одобренным постановлением Правительства РФ № 44 от 10.06.99 года. Все замечания фиксируются в журнале авторского надзора. В специальном разделе журнала устанавливаются мероприятия по устранению обнаруженных дефектов с указанием сроков их устранения.

Геодезический инструментальный контроль осуществляется в соответствии СП 126.13330.2017 «Геодезические работы в строительстве» [17].

Операционный контроль осуществляется преимущественно измерительным методом или техническим осмотром по ГОСТ 16504-81 [20]. При этом подрядчик проверяет:

- соответствие последовательности и состава выполняемых технологических операций проектной, технологической и нормативной документации;
- соблюдение технологических режимов, установленных технологическими картами и регламентами;
- соответствие качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативной документации.

Места выполнения контрольных операций, их частота, исполнители, методы и средства измерения, формы записи результатов, порядок принятия решений при выявлении несоответствий требованиям должны соответствовать проектной, технологической и нормативной документации.

Лицо, осуществляющее строительные-монтажные работы, выполняет:

- Приёмку вынесенной в натуру геодезической разбивочной основы для строительства, произведенной заказчиком;
- входной контроль применяемых материалов, конструкций, изделий;
- операционный контроль в процессе выполнения и по завершению операций;
- оценку соответствия выполненных работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ (контроль «скрытых» работ).

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						126

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

### **6.13 Обоснование потребности в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве**

Строительство зданий будет осуществляться с привлечением местных специализированных строительно-монтажных организаций. В связи с чем нет необходимости в предоставлении жилья на период строительства.

### **6.14 Обоснование принятой продолжительности строительства объекта капитального строительства и его отдельных этапов**

Ввиду отсутствия прямых норм продолжительности строительства для подземной лаборатории в СНиП 1.04.03-85, следует, что нормативную продолжительность не определить.

Расчётная (плановая) продолжительность строительства, согласно календарному графику (см. графическую часть), **составляет 566 дней.**

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						127
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

## 7 Экономика строительства

### 7.1 Социально-экономическое обоснование

Объектом строительства является 5-ти этажная подземная лаборатория в городе Москва.

2021 год в России был объявлен годом науки и технологий. Одним из национальных приоритетов последних лет стала задача вывести страну в топ-10 мировых лидеров по уровню научных исследований и разработок.

Основные типы лабораторий:

- 1) Клиническая;
- 2) Биологическая;
- 3) Химическая;
- 4) Физическая;
- 5) Аналитическая;
- 6) Производственная;
- 7) Лаборатория исследований и разработок.

Биологическая лаборатория – это лаборатория, которая работает с биологическими образцами, но она, в отличие от клинической лаборатории, ориентирована не только на применение в медицине, поскольку образцы могут происходить от любого вида живых существ. Биологическая лаборатория ставит перед собой, как правило, цель определить структуру живых существ, идентифицировать из чего они состоят и как эти компоненты связаны друг с другом путем анализа образцов биологического происхождения от клеточного до системного уровней.

Также, в современных реалиях, когда появился и могут появиться новые вирусы, которые способны заразить всю планету, биологические лаборатории по изучению вирусов и созданию вакцин крайне необходимы.

Наиболее распространенные типы биологических лабораторий:

- 1) Лаборатория микробиологии;
- 2) Лаборатория молекулярной биологии;
- 3) Лаборатория генетики.

Развитие науки стимулирует долгосрочный экономический рост, производительность и повышение уровня жизни. В то же время появление и распространение новых идей, продуктов и производственных технологий в экономике означает исчезновение одних видов экономической деятельности и появление других.

Исторически этот процесс приводил к созданию новых рабочих мест. Это происходит по мере того, как новые отрасли заменяют старые, а рабочие адаптируют свои навыки к изменяющемуся и расширяющемуся спросу.

В последние 20 лет наблюдается снижение численности персонала, занятого научными исследованиями и разработками не только в России, но и в мире. Такие исследования предполагают анализ сложившейся ситуации, уточнение существующих проблем и нахождение способов их решения. Научные исследования являются толчком для развития и рождения чего-то

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					128

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

нового, другими словами наука – это двигатель прогресса, благодаря ей улучшается качество жизни и достигается экономический рост.



Рисунок 7.1 – Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по данным Росстата, чел.

Из графика на рисунке 7.1 ярко видно снижение численности научных работников, закрытие большинства научных лабораторий и заморозка перспективных проектов. В связи с этим стоит цель по привлечению новых кадров в данную сферу и открытия новых лабораторий.

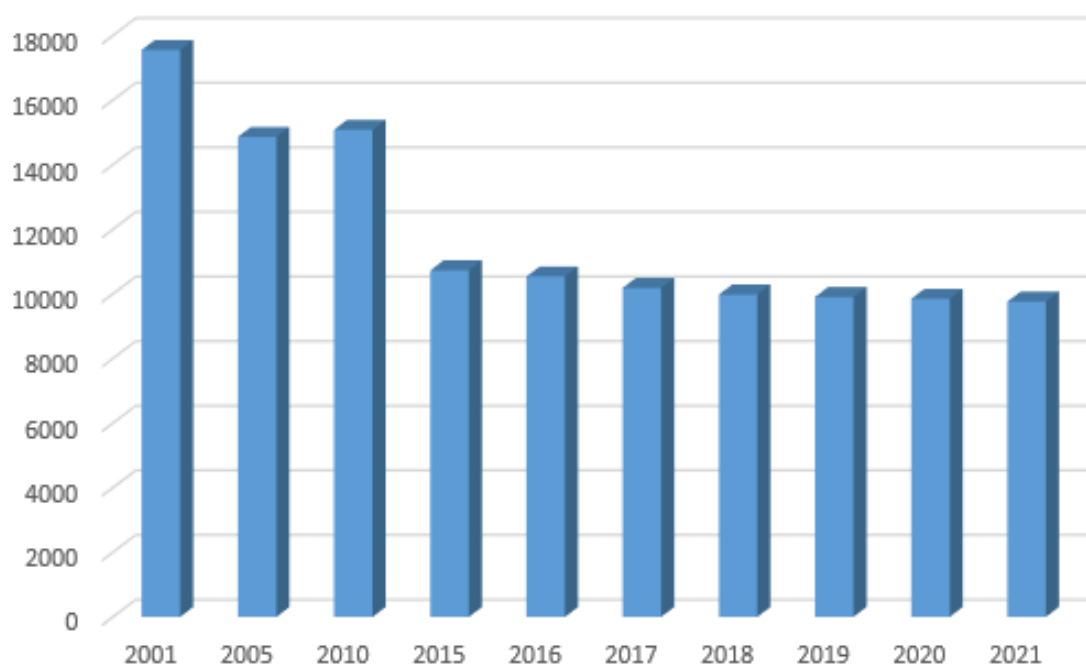


Рисунок 7.2 – Динамика числа лабораторий в системе Минздрава России, шт.

На рисунке 7.2 представлена динамика числа лабораторий в системе Минздрава России с 2001 по 2021 года. Число лабораторий неуклонно падает и с 2001 года сократилось в 1,7 раз.



Аналогичная ситуация с динамикой численности специалистов в лабораторной службе с 2001 по 2021 года, численность сократилась в 3,5 раза.



Рисунок 7.3 – Динамика численности специалистов в лабораторной службе, чел.

Москва – столица России, город федерального значения, административный центр Центрального округа и центр Московской области. Крупнейший по численности населения город России - 12 635 466 человек (2022), самый населенный из городов, полностью расположенных в Европе. Лучший мегаполис мира по качеству жизни и развитию инфраструктуры. В Москве сосредоточено большое количество университетов мирового уровня, люди со всей страны и мира приезжают получать высококвалифицированное образование именно в этот город. В связи с этим, на базе университетов и не только, стоит задача по привлечению молодых ученых в данную отрасль и создание новых научно-исследовательских лабораторий.

Объект строительства – 5-ти этажная подземная лаборатория, которая располагается с 5 по 9 подземные этажи. Во избежание потерь в полезной площади, на первых трех подземных этажах будет располагаться подземный паркинг, а на первом надземном этаже помещения кафе и обеденный зал под красивой светопрозрачной шестиугольной пирамидой на втором этаже. Таким образом, здание позволяет выполнять не только важнейшую научную деятельность, но и также носит социально-досуговый характер.

Необходимость в подземном паркинге и кафе также обусловлена районом строительства(см. рис. 6.4). Здание находится в 700 метрах от Волоколамского шоссе. Возле проектируемого здания располагается стадион “Открытие банк Арена”, метро “Спартак”, автобусные остановки, Москва река и развивающийся район с множеством новых жилых комплексов, школ и детских садов. Район сравнительно новый, развивающийся и в скором будущем станет привлекательным не только для старшего, но и молодого, амбициозного поколения.

										Лист
										130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

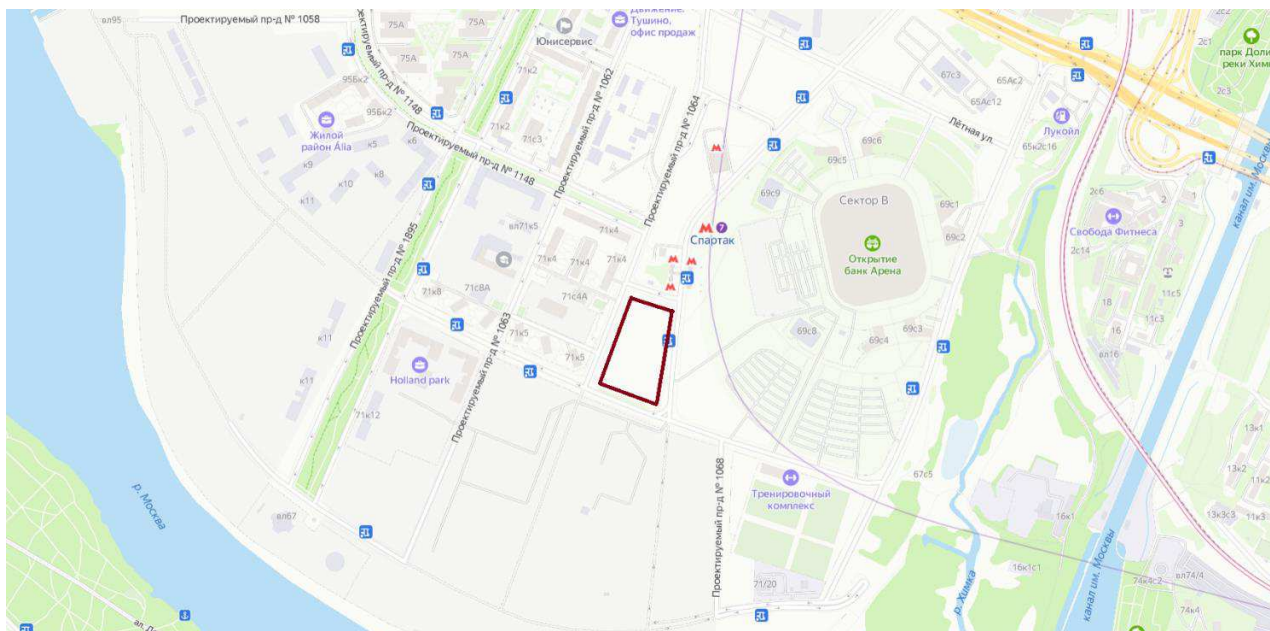


Рисунок 7.4 – Местоположение подземной лаборатории

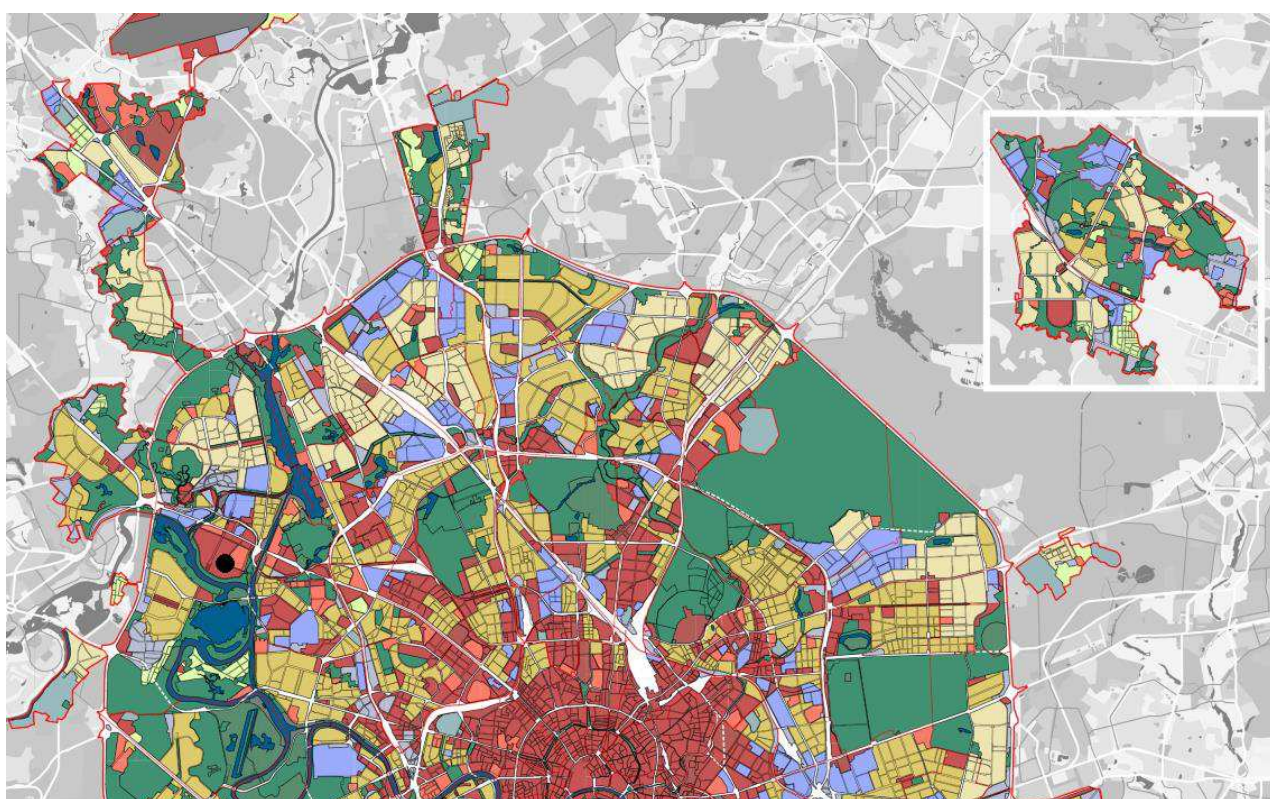


Рисунок 7.5 – Фрагмент карты градостроительного зонирования г. Москва (черной точкой обозначено место строительства)

**Вывод:**

- 1) Присутствует острая необходимость в развитии научно-исследовательского и научно-образовательного сектора;
- 2) Необходимость развития системы профориентационной деятельности в области биологических исследований;
- 3) Необходимость в создании новых рабочих мест и привлечении молодых специалистов;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						131

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

4) Национальный приоритет в выводе страны в топ-10 стран в мире по уровню научных исследований и разработок.

## 7.2 Сопоставление и анализ структуры локального сметного расчета на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями

В ходе дипломного проектирования был составлен локальный сметный расчет (далее ЛСР) на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями на основании разработанной технологической карты. Локальный сметный расчет представлен в приложении В.

Для составления ЛСР были использованы Федеральные Единичные расценки (ФЕР-2020) на строительные и монтажные работы.

При составлении сметной документации был использован базисно-индексный метод, сущность которого заключается в том, что сметная стоимость определяется в базисных ценах на основе единичных расценок, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов изменения сметной стоимости.

Сметная стоимость пересчитана в текущие цены на I квартал 2022 года с использованием индексов изменения сметной стоимости.

Согласно [22] для административного здания расположенного в г. Москва, принимают следующие коэффициенты:

- оплата труда – 35,29;
- материалы, изделия и конструкции – 7,30;
- эксплуатация машин и механизмов – 11,62.

Данные для определения сметной стоимости СМР:

- Размеры накладных расходов приняты по основным видам строительно-монтажных работ в процентах от фонда оплаты труда (108%) для железобетонных монолитных конструкций в строительстве согласно [23, табл., п.6.1].

- Размер сметной прибыли принят по основным видам строительно-монтажных работ в процентах от фонда оплаты труда (55%) для железобетонных монолитных конструкций в строительстве согласно [24, табл., п.6.1].

Лимитированные затраты:

- Затраты на строительство временных зданий и сооружений согласно [25, прил.1, п.50] – 1,8%.

- Дополнительные затраты при производстве работ железобетонных монолитных работ в зимнее время по [26, прил.3, табл., п.6.1.1] – 14,56%.

НДС определяется в размере 20% на общую сметную стоимость.

Г. Москва не относится к территориям крайнего севера, следовательно, не требуются дополнительные коэффициенты к итогам при определении сметной стоимости.

В таблице 7.1 представлена структура локального сметного расчета на устройство «стены в грунты» по составным элементам.

										Лист
										132
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



Таблица 7.1 – Структура локального сметного расчета на устройство монолитного перекрытия по составным элементам

Элементы	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %
Прямые затраты, всего	142188,45	58,33
<i>в том числе:</i>		
Материалы	61905,70	25,40
Эксплуатация машин	68895,18	28,26
Основная ЗП	11387,57	4,67
Накладные расходы	12298,58	5,05
Сметная прибыль	6263,16	2,57
Лимитированные затраты	26298,73	10,79
НДС	40624,79	16,67
Итого	243 748,72	100

На рисунке 7.6 показана структура локального сметного расчета на устройство «стены в грунте» по составным элементам в виде круговой диаграммы.

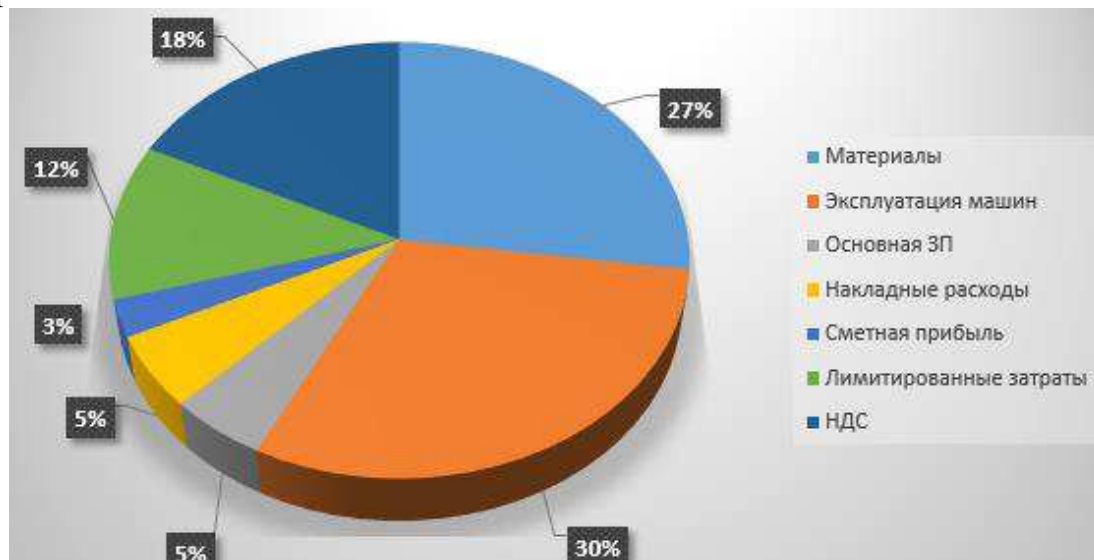


Рисунок 6.6 – Структура локального сметного расчета на устройство монолитного перекрытия по составным элементам

Исходя из диаграммы на рис. 7.6, наибольший удельный вес в общестроительных работах составляет эксплуатация машин (30%), а наименьший – сметная прибыль (3%).

### 7.3 Техничко-экономические показатели

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.

Основные технико-экономические показатели приведены в таблице 7.2:

Таблица 7.2 – Технико-экономические показатели проекта

Показатель	Ед.изм.	Значение
<b>1. Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	1702,7
Этажность	эт.	11
Высота этажа	м	4
Строительный объем здания	м <sup>3</sup>	59189,1
Общая площадь	м <sup>2</sup>	18729,7
Рабочая площадь	м <sup>2</sup>	24972,9
Планировочный коэффициент, К <sub>пл</sub>	-	0,75
Объемный коэффициент, К <sub>об</sub>	-	3,16
<b>2. Стоимостные показатели</b>		
Сметная стоимость работ по устройству «стены в грунте» буронабивными сваями	тыс. руб.	243748,72
Сметная стоимость работ по устройству «стены в грунте» буронабивными сваями на 1 сваю	тыс. руб.	538,05
Сметная рентабельность производства (затрат) работ по устройству «стены в грунте» буронабивными сваями	%	3,46
<b>3. Показатели трудовых затрат</b>		
Трудоемкость производства «стены в грунте» буронабивными сваями	чел.-ч	25076,7
Трудоемкость производства «стены в грунте» буронабивными сваями на 1 сваю	чел.-ч	21,95
Нормативная выработка на 1 чел.-ч	тыс.руб/чел.-ч	7,21
<b>Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства всего здания	дни	566

Планировочный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{пл} = \frac{S_{рас}}{S_{общ}} = \frac{18729,7}{24972,9} = 0,75, \quad 7.1$$

где  $S_{рас}$  – расчётная площадь здания;

$S_{общ}$  – общая площадь здания.

Объемный коэффициент определяется по формуле:

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{рас}} = \frac{59189,1}{18729,7} = 3,16, \quad 7.2$$

где  $V_{стр}$  – строительный объём;

$S_{рас}$  – расчётная площадь здания.

Сметная себестоимость общестроительных работ, приходящаяся на 1 сваю возводимой «стены в грунте», определяется по формуле:

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						134

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

$$C/c = \frac{ПЗ + НР + ЛЗ}{n} =$$

$$= \frac{347127,89 + 15123,54 + 60524,35}{336} = 538,05 \text{ тыс. руб./м}^2, \quad 7.3$$

где ПЗ – прямые затраты, руб.;

НР – накладные расходы, руб.;

ЛЗ – лимитированные затраты, руб.;

n – кол-во свай.

Сметная рентабельность производства (затрат) строительных работ определяется по формуле:

$$R_z = \frac{СП}{ПЗ + НР + ЛЗ} =$$

$$= \frac{7701,8}{347127,89 + 15123,54 + 60524,35} \cdot 100 = 3,46\%, \quad 7.4$$

Нормативная выработка на 1 чел-ч определяется по формуле:

$$B = \frac{C_{СМР}}{ТЗО_{СМ}} = \frac{180785,75}{25076,7} = 7,21 \text{ тыс. руб./чел. -ч}, \quad 7.5$$

где  $C_{СМР}$  – стоимость строительно-монтажных работ по итогам сметы, руб.;

$ТЗО_{СМ}$  – затраты труда основных рабочих по смете, чел.-ч.

Полученные значения технико-экономических показателей свидетельствуют о целесообразности строительства.

						Лист
						135
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ДП-08.05.01-2022 ПЗ



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте был разработан проект на строительство подземной 5-ти этажной лаборатории в г. Москва.

Предмет исследования, его цели и задачи определили логику и структуру проекта. В результате дипломного проектирования были достигнуты следующие результаты:

- Произведено вариантное проектирование и технико-экономическое сравнения двух вариантов организации покрытия, в результате расчетов было выбрано покрытие в форме шестиугольной пирамиды, как наиболее архитектурно-выразительного и экономичного;

- Выполнены основные архитектурно-строительные чертежи по объекту, в котором решены вопросы планировки, отделки и организации перемещений внутри здания;

- Произведены расчеты основных несущих элементов здания: стен, анкеров, плиты покрытия в ПК SCAD.

- Разработана технологическая карта на возведение монолитной стены методом «стена в грунте» буронабивными сваями, в результате которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ по возведению ограждения.

- Разработан объектный строительный генеральный план на возведение подземной части здания, а также разработан график производства работ, итогами которого является наглядное изображение последовательности основных строительного-монтажных работ при возведении хранилища.

- Составлен локальный сметный расчет на устройство «стены в грунте» буронабивными сваями, рассчитаны основные технико-экономические показатели проекта. Сметная стоимость возведения конструкции составила 560967,49 тыс. руб.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте.

В рамках проекта была изучена нормативно-техническая и правовая литература по данной теме.

									Лист
									136
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва: ОАО «Аналитик», 2015. –120 с.

2 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*. – Введ. 01.06.2014. – Москва: ФАУ «ФЦС», 2016. –34 с.

3 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07 – 85\*. –Введ. 04.06.2017. – Москва: ФГУП ЦПП, 2017. – 80 с.

4 ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Электронный ресурс] // Консорциум Кодекс. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115736>

5 Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) [Электронный ресурс] // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/)

6 СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 01.05.2009. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 42 с

7 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Введ. 08.05.2017. – Москва: Минстрой России, 2019. – 122 с.

8 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва: Минрегион России, 2012. – 84 с.

9 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07 – 85\*. –Введ. 04.06.2017. – Москва: ФГУП ЦПП, 2017. – 80 с.

10 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. – Введ. 28.08.2017 – Минстрой России, 2017.

11 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Введ. 20.05.2011 – Минстрой России, 2017

12 МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке оформлению технологической карты. – Введ. 01.01.2007. – Москва: ЦНИИОМТП, 2007. – 14 с.

13 СП 45.13330.2017 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 – Введ. 28.08.2017 - Минстрой России, 2017.

14 СП 48.13330.2017 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Введ. 27.12.2017. – Москва: Минрегион России, 2017. – 21 с.

15 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. – Введ. 23.07.2013 – Минстрой России, 2012

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

16 СП 49.13330.2010. Безопасность труда в строительстве. – Введ. 24.12.2010. – Госстрой РФ, 2010

17 СП 126.13330.2017 Геодезические работы в строительстве. – Введ. 25.04.2018 – Минстрой России, 2017

18 ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности. – Введ. 01.07.1977 – Госстрой СССР, 1977

19 СП 11-110-99 Авторский надзор за строительством зданий и сооружений. – Введ. 01.07.1999 – Госстрой России 1999

20 ГОСТ 16504-81 Испытания и контроль качества продукции. – Введ. 01.01.1982 – Государственный комитет СССР по стандартам 1981

21 СНиП 1.04.03-85\* Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – Введ. 01.07.1991 – Госстрой СССР, 19

22 Письмо Министра России от 07.02.2022 №4153-ИФ/09 «Об индексах изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2022 года». [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_408672/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_408672/).

23 Приказ Министра России от 21 декабря 2020 г. № 812/пр «Об утверждении методики по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103260001>

24 Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11.12.2020 № 774/пр «Об утверждении Методики по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102120003> .

25 Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 № 332/пр «Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202010300022>.

26 Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25.05.2021 № 325/пр «Об утверждении Методики определения дополнительных затрат при производстве работ в зимнее время» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107280029>.

27 СП 248.1325800.2016 Сооружения подземные. Правила проектирования (с изменением №1). – Введ. 01.09.2016. – Москва: НИИОСП им. Н.М. Герсеева.

					ДП-08.05.01-2022 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

28 СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.01.2013. – Москва: Минстрой России, 2014. – 72 с.

29 СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Введ. 12.09.2020 – Москва: МЧС России

30 СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемнопланировочным и конструктивным решениям

31 СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001. – Введ. 15.05.2017 – Минстрой России, 2016

32 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – Введ. 06.11.2017 – Минстрой России, 2017

33 СП 29.13330.2011 Полы актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. – Введ. 16.05.2018 – Минстрой России, 2017

34 СП 17.13330.2017 Кровли актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Введ. 30.06.2021 – Минстрой России, 2020

35 ГОСТ 5746-2015 Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры. – Введ. 01.01.2017 – Росстандарт, 2015

36 ГОСТ 25772-83 Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Общетехнические условия. – Введ. 01.01.1984 – Госстрой СССР, 1983

37 СП 230.1325800.2015 Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей. – Введ. 30.04.2015 – Минстрой России, 2015

38 СП 345.1325800.2017 Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты. – Введ. 15.05.2018 – Минстрой России, 2017

39 СТО 00044807-001-2006 «Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий». – Введ. 21.02.2006 – РОИС, 2016

40 СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. – Введ. 20.06.2019 – Минстрой России, 2019

41 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. – Введ. 01.03.2021 – Глав. сан. врач РФ, 2021

42 РД-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ.

43 РД-11-05-2007 порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства.

44 ГОСТ 21.501-2018 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Введ. 18.12.2018 – МНТКС, 2018

45 ГОСТ 21779-82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. – Введ. 01.01.1993 – МНТКС, 1992

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					139

ДП-08.05.01-2022 ПЗ

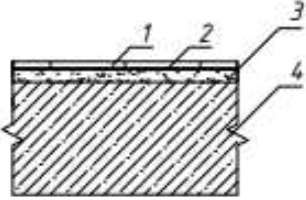
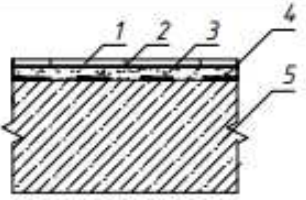
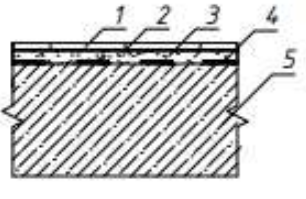
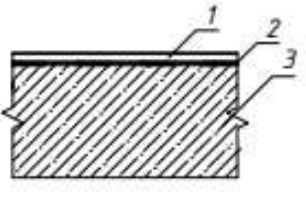
46 СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2.  
Строительное производство– Введ. 01.01.2003 –Госстрой России, 2002 год

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						140
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		




**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**Экспликация полов**

*Экспликация полов*

Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола, мм	Площадь, м <sup>2</sup>
109-113, 304, 308-317	А		<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Кафель - 8 мм</li> <li>2) Клей для кафеля - 5 мм</li> <li>3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм</li> <li>4) Монолитное ж/б перекрытие - 200мм</li> </ul>	
106, 107, 116, 207, 208, 305, 306, 307, 321, 322	Б		<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Кафель - 8 мм</li> <li>2) Клей для кафеля - 5 мм</li> <li>3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм</li> <li>4) Гидроизоляция Технониколь - 5 мм</li> <li>5) Монолитное ж/б перекрытие - 200мм</li> </ul>	
101-105, 108, 114, 115, 117-119, 202-206, 301-303, 318-320	В		<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Керамогранит - 15 мм</li> <li>2) Клей для керамогранита - 5 мм</li> <li>3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм</li> <li>4) Гидроизоляция Технониколь - 5 мм</li> <li>5) Монолитное ж/б перекрытие - 200мм</li> </ul>	
201	Г		<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Покрытие из резиновой крошки на полиуретановом связующем - 15 мм</li> <li>2) Грунтовка - 5 мм</li> <li>5) Монолитное ж/б перекрытие - 200мм</li> </ul>	

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Ведомость отделки помещений**

*Ведомость отделки помещений*

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера			Примечание
	Потолок	Площадь, м <sup>2</sup>	Стены и перегородки	
Санузлы	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	57	На высоту h=1,8 м от пола плитка керамическая, выше плитки затирка и водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112
Лифтовые холлы, коридоры, тамбуры, лестничные клетки	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	57	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112
Помещения персонала кафе, кухни, доготовочные цехи, офисные помещения	Подвесные потолки типа Армстронг	57	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112
Помещения инженерного и технологического обслуживания	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	57	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112
Помещения лаборатории	Подвесные потолки типа Грильято	57	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112
Автомобильная парковка	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	57	Штукатурка, водоэмульсионная краска ГОСТ 5 2020-2003	112

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Локальный сметный расчет

**Подземная 5-ти этажная лаборатория в г. Москва**

(наименование стройки)

(наименование объекта капитального строительства)

**ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЁТ (СМЕТА) № 02-01-01**

на устройство железобетонной «стены в грунте» буронабивными сваями

(наименование конструктивного решения)

Составлен(а) базисно-индексным методом

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен 1 кв. 2022 г.

Основание: ДП-08.05.01-2022 ТК

Сметная стоимость: 243748,72 тыс. руб.

Средства на оплату труда: 68895,18 тыс. руб.

№ пп	Шифр, номера нормативов и коды ресурсов	Наименование работ и затрат, характеристика оборудования и его масса, расход ресурсов на единицу измерения	Ед. изм	Кол-во единиц по проектным данным	Сметная стоимость, тыс. руб. в базисных ценах		Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, тыс. руб.		
					в базисных ценах					
					на единицу измерения	общая				
1	2	3	4	5	6	7	10	11		
<b>Раздел 1. "Стена в грунте"</b>										
1	<b>ФЕР 05-01-075-02</b>	Устройство буронабивных свай под защитой обсадной трубы буровыми установками	1 м3	1741,14	4,63797	8075,36	35,29	3729,09		
		1 ОТ			0,06069	105,67			11,62	68895,18
		2 ЭМ			3,40525	5929,02			35,29	7658,48
		3 в т.ч. ОТм			0,12464	217,02			7,3	14896,88
		4 М			1,17203	2040,67				
		материалы:								

	04.1.02.05 08.4.03.03-0009	Бетон тяжелый В40 Сталь арматурная А500, диаметром 25 мм	м3 т	1741,14 865,536				
		Итого по расценке			4,63797	8075,36		87521,14
		<b>ФОТ</b>			<b>0,18533</b>	<b>322,69</b>		<b>11387,57</b>
	Приказ Минстроя России №812/пр	Накладные расходы	%	108		348,50		12298,58
	Приказ Минстроя России №774/пр	Сметная прибыль	%	55		177,48		6263,16
		<b>Всего по позиции</b>				<b>8601,33</b>		<b>106082,88</b>
2	<b>ФССЦ-04.1.02.05-0013</b>	Бетон тяжелый, класса В40	м3	1741,14	0,97	1688,9058	7,3	12329,01
3	<b>ФССЦ-08.4.03.03-0009</b>	Мталь арматурная рифленая свариваемая, класс А500, диаметр 25 мм	т	865,536	5,49	4750,66	7,3	34679,81
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ</b>								
Итого прямые затраты по смете (в базисном уровне цен) (ОТ+ЭМ+М)						<b>14731,94</b>		<b>142188,45</b>
<i>в том числе:</i>								
оплата труда						322,69	35,29	11387,57
эксплуатация машин и механизмов						5929,02	11,62	68895,18
материальные ресурсы						8480,23	7,30	61905,70
Итого ФОТ						322,69		11387,57
Итого накладные расходы						348,50		12298,58
Итого сметная прибыль						177,48		6263,16
Итого по смете (ПЗ+НР+СП)						<b>15257,91</b>		<b>160750,19</b>
Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 № 332/пр прил.1 п.50) 1,8%						274,64		2893,50
<b>Итого с временными</b>						15532,56		163643,69
Производство работ в зимнее время (Приказ от №325/пр п.12.1.2) 9,69%						2221,55		23405,23
<b>Итого с зимним удорожанием</b>						17754,11		187048,92
Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 № 421/пр п.179) 10%						1525,79		16075,02
<b>Итого с непредвиденными</b>						19279,90		203123,94
НДС (НК РФ) 20%						3855,98		40624,79
<b>ВСЕГО ПО СМЕТЕ</b>						<b>23135,88</b>		<b>243748,72</b>

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

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Строительные конструкции и управляемые системы

  
подпись  
«СВ»

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
С.В. Деордиев  
инициалы, фамилия  
СВ 2022

**ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ**

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

5-ти этажная раздельная лаборатория БИ-1  
тема

Пояснительная записка

Руководитель

Мельников, доц., к.т.н.  
подпись, дата должность, ученая степень

А.В. Мельников  
инициалы, фамилия

Выпускник

Власов 09.06.22  
подпись, дата

Власов А.В.  
инициалы, фамилия

Красноярск 2022 г.

Продолжение титульного листа дипломного проекта по теме \_\_\_\_\_

5-ти этажная подземная лаборатория БУ-1

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование  
наименование раздела

А.В.Трашкова  
подпись, дата

А.В.Трашкова  
инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный  
наименование раздела

Е.М.Серишнев  
подпись, дата

Е.М.Серишнев  
инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный  
включая фундаменты  
наименование раздела

А.В.Трашкова  
подпись, дата

А.В.Трашкова  
инициалы, фамилия

О.М.Преснов  
подпись, дата

О.М.Преснов  
инициалы, фамилия

Организация строительства  
наименование раздела

В.Н.Шмакин  
подпись, дата

В.Н.Шмакин  
инициалы, фамилия

Технология строительного  
производства  
наименование раздела

В.Н.Шмакин  
подпись, дата

В.Н.Шмакин  
инициалы, фамилия

Экономика строительства  
наименование раздела

И.Т.Саян  
подпись, дата

И.Т.Саян  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

А.В.Трашкова  
подпись, дата

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  
«28» 01 2022г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме дипломного проекта

Красноярск 2022г.

Студенту Власов Александр Дмитриевич  
фамилия, имя, отчество

Группа ССТ6-12 Направление (профиль) 08.05.01  
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий сооружений»  
наименование

Тема выпускной квалификационной работы 5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1

Утверждена приказом по университету № 3632 от 05.03.2022  
Руководитель ВКР А.В. Шоловская, доц. каф. СтУС  
инициалы, фамилия должность, ученое звание и место работы

### Исходные данные для ВКР

Характеристика района строительства и строительной площадки  
г. Москва; снеговой район - III; ветровой район - I

### Задания по разделам ВКР в виде проекта

#### Вариантное проектирование (1 лист)

Рассмотреть три варианта конструктивных решений кровли

#### Архитектурно-строительный раздел

ПЗ согласно постановлению № 87; ТТФ наружных ограждающих конструкций; эквивалентная теплопроводность заполнения кровель и отделки помещений

- графический материал (2 листа)

Фасад, разрез; планы на отки 0,000, отки -3,000, отки -13,000; план кровли; эквивалент; ведомости; узловые решения.

Консультант ВКР С.И. Шереметьев, доц. каф. СтУС  
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

#### Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

Выполнить расчет пространственной схемы с использованием САПР. Выполнить конструирование основных узлов.

- графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД)-6 листов: \_\_\_\_\_

Планы (схемы) расположения основных несущих элементов;  
разрезы; узлы; ведомости; спецификации

Консультант ВКР по конструкциям А.В. Фисеев  
 (подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### Фундаменты

Разработать плиты и свайно-плитный фундаменты  
на буронабивных сваях; выполнить сравнение

- графический материал (1 лист) Узлы и верха армирова-  
ние фундаментной плиты; инженерно-геологический  
разрез; схемы армирования; спецификации элементов

Консультант ВКР по фундаментам Д.О.Н. Преслов доцент к.т.н  
 (подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### Технология строительного производства

Технологическая карта на укладку  
бетона, заливка

- графический материал (1-2 листа) схема производства работ;  
этапы 1-4; график производства работ; ТЭП и т.д.

Консультант ВКР Шаломинский В.  
 (подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

### Организация строительного производства

Сводный план на период выполнения  
земельных работ. Календарный план на весь  
период строительства.

- графический материал (2 листа) СГП, ТЭП; Экономическая оценка  
и сооружений; календарный график производства работ

Консультант ВКР Шаломинский В.И.  
 (подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

**Экономика строительства** 1) Составить технико-экономическое обоснование  
 реализации проекта; 2) Составление и анализ  
 структурной сметной стоимости работ и  
 материалов; 3) технико-экономические показатели проекта

Консультант ВКР С.А. М.А. Соколов, д.т.н., проф. каф. ПЗиДН  
 (подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Дополнительные разделы

*[Handwritten signature]*

Минимальное количество листов графического материала -13-14

**КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК**  
выполнения ВКР

Наименование раздела	Срок выполнения
Вариантное проектирование	31.07 - 07.02
Архитектурно-строительный	08.02 - 28.02
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	01.03. - 11.04
Технология строительного производства	12.04 - 30.04
Организация строительного производства	02.05 - 28.05
Экономика строительства	30.05 - 13.06

Руководитель ВКР

*[Handwritten signature]*  
(подпись)

Задание принял к исполнению

*Власов* *Власов Д.Д.*  
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 28 » января 2022 г.

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Вариантное проектирование.....	6
1.1 Вариант №1. Покрытие в виде шестиугольной пирамиды.....	6
1.2 Вариант №2. Покрытие в виде правильного шестиугольника .....	7
1.3 Вариант №3. Плоская кровля.....	8
1.4 Сравнение вариантов.....	8
2 Архитектурно-строительный раздел.....	10
2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации.....	10
2.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства .....	11
2.3 Описание и обоснование использованных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства .....	12
2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	12
2.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	12
2.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия .....	13
2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов (при необходимости) .....	13
2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров для объектов непромышленного назначения.....	13
2.9 Теплотехнический расчет .....	14
2.9.1 Теплотехнический расчет наружных стен .....	14
2.9.2 Теплотехнический расчет остекления покрытия.....	16
3 Расчетно-конструктивный раздел .....	17
3.1 Исходные данные .....	17
3.2 Расчетная схема здания.....	18

					<i>ДП-08.05.01-2022 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Подземная 5-ти этажная лаборатория БИ-1  СКУС		
Разработал		Власов А.Д.	<i>Власов</i>	09.06.22			
Проверил		Фроловская А.В.	<i>Фроловская</i>	09.06.22			
Н. контроль		Фроловская А.В.	<i>Фроловская</i>	09.06.22			
Зав. кафедр.		Геордиев С.В.	<i>Геордиев</i>	09.06.22			
					Стадия	Лист	Листов
					П		

**Отзыв руководителя  
на выпускную квалификационную работу**

Тема 5-ти Этапная подвесная лаборатория БИ-1.

Автор (ФИО) Васильев Александр Дмитриевич

Институт Инженерно-строительный

Выпускающая кафедра СКиУС

Специальность «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель д.т.н., доц. каф. СКиУС Журавлева А.В.

(степень, звание, должность, место работы, Ф.И.О)

Актуальность темы ВКР в виде дипломного проекта(работы) \_\_\_\_\_

обеспечивает

Логическая последовательность структуры работы \_\_\_\_\_

соблюдена

Аргументированность и конкретность выводов и предложений \_\_\_\_\_

соответствует теме работы

Уровень самостоятельности и ответственности при работе над темой ВКР \_\_\_\_\_

уровень самостоятельности высокий

Достоинства работы выполнено качественно, работы с применением современных расчетных программ, четкие графики, оформленные

Недостатки работы отсутствуют

В целом работа оценена на отлично, а ее автор выпускник

Васильев А.Д. заслуживает присвоение ему (ей)

(фамилия, имя, отчество)

квалификации специалист по направлению «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель ВКР Журавлева А.В.

(подпись, дата)

(инициалы, фамилия)



## РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект (работу) студента(ки) строительного факультета  
ИСИ СФУ

*Власова Александра Дмитриевича.*  
(Ф.И.О. полностью)

Тема: «5-этажная подземная лаборатория БИ-1»

Проанализировав материалы дипломного проекта (работы) отмечается:

1. Актуальность темы

*Соблюдение безопасности при проведении лабораторных биологических исследований.*

2. Качество оформления пояснительной записки

*Пояснительная записка выполнена на 140 страницах грамотно, аккуратно в соответствии с существующими строительными нормами и ГОСТами графического материала*

*Графическая часть проекта выполнена на 13 листах формата А1 грамотно, аккуратно в соответствии с существующими строительными нормами и ГОСТами*

3. Общая характеристика проекта (работы)

*Выпускная квалификационная работа представлена на рецензию на 140 страницах текстового документа и 13 листах графической части*

*Лаборатория представляет собой 6-угольное каркасное здание с 5-ю подземными этажами с монолитными стенами и монолитным ядром жесткости лифтовых шахт в плане прямоугольной формы с размером в 43.6х43.6 м с глубиной подземной части 29.0 м. Фундаменты – монолитная плита толщиной 0.7 м. Стены внутренние и наружные – монолитные железобетоны.*

4. Практическая ценность (внедрение, использование в организации и т.д.)

5. Положительные стороны проекта (работы)

- проведен сравнительный анализ трех вариантов покрытия и принят экономичный вариант,
- выполнены расчеты прочности здания и его конструктивных элементов,
- вся работа выполнена с применением средств вычислительной техники,
- тщательно выполнены статические и конструктивные расчеты каркаса.

6. Замечания по проекту (работе).

*На листе 9 при разных длинах стержней арматуры принята в спецификации одна и та же позиция*

В целом, несмотря на указанный недостаток, дипломный проект (работа) оценивается на *отлично*, а ее автор *Власов Александр Дмитриевич* заслуживает присвоения квалификации инженера-строителя

Рецензент (должность, место работы, Ф.И.О.)

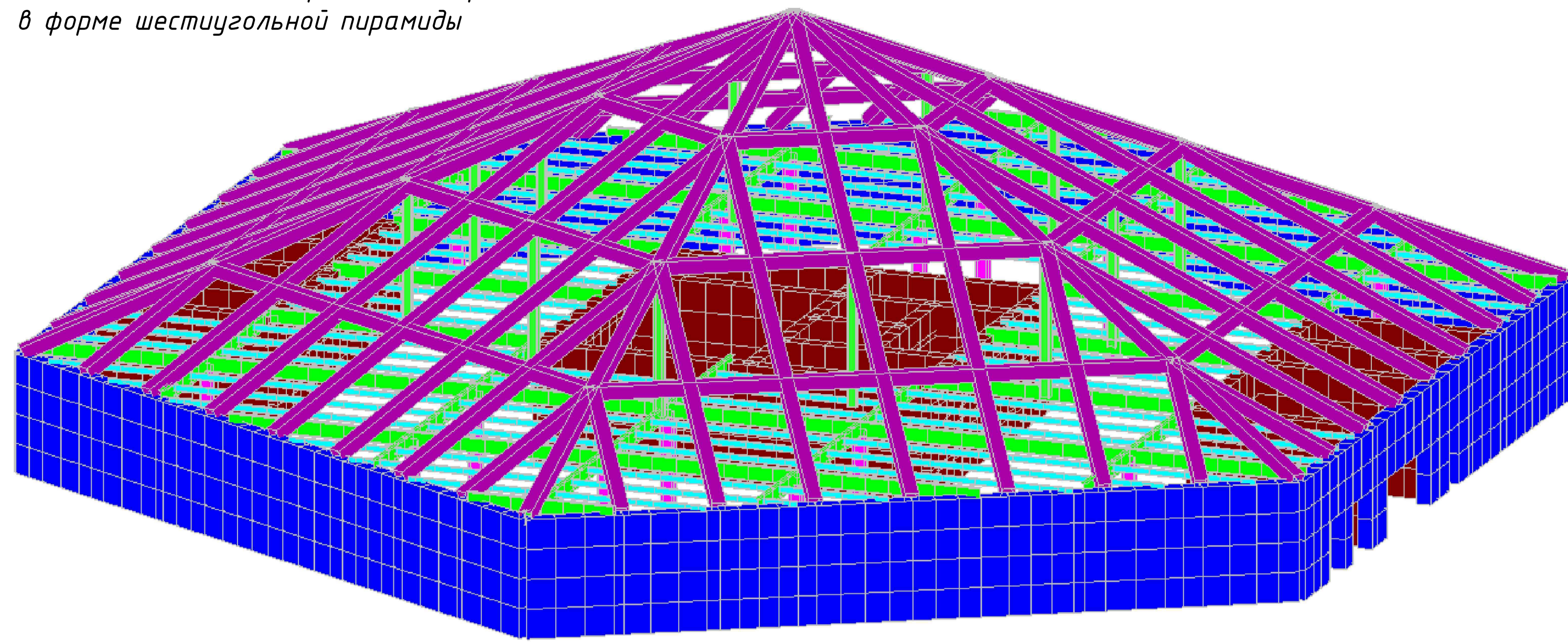
Главный инженер ООО «Институт Красноярскпромгражданпроект» Матыскин А. Г

«16» июня 2022 г.

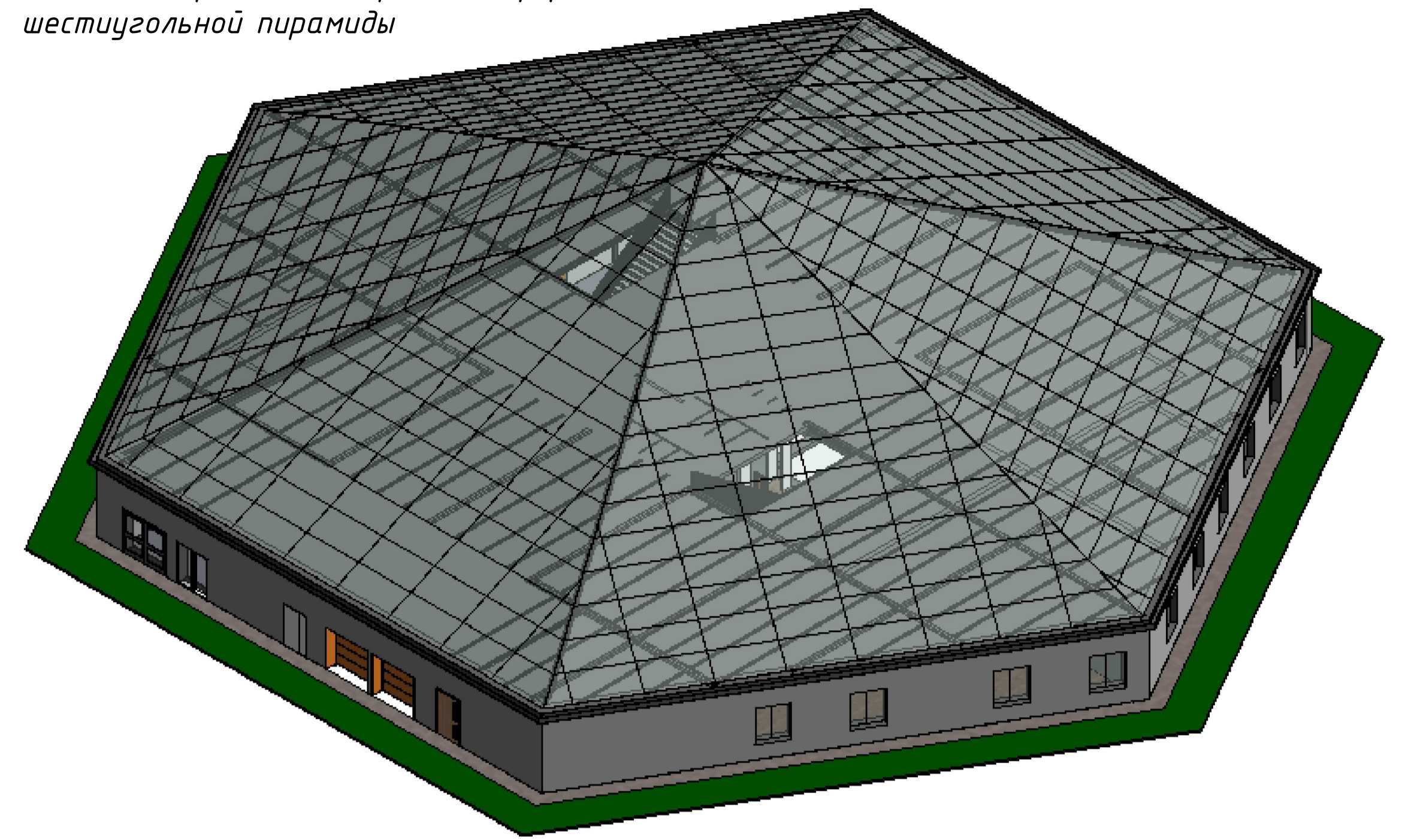
  
(подпись)



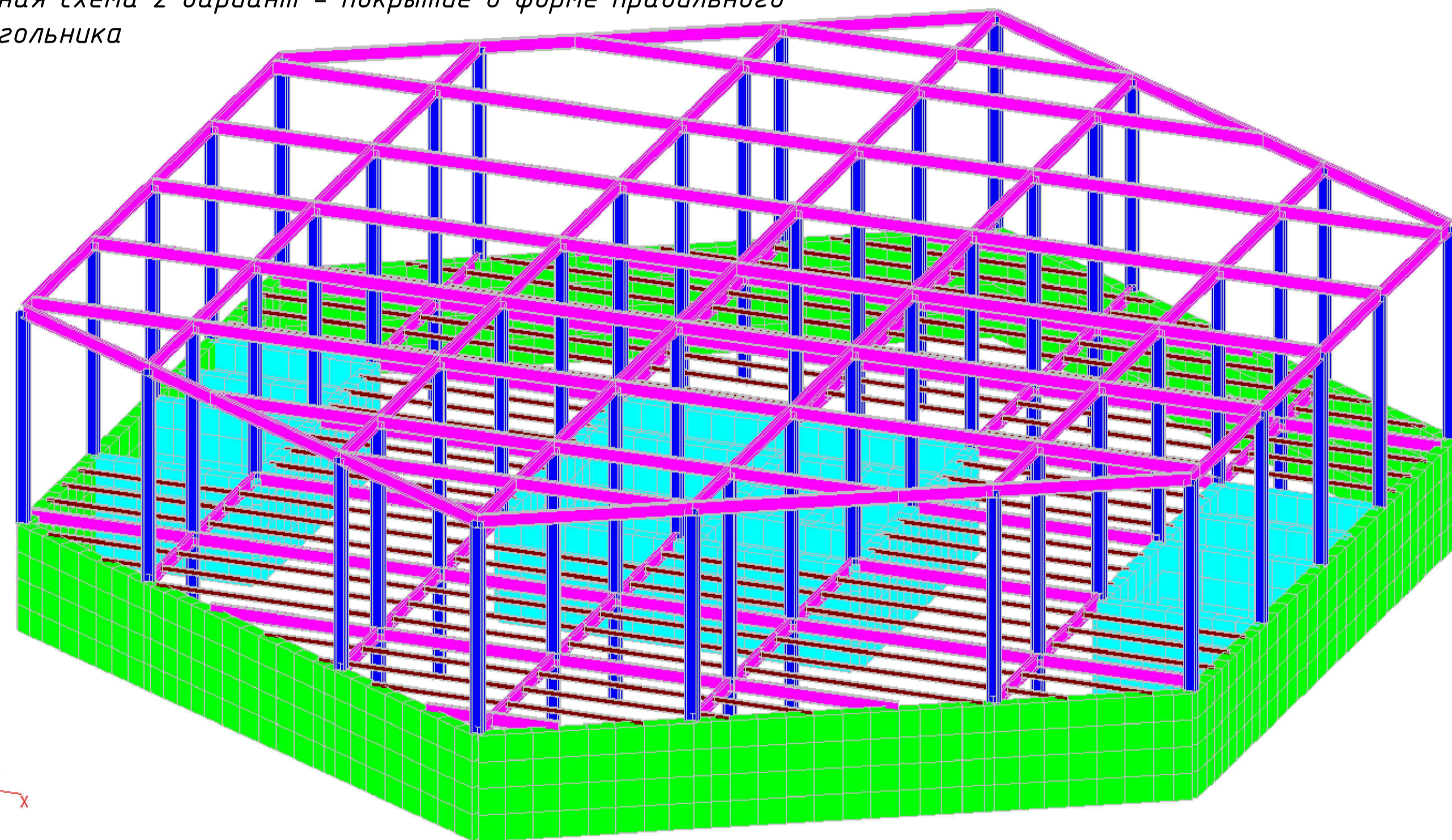
Расчетная схема 1 вариант - покрытие в форме шестиугольной пирамиды



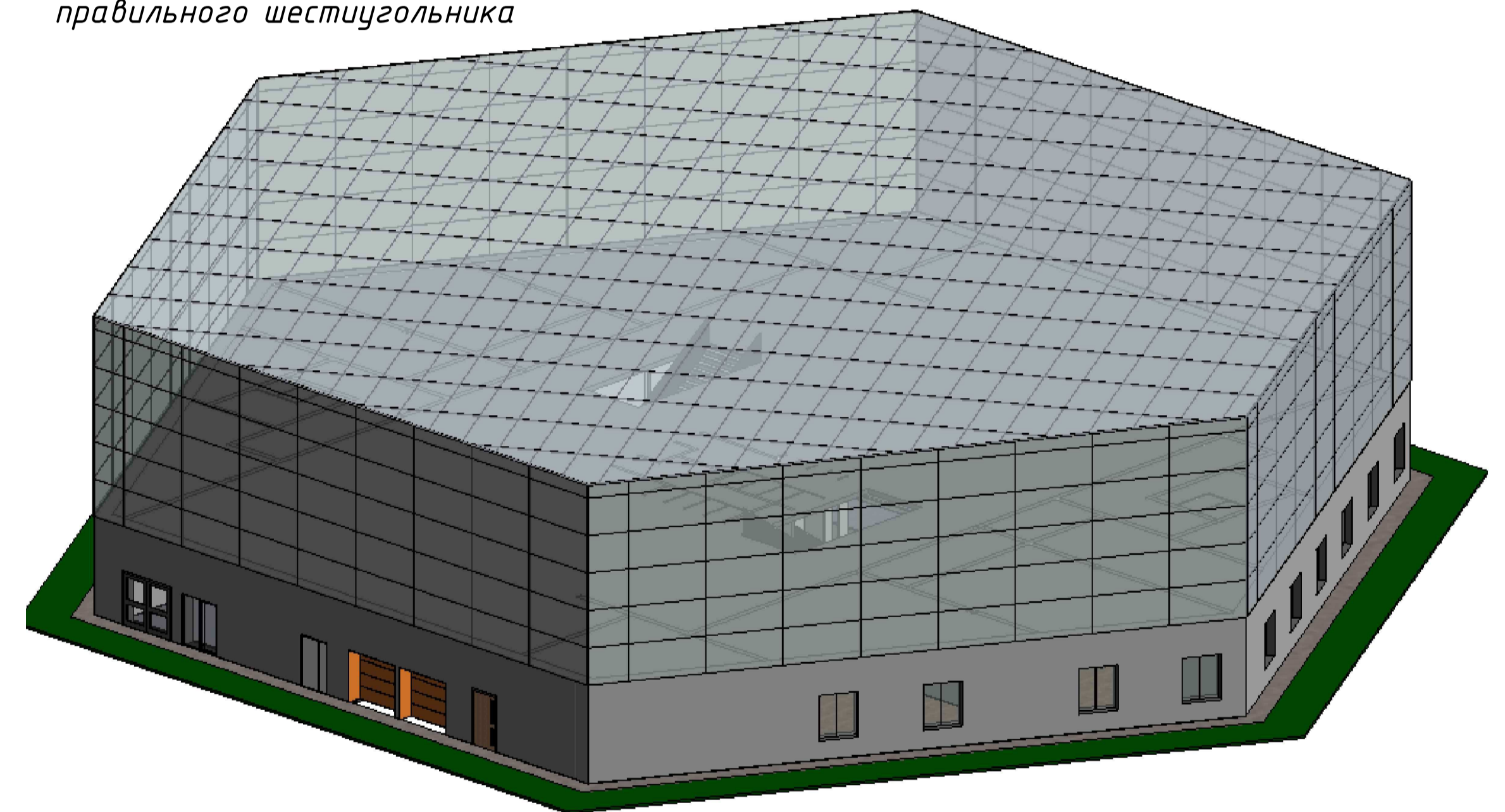
3d-вид 1 вариант - покрытие в форме шестиугольной пирамиды



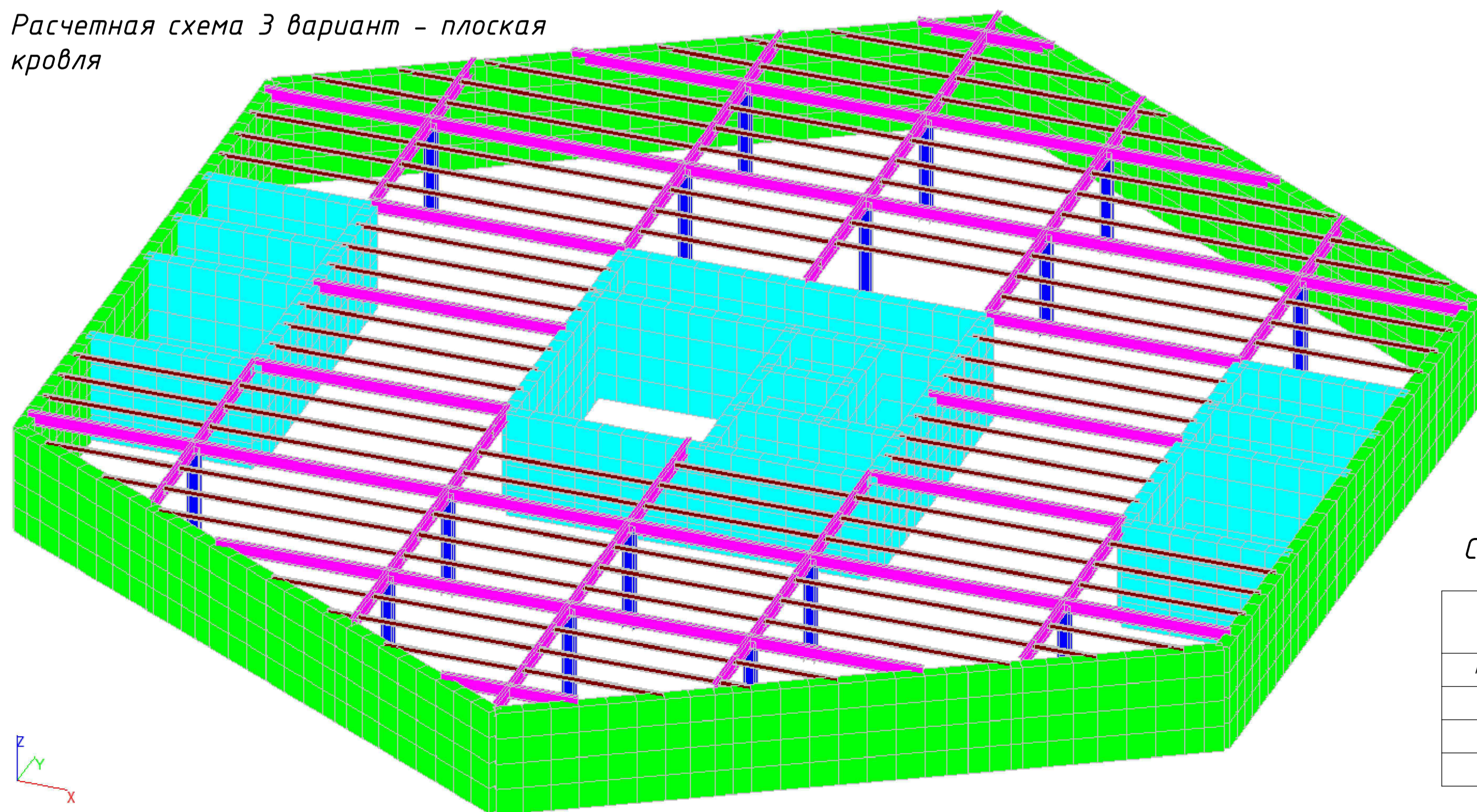
Расчетная схема 2 вариант - покрытие в форме правильного шестиугольника



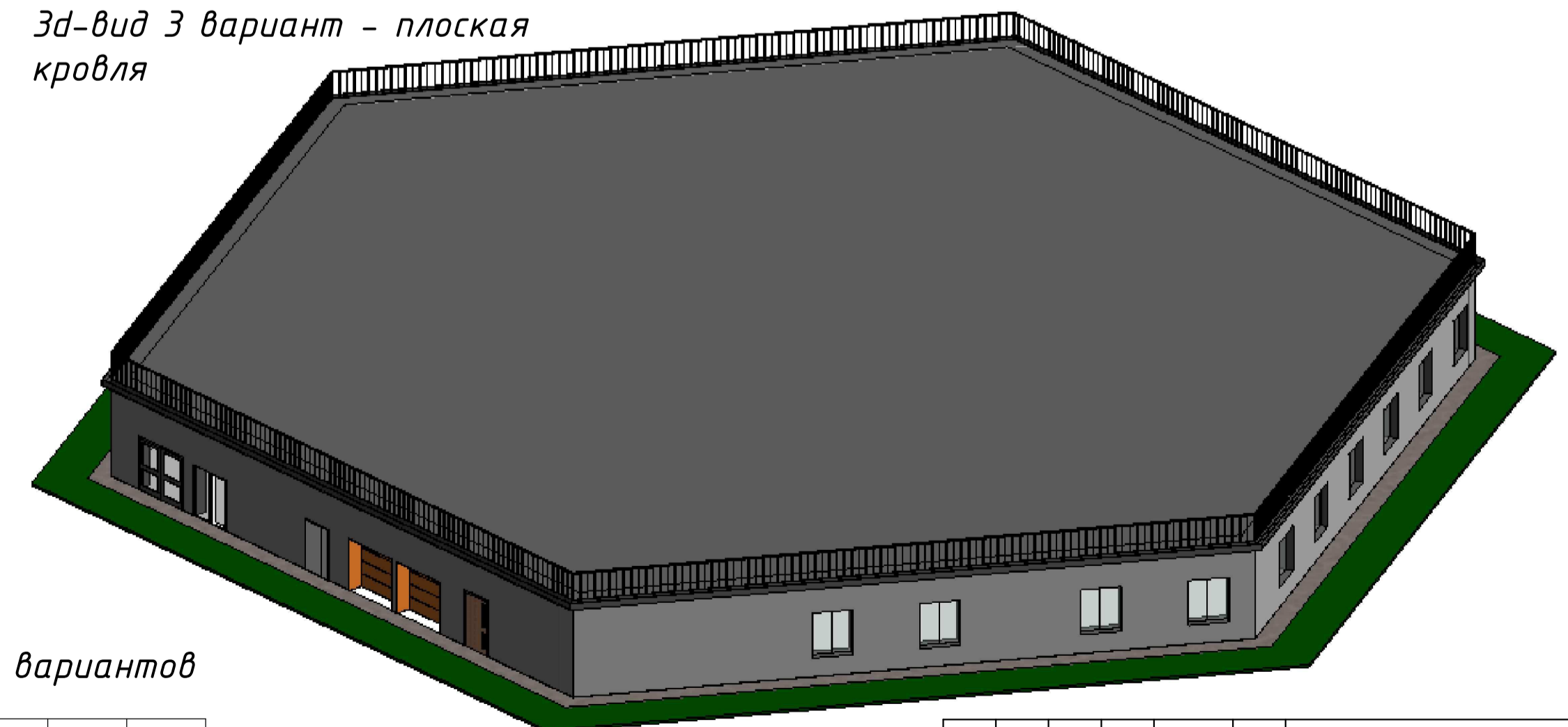
3d-вид 2 вариант - покрытие в форме правильного шестиугольника



Расчетная схема 3 вариант - плоская кровля



3d-вид 3 вариант - плоская кровля



Сравнение параметров вариантов

Наименование	Ед. изм.	1 вариант	2 вариант	3 вариант
Максимальное суммарное РСП	мм	14,16	13,8	10,28
Расход стали на каркас	т	67,44	80,4	50,03
Расход стали м <sup>2</sup>	кг	40,12	47,6	29,62
Объем помещения	м <sup>3</sup>	6695	23650	4575

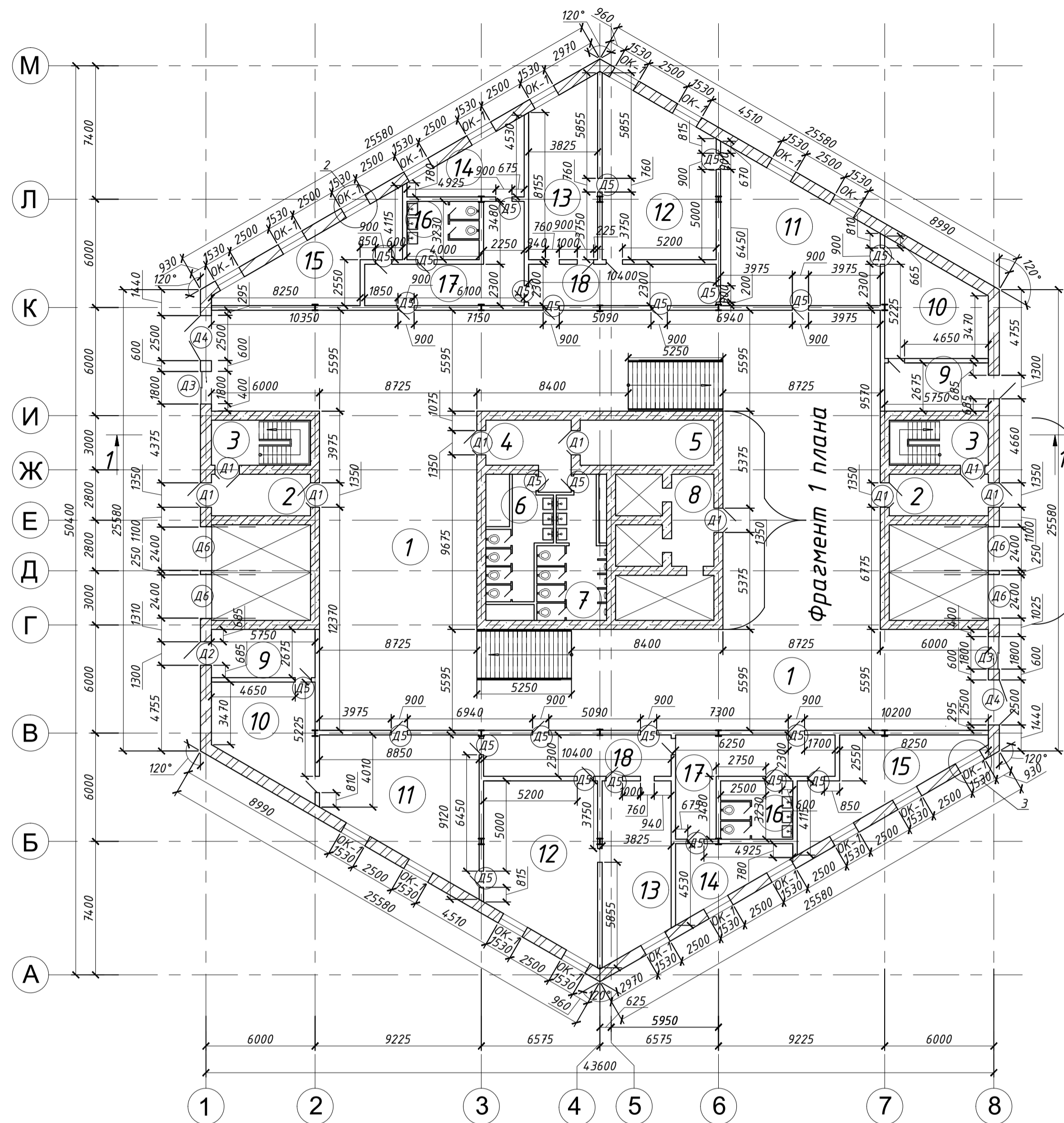
ДП-08.05.01-2022 ВП

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

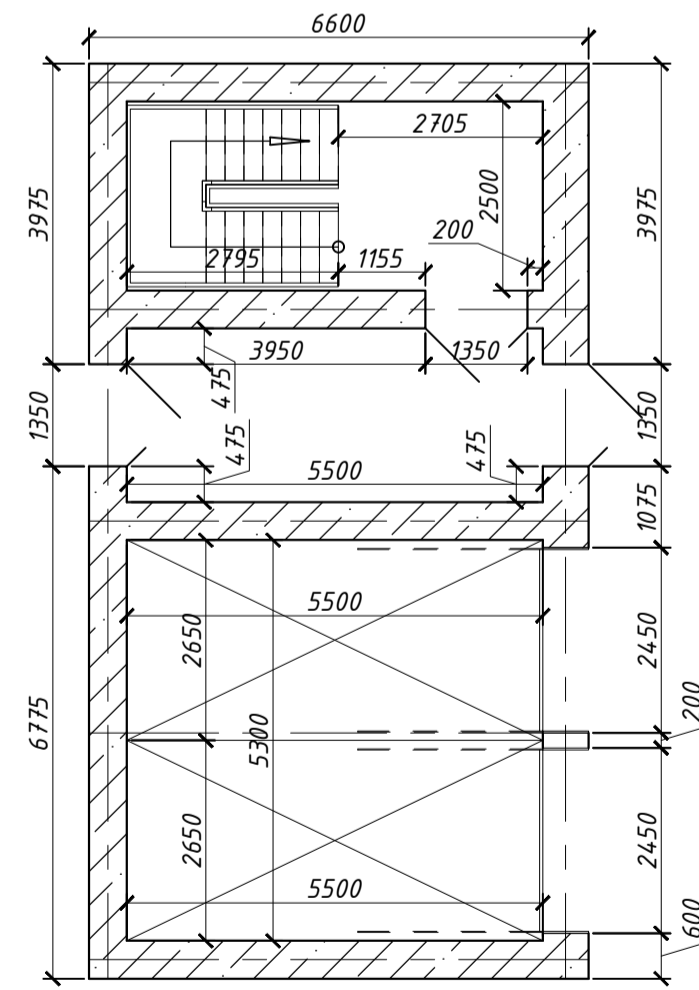
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стadia	Лист	Листов
Разработал		Власов А.Д.				5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	п	1
Консультант		Фроловская А.В.						
Руководитель		Фроловская А.В.						
И. контроль		Фроловская А.В.				Вариантное проектирование		СКУС
Зав. кафедрой		Дворников С.В.						



План этажа на отм. 0.000



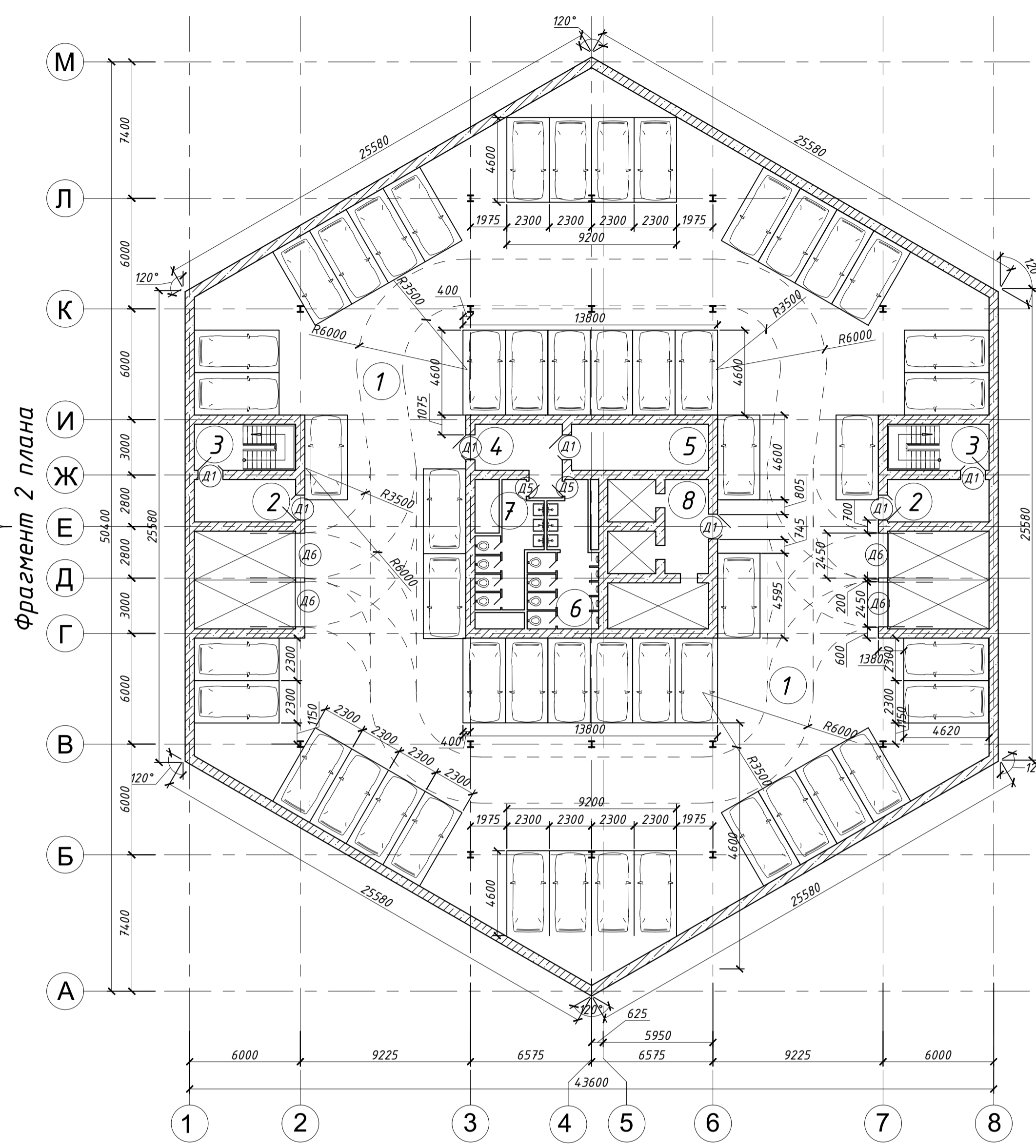
Фрагмент 2 плана на отм. 0.000



Экспликация помещений на отм. -3.000

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1	Парковка для автомобилей(50мест)	1298	
2	Тамбур	13	
3	Лестничная клетка	14	
4	Тамбур	15	
5	Безопасная зона	19	
6	С/У мужской	25	
7	С/У женский	20	
8	Лифтовой холл	12	

План этажа на отм. -3.000



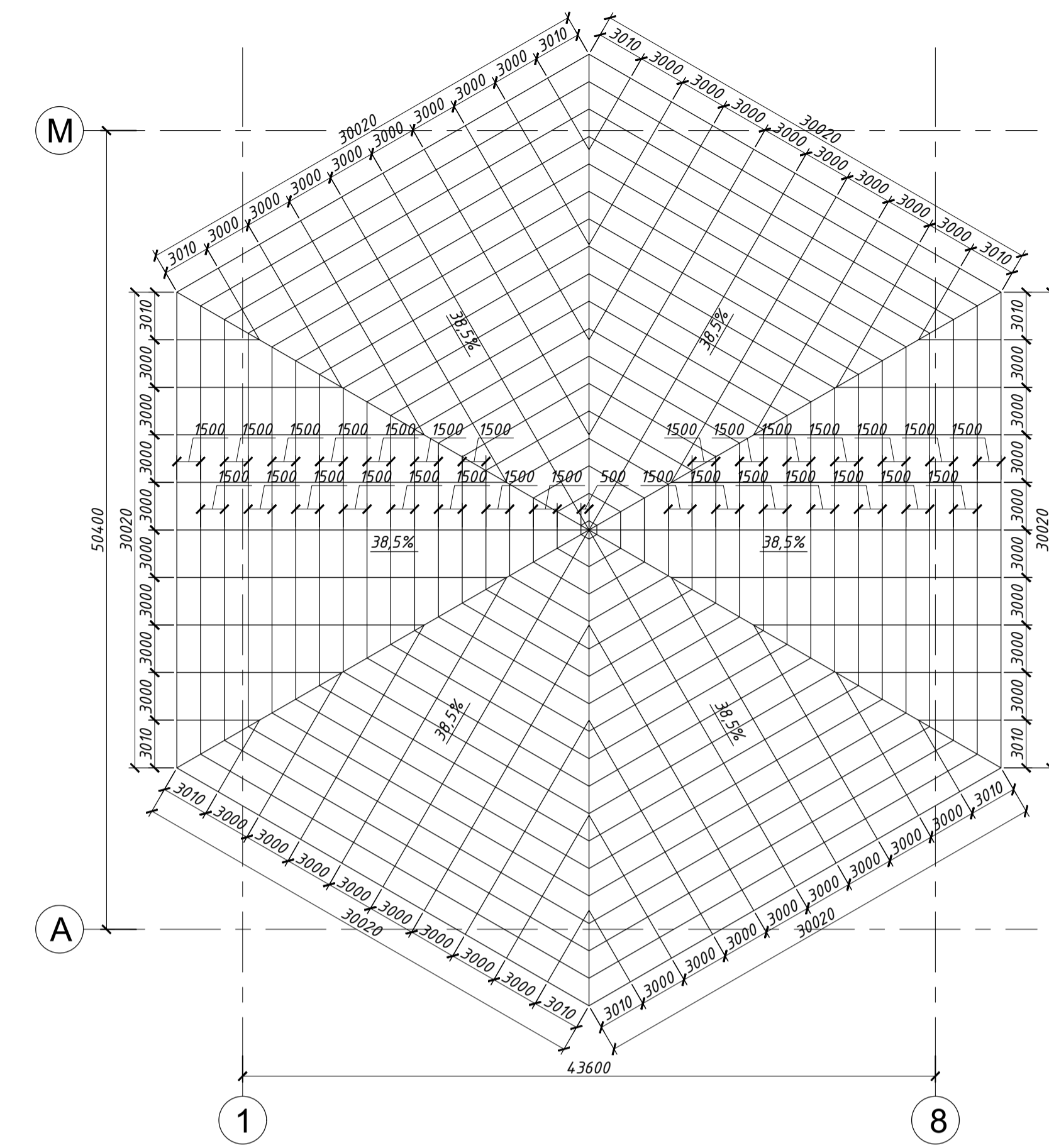
Экспликация помещений на отм. 0.000

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1	Коридор	313	
2	Тамбур	13	
3	Лестничная клетка	14	
4	Тамбур	15	
5	Безопасная зона	19	
6	С/У женский	20	
7	С/У мужской	25	
8	Лифтовой холл	12	
9	Раздежное помещение	15	
10	Кладовая запасов	29	
11	Кухня	58	
12	Догоготовочный цех	54	
13	Мясная	35	
14	Офисное помещение	17	
15	Гардеробная персонала	32	
16	С/У персонала	12	
17	Коридор	28	
18	Тамбур	24	

Экспликация помещений на отм. -13.000

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1	Коридор	325	
2	Тамбур	13	
3	Лестничная клетка	14	
4	Гардеробная персонала	29	
5	Тамбур	7	
6	Помещение вторичного обеззараживания	15	
7	Помещение первичного обеззараживания	23	
8	Коридор	61	
9	Помещение для приема материала	65	
10	Помещение для проведения бактериологических исследований	54	
11	Помещение для проведения иммунологических исследований	109	
12	Помещение для люминисцентной микроскопии	54	
13	Помещение для паразитологических исследований	65	
14	Помещение для ПЦР-диагностики	54	
15	Термостатная комната	54	
16	Научная библиотека	65	
17	Офисное помещение	109	
18	Тамбур	15	
19	Безопасная зона	19	
20	Лифтовой холл	12	
21	С/У мужской	25	
22	С/У женский	20	

План кровли



Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола	Данные элементов пола, мм	Площадь, м²
109-113, 304, 308-317	A		1) Кафель - 8 мм 2) Клей для кафеля - 5 мм 3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм 4) Монолитное ж/б перекрытие - 250мм	4876,6
106, 107, 116, 207, 208, 305, 306, 307, 321, 322	Б		1) Кафель - 8 мм 2) Клей для кафеля - 5 мм 3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм 4) Гидроизоляция Технониколь - 5 мм 5) Монолитное ж/б перекрытие - 250мм	1057,09
101-105, 108, 114, 115, 117-119, 202-206, 301-303, 318-320	В		1) Керамогранит - 15 мм 2) Клей для керамогранита - 5 мм 3) Цементно-песчаный раствор - 15 мм 4) Гидроизоляция Технониколь - 5 мм 5) Монолитное ж/б перекрытие - 250мм	5057,25
201	Г		1) Покрытие из резиновой крошки на полиуретановом связующем - 15 мм 2) Грунтовка - 5 мм 5) Монолитное ж/б перекрытие - 250мм	3657,45

Примечания:

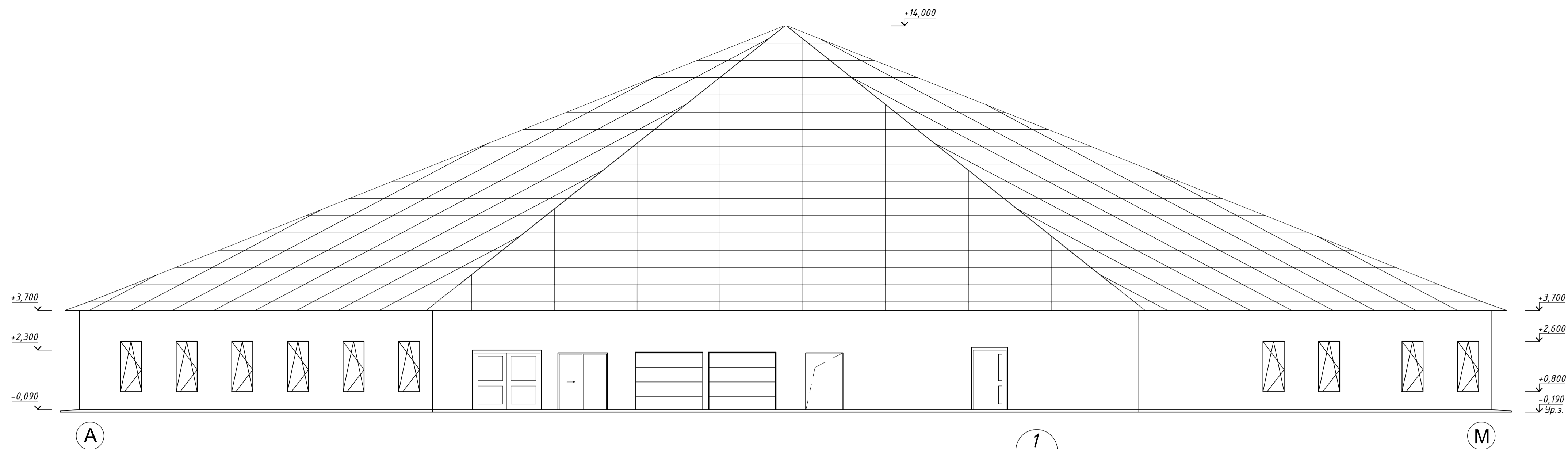
1. Читать совместно с листом 3.

ДП-08.05.01-2022 АР					ФГАУЧУВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Власов А.Д.					5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	п	2
Консультант	Серебряничева Е.М.							
Руководитель	Фролова А.В.							
И.к. контроль	Фролова А.В.							
Зав. кафедры	Дворов С.В.							

План этажа на отм. 0.000, План этажа на отм. -3.000, План кровли, Фрагмент 1 плана, Фрагмент 2 плана; Экспликация помещений на отм. 0.000, отм. -3.000 и отм. -13.000; Экспликация полов

СКУС

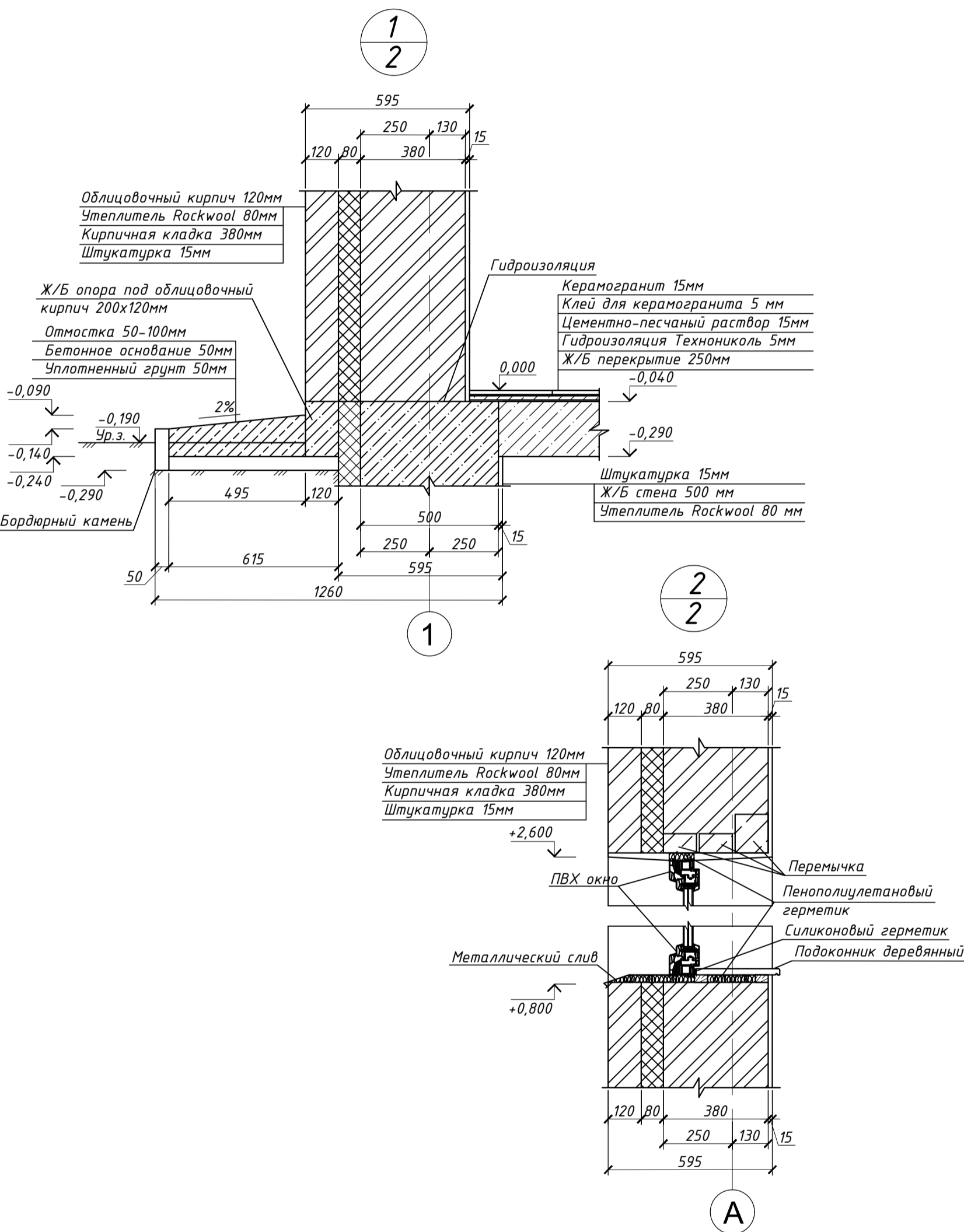
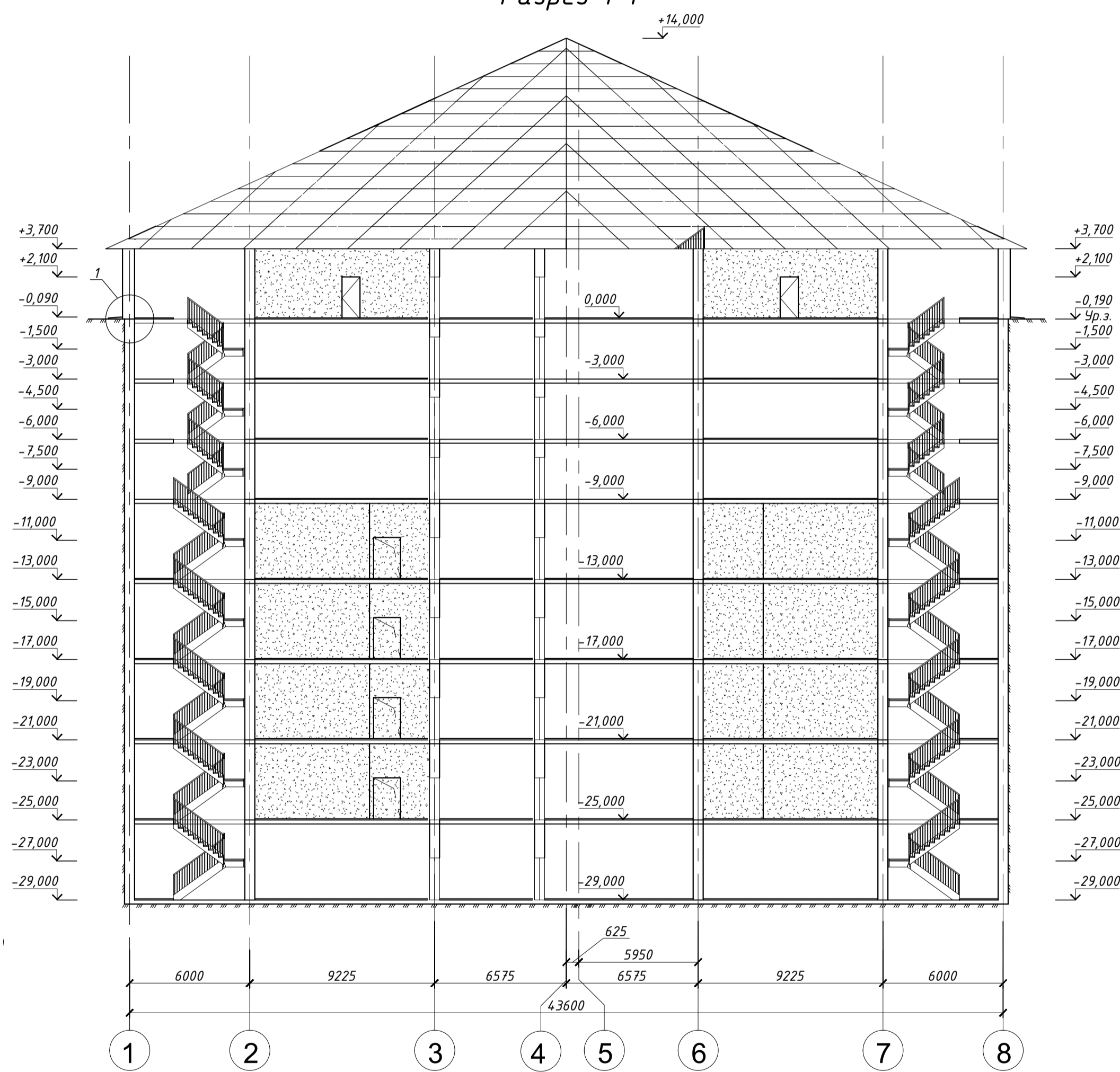
Фасад А-М



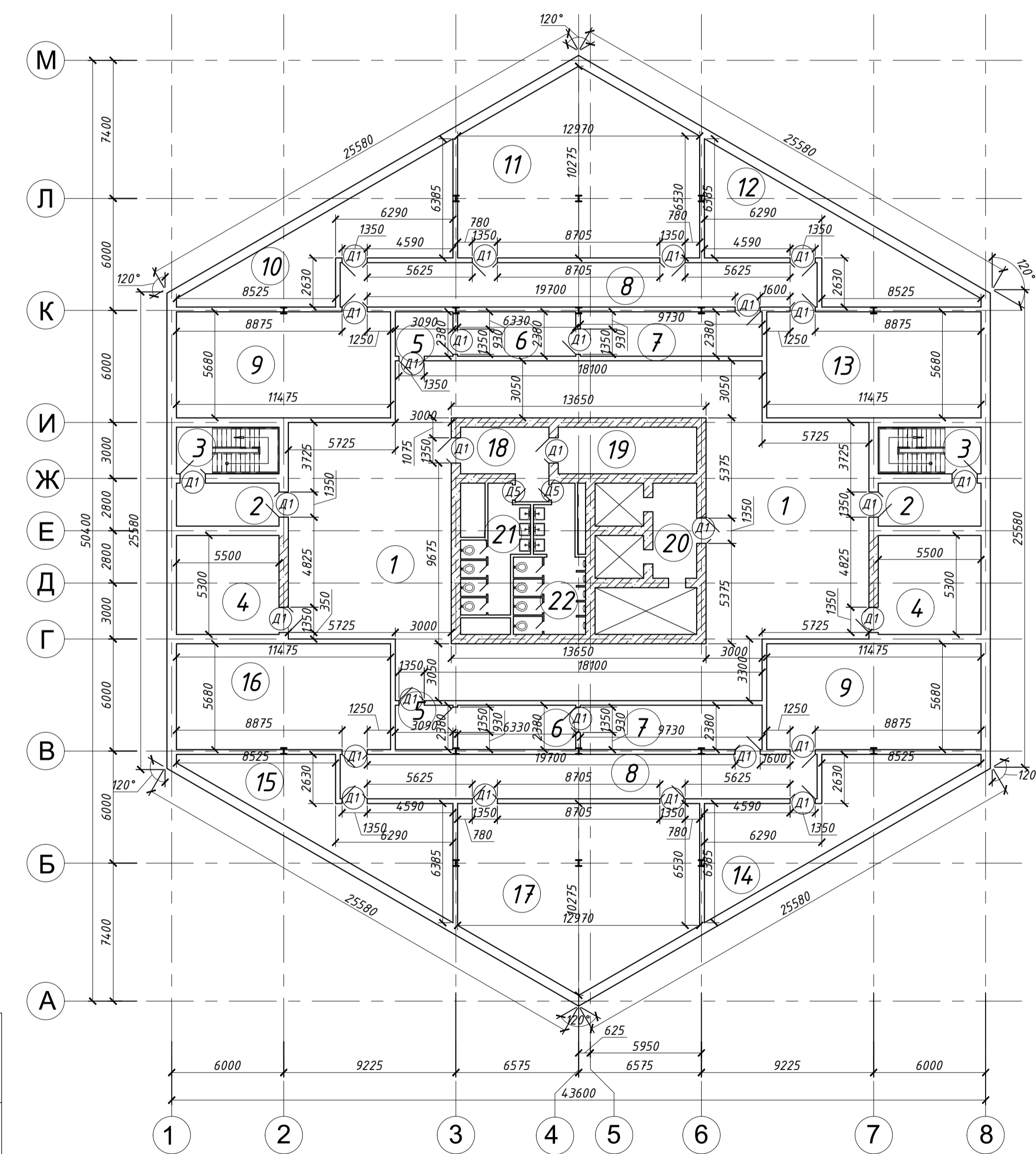
Ведомость заполнения оконных и дверных проемов

Марка поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примеч.
<b>Окна</b>					
ОК-1	ГОСТ 11214-2003	ОД СП Д1 1800-1530-94	20		
ВН-1	ГОСТ 21519-2003	ОАК СПД 1500-3000-82 В2	512		
<b>Двери</b>					
Д1	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС О2 2100-1350 П ЕIS-60	145		
Д2	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС О1 2100-1300 П ЕIS-60	1		
Д3	ГОСТ 23747-2015	ДАН КМ Оп Пр Бпр Р 2100x1800	2		
Д4	ГОСТ 30970-2014	ДПН КМ Бпр Оп Пр Р 2100x2500	2		
Д5	ГОСТ 30970-2002	ДПВ Г Б Пр 2100-900	42		
Д6	ГОСТ 31174-2017	ВМ ДН204.7.17.03.МЛ 2400x2400	16		

Разрез 1-1



План этажа на отм. -13,000



Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера				Примечание
	Потолок	Площадь, м²	Стены и перегородки	Площадь, м²	
Санузлы	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	488,43	На высоту h=1,8 м от пола плитка керамическая, выше плитки затирка и водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	828,3	
Лифтовые холлы, коридоры, тамбуры, лестничные клетки	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	568,66	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	1498,8	
Помещения персонала кафе, кухни, дотоготовочные цехи, офисные помещения	Подвесные потолки типа Армстронг	537,64	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	1476,16	
Помещения инженерного и технологического обслуживания	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	1219,15	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	612,7	
Помещения лаборатории	Подвесные потолки типа Грильято	3269,44	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	6617,6	
Автомобильная парковка	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	3657,45	Штукатурка, водозамульсионная краска ГОСТ 52020-2003	1836,5	

Примечания:

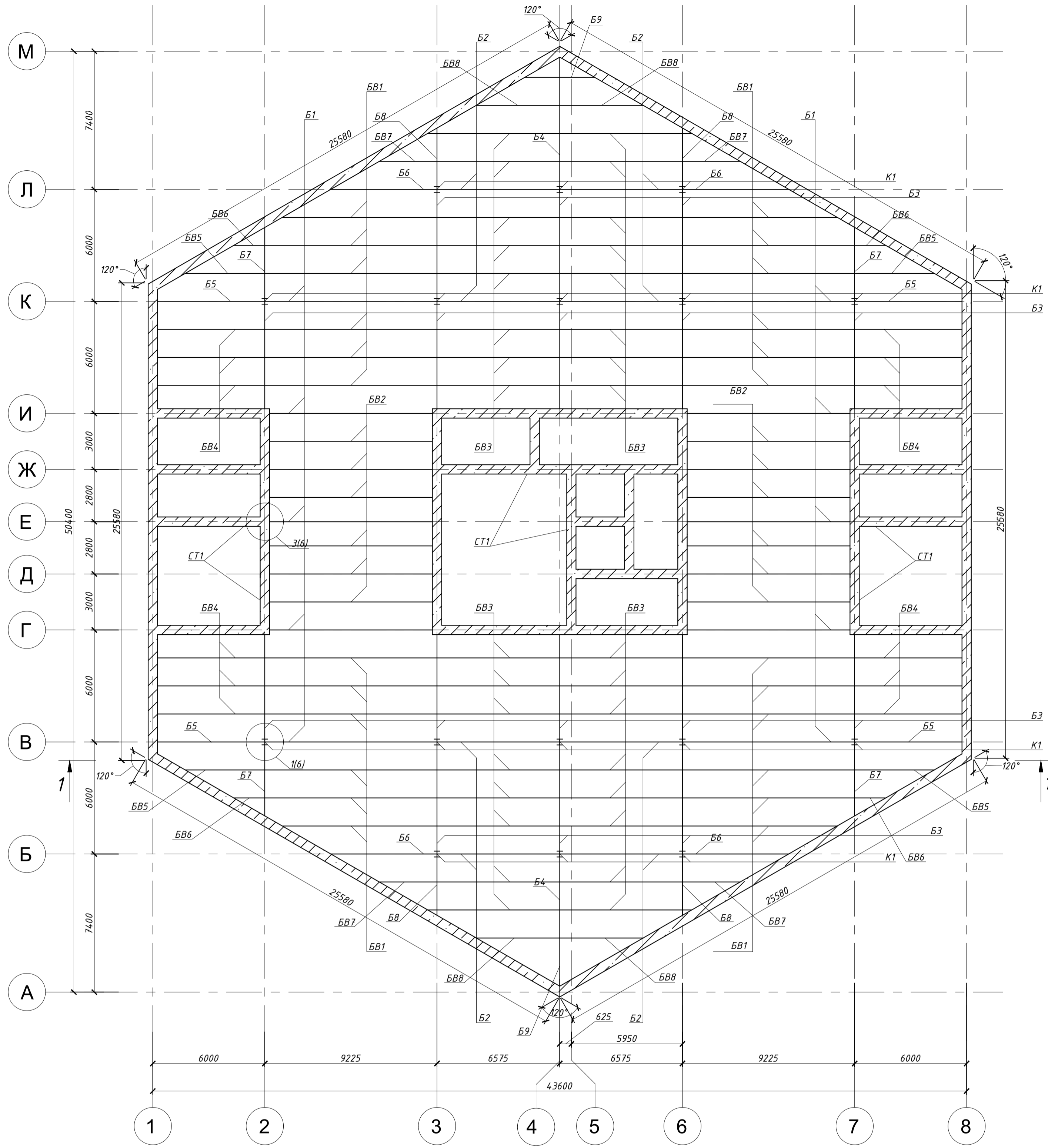
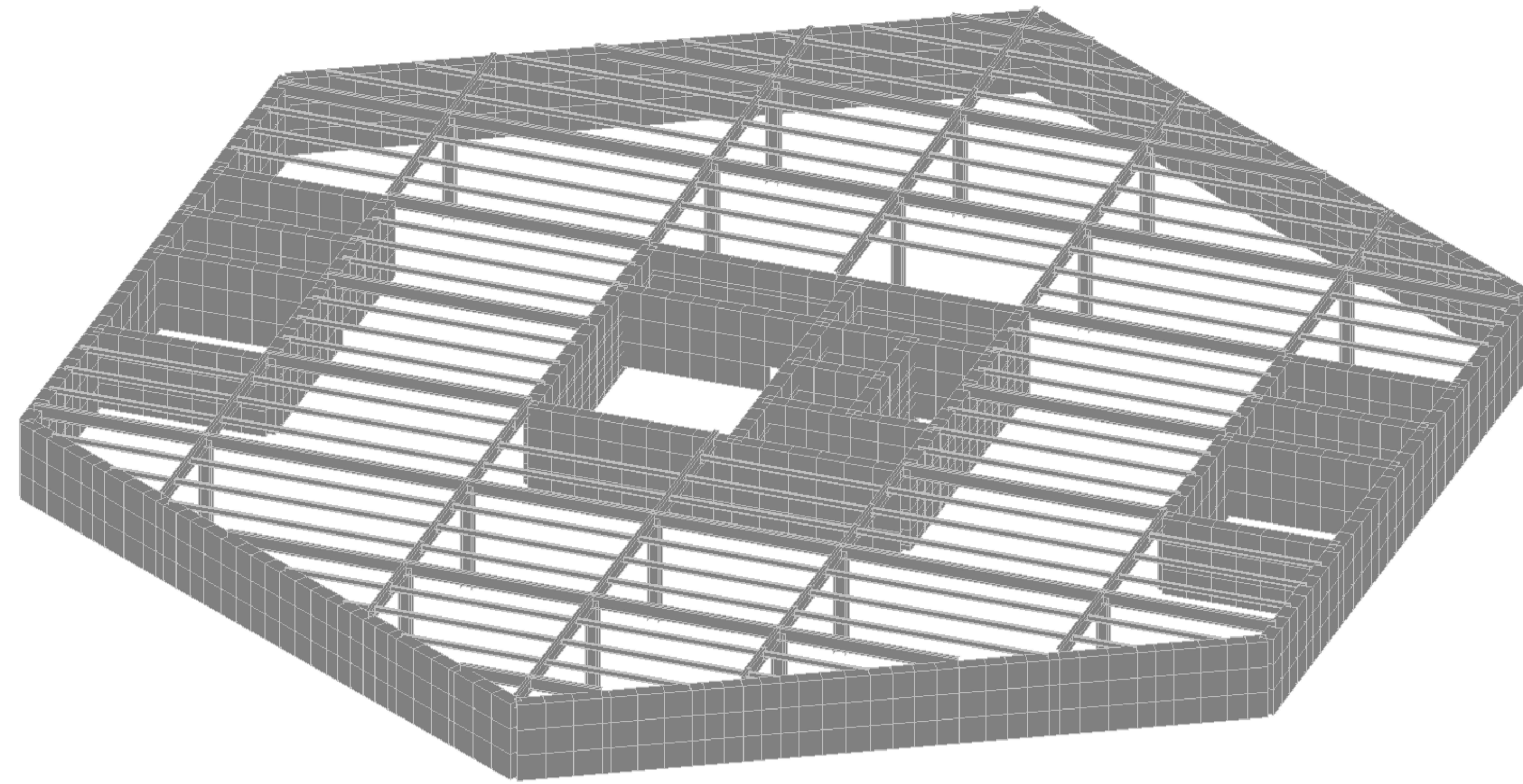
1. Читать совместно с листом 2.

ДП-08.05.01-2022 АР					ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Власов А.Д.					БИ-1	П	3	
Консультант	Серебряничева Е.М.								
Руководитель	Фролова А.В.								
И.к. контроль	Фролова А.В.					План этажа на отм. -13,000; Разрез 1-1; Фасад А-М; Ведомость отделки помещений; Ведомость заполнения оконных и дверных проемов; Чл. 1 и 2.			СКУС
Зав. кафедры	Дорожнев С.В.								

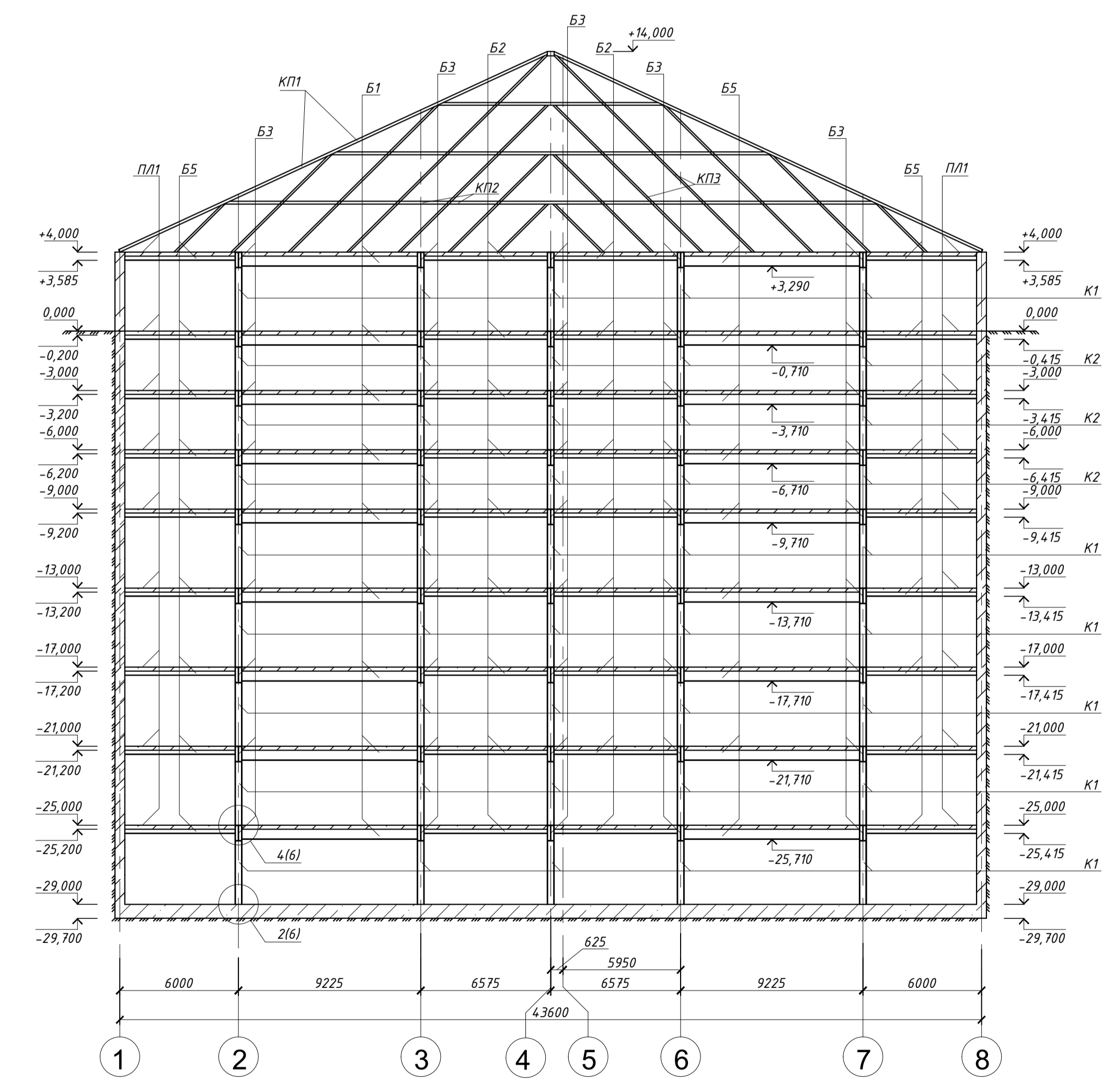


План расположения несущих элементов на отм. -13,000

3-D модель расположения основных несущих конструкций



Разрез 1-1



Ведомость элементов(начало)

Ведомость элементов(окончание)

Марка элемента	Сечение			Усилия			Марка материала	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	М, кНм	Q, кН	N, кН		
Б1			70Б1	27,42	8,17	79,95	С345	
Б2			45Б1	20,4	6,6	48,4		
Б3			80Б1	34,2	12,78	96,22		
Б4			45Б1	58,14	26,55	0,9		
Б5			45Б1	16,3	5,2	13,94		
Б6			45Б1	9,28	4,39	51,06		
Б7			80Б1	31,58	36,08	85,9		
Б8			45Б1	68	53,72	69,7		
БВ1			70Б1	2,39	1,39	16,86		
БВ2			70Б1	2,91	1,34	18,29		
БВ3		45Б1	5,19	1,71	12,63			
БВ4		45Б1	3,49	1,22	15,65			

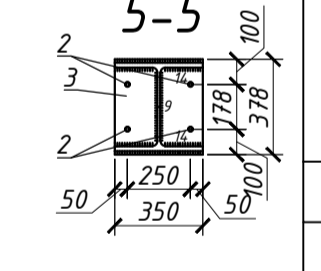
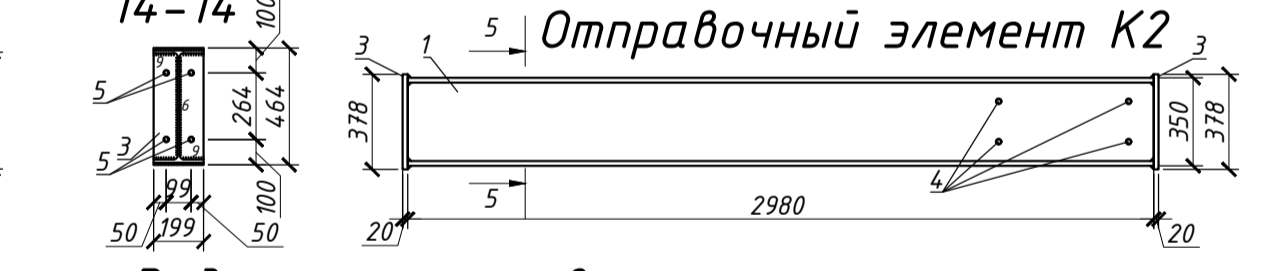
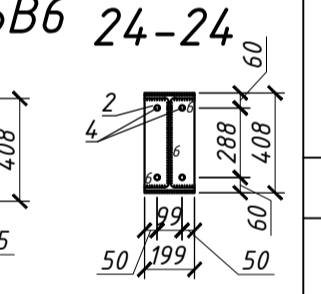
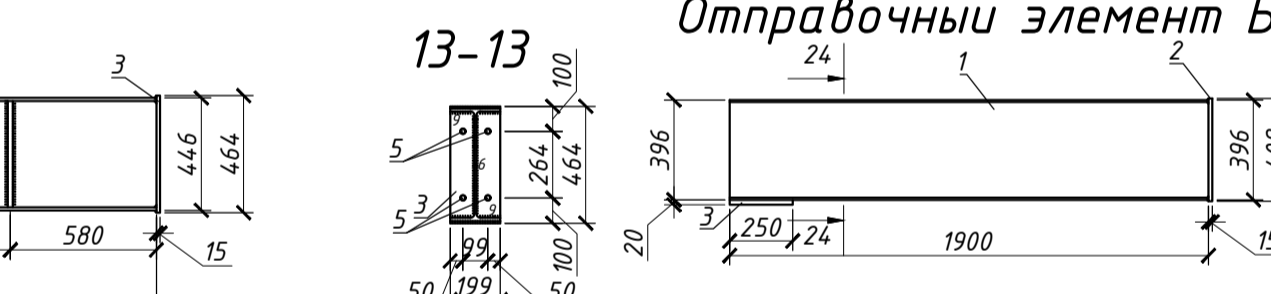
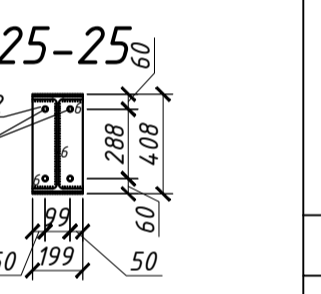
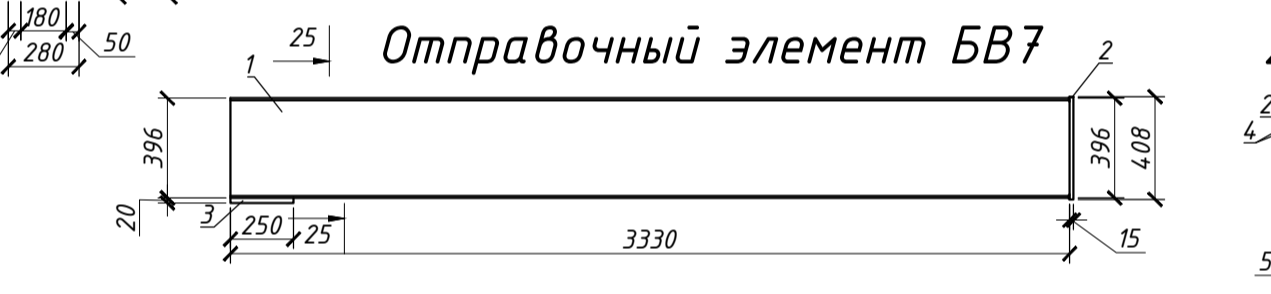
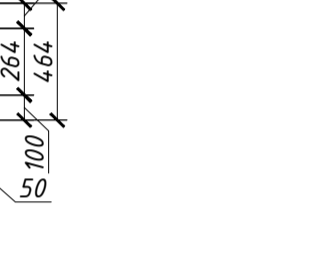
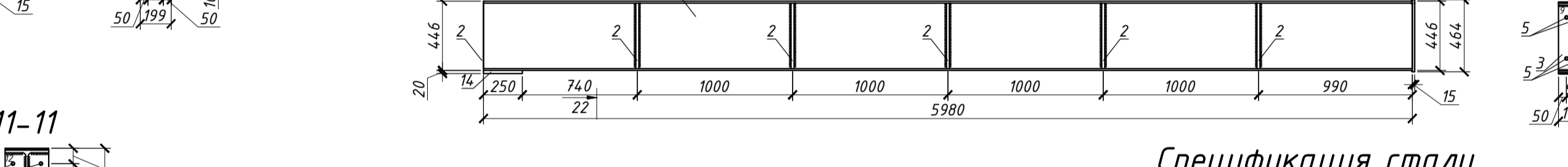
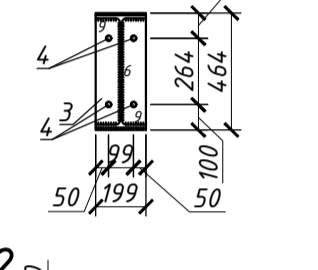
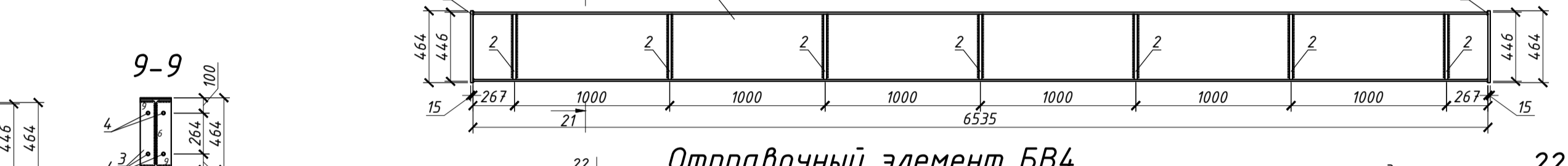
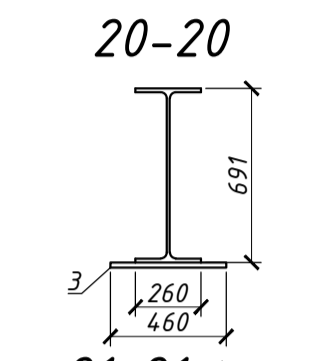
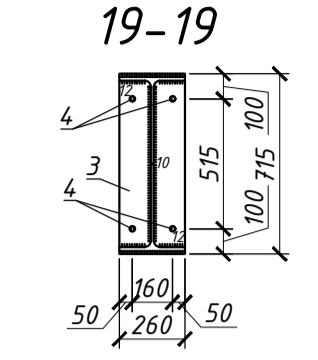
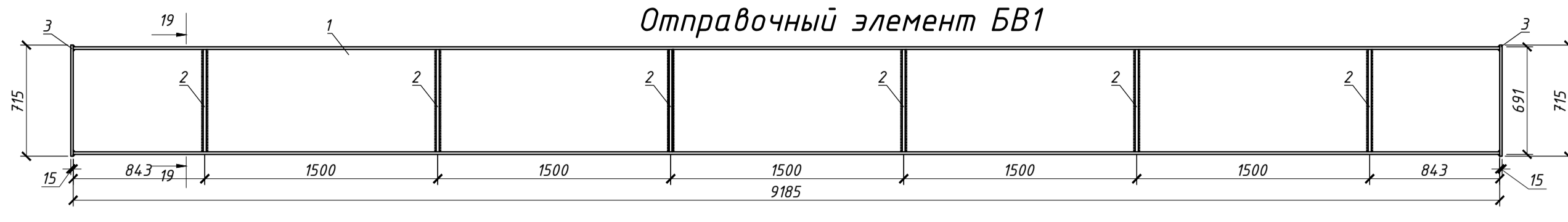
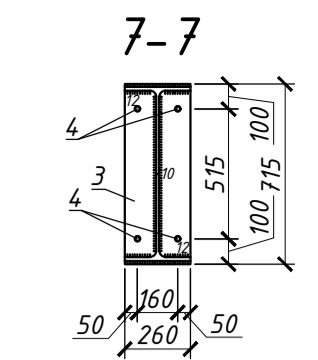
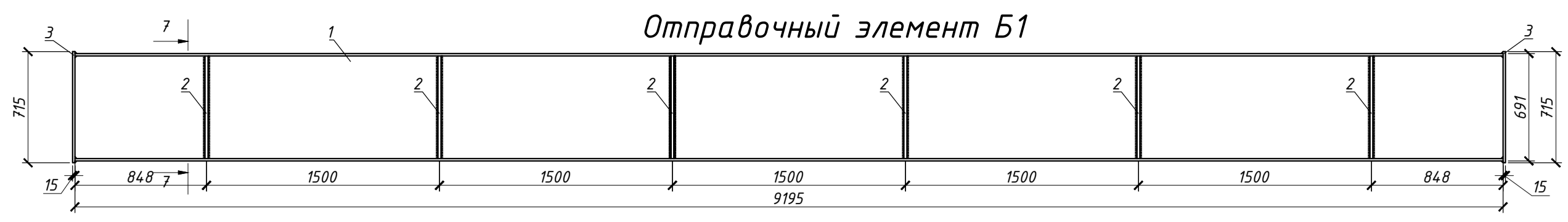
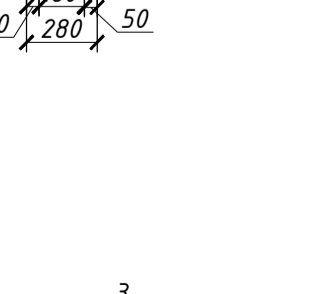
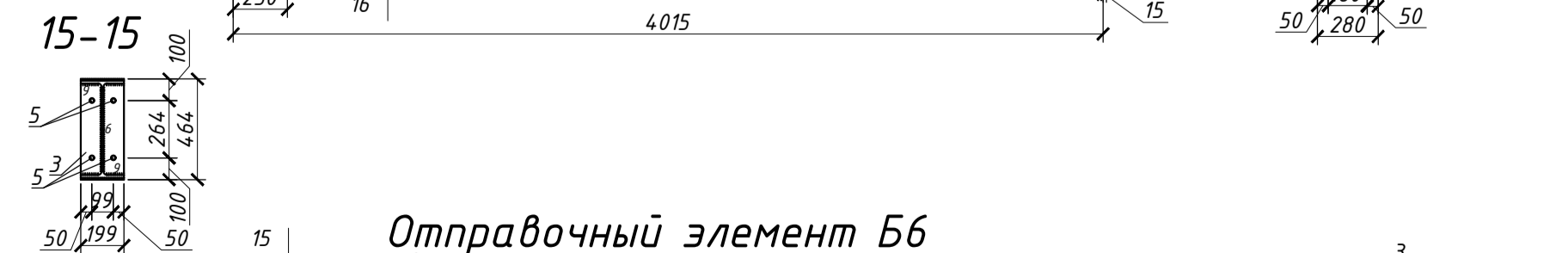
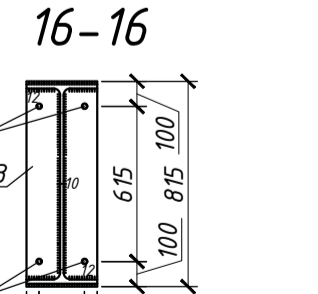
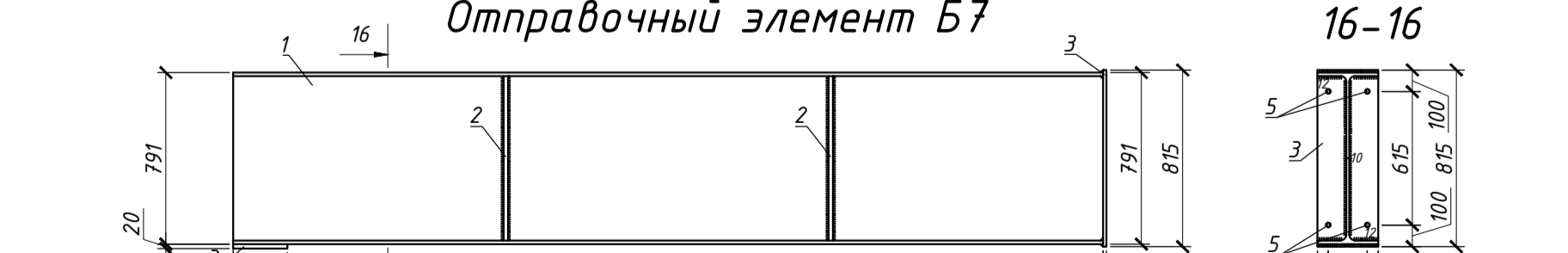
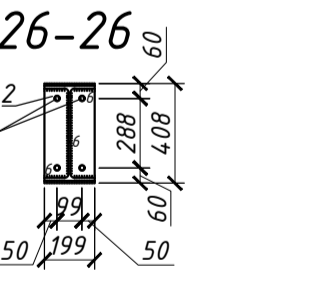
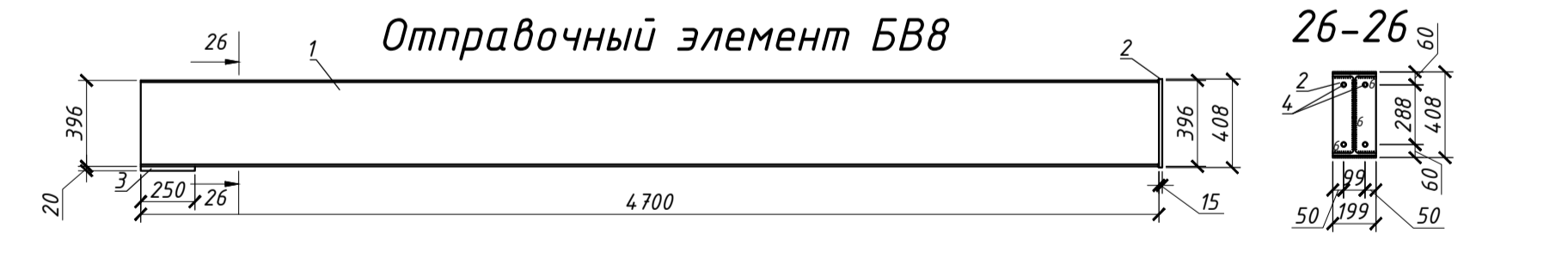
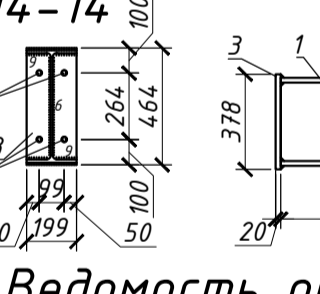
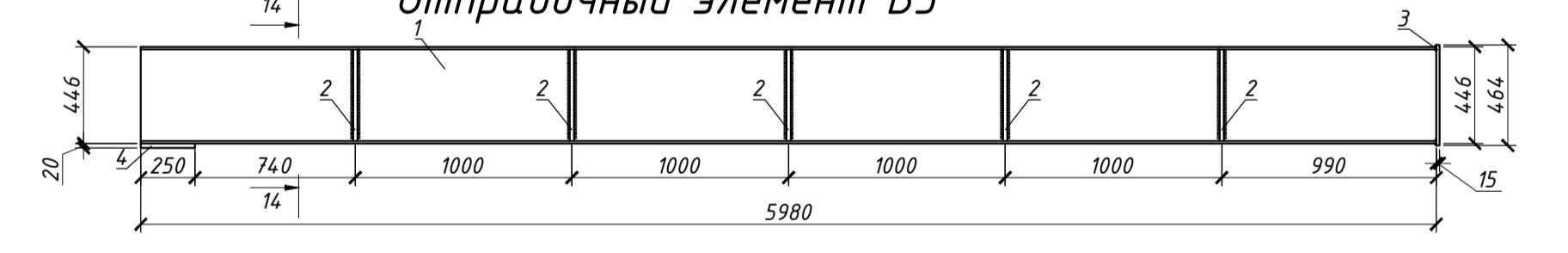
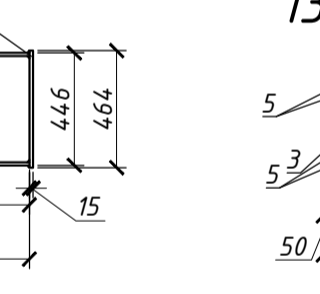
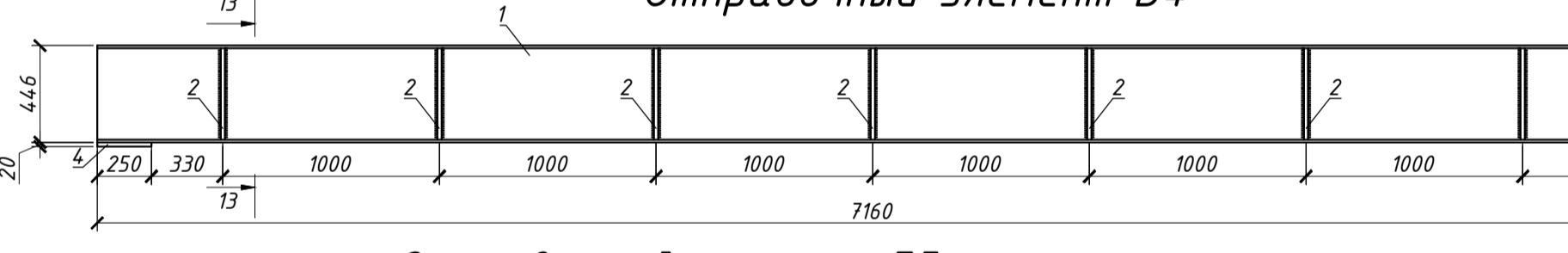
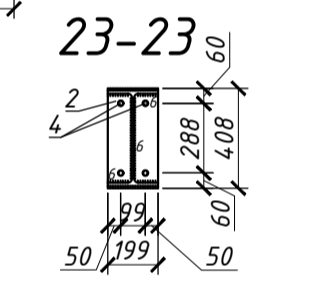
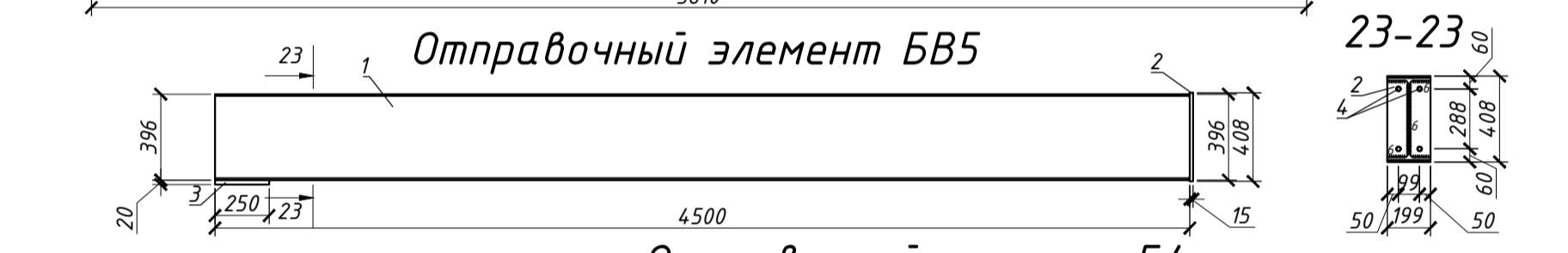
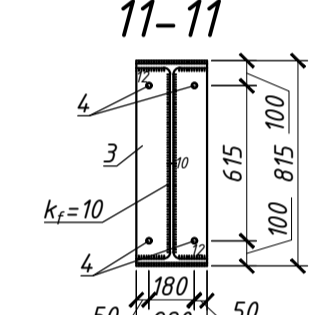
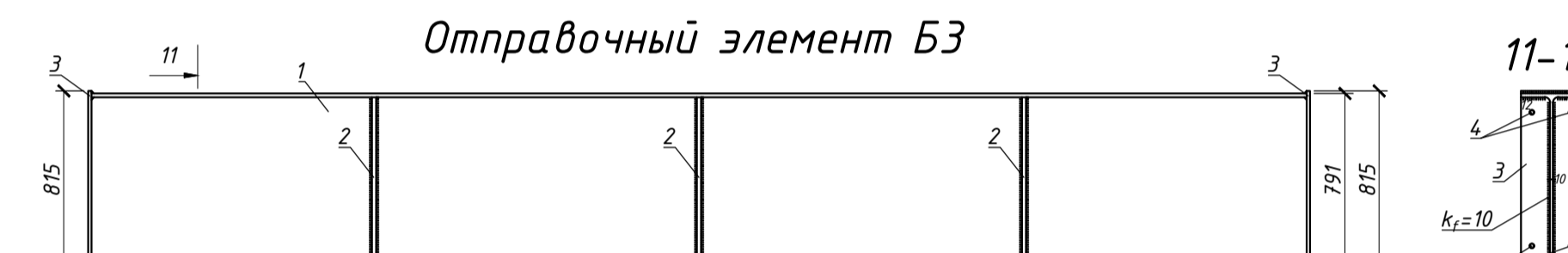
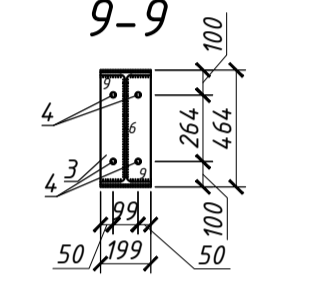
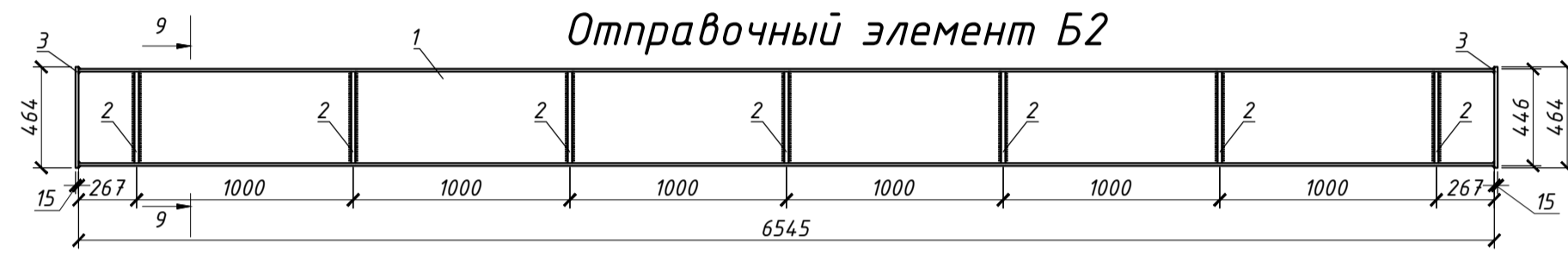
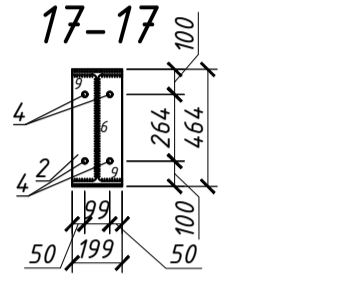
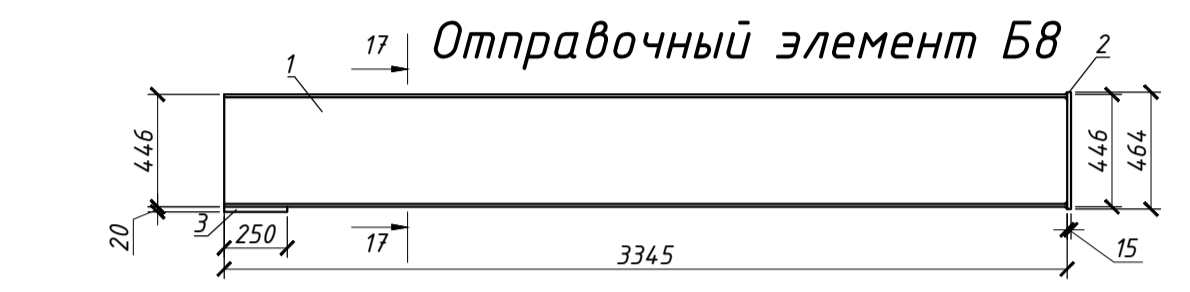
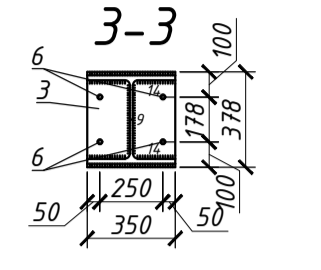
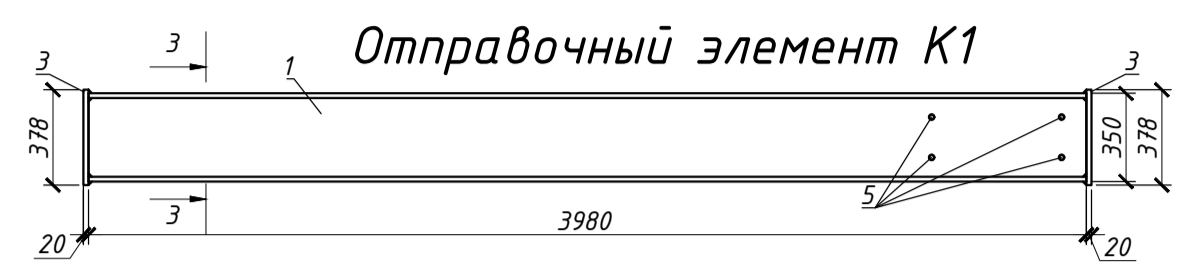
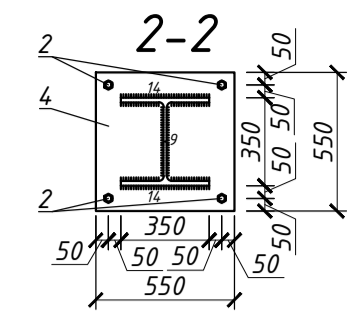
Марка элемента	Сечение			Усилия			Марка материала	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	М, кНм	Q, кН	N, кН		
БВ5			40Б1	3,2	1,24	3,19	С345	
БВ6			40Б1	3,39	1,59	10,68		
БВ7			40Б1	1,92	1,09	17,04		
БВ8			40Б1	2,16	1,25	24,29		
К1			35К2	41,69	20,19	2423,49	С345	
К2			35К2	71,51	45,97	1855,71		
КП1			450x450x8	321,02	71,86	103,52		С345
КП2		450x450x8	94,62	39,13	99,17			
КП3		400x400x6	28,08	17,81	86,85			
КТ1			500 мм				В35	
ПЛ1			250 мм				В25	

Примечания:

1. Читать совместно с листами 5, 6, 7, 8, 9;
2. Огнезащита металлических конструкций выполняется из толстослойной штукатурки по арматурной сеткам.

ДП-08.05.01-2022 КР					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разработал	Власов А.Д.				
Консультант	Фролова А.В.				
Руководитель	Фролова А.В.				
5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1		Стадия	Лист	Листов	
		П	4		
И. контроль	Фролова А.В.				
Зав. кафедры	Двордов С.В.				
СКИУС					

План расположения несущих элементов на отм. -13,000. 3-Д вид расположения основных несущих элементов; Разрез 1-1; Ведомость элементов



Ведомость отправочных элементов

Марка элемента	Количество	Масса, т	
		Одного элемента	Всех
K1	96	0,687	65,95
K2	48	0,455	21,84
B1	90	1,35	121,81
B2	72	0,523	37,66
B3	144	1,006	144,86
B4	18	0,571	10,28
B5	36	0,47	16,92
B6	36	0,46	16,56
B7	36	0,734	26,42
B8	36	0,247	8,89
BВ1	216	1,353	292,25
BВ2	108	1,4	151,2
BВ3	324	0,523	169,45
BВ4	108	0,47	50,76
BВ5	36	0,277	9,97
BВ6	36	0,135	4,86
BВ7	36	0,216	7,78
BВ8	36	0,297	10,69
<b>Общая масса</b>			<b>1168,15</b>

Ведомость заводских сварных швов

Марка элемента	Длина швов, м		
	При сечении шва	Приведенные	
	На элемент	На все	
K1, K2	2,18	2,18	313,92
B2, B4, B5, BВ4, BВ5	1,59	1,59	429,3
B8, BВ3, BВ7, BВ6, BВ8	1,43	1,43	514,8
Общая длина при сечении 9			1258,02
	14		
K1, K2	2,8	2,8	403,2
Общая длина при сечении 14			403,2
	10		
B1, B7, BВ1	2,45	2,45	837,9
Общая длина при сечении 10			837,9
	12		
B1, B7, BВ1	2,08	2,08	711,36
Общая длина при сечении 12			711,36
	6		
B2, B4, B5, BВ4, BВ5	1,54	1,54	415,8
B8, BВ3, BВ7, BВ6, BВ8	1,38	1,38	496,8
Общая длина при сечении 6			912,6

Спецификация стали

Марка	Поз.	Сечение	Количество		Длина, мм	Масса, т			Сталь	Примечание
			Т	Н		одной детали	всех элементов			
BВ2	1	70Б1	1	9225	1,21	1,21	1,386	С345		
	2	t=10; 660x124	12	660	0,01	0,12				
	3	t=20; 460x250	2	460	0,028	0,056				
	4	Отверстие	8	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,014			
BВ3	1	45Б1	1	6535	0,43	0,43	0,518	С345		
	2	t=10; 422x95	14	422	0,005	0,07				
	3	t=15; 464x199	2	464	0,009	0,018				
	4	Отверстие	8	d=20мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
BВ4	1	45Б1	108	5980	0,39	0,39	0,465	С345		
	2	t=10; 422x95	10	422	0,005	0,05				
	3	t=15; 464x199	1	464	0,009	0,009				
	4	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
BВ5	1	40Б1	1	4500	0,25	0,25	0,274	С345		
	2	t=15; 408x199	1	408	0,008	0,008				
	3	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	4	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,003			
BВ6	1	40Б1	1	1900	0,11	0,11	0,134	С345		
	2	t=15; 408x199	1	408	0,008	0,008				
	3	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	4	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,001			
BВ7	1	40Б1	1	3330	0,19	0,19	0,214	С345		
	2	t=15; 408x199	1	408	0,008	0,008				
	3	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	4	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,002			
BВ8	1	40Б1	1	4700	0,27	0,27	0,294	С345		
	2	t=15; 408x199	1	408	0,008	0,008				
	3	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	4	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,003			

**Примечания:**  
 1. Читать совместно с листами 4, 6.  
 2. Сварные швы с индексом 9 выполнять электродами Э50(К<sub>2</sub>=9), швы с индексом 14 выполнять электродами Э50(К<sub>2</sub>=14), швы с индексом 6 выполнять электродами Э50(К<sub>2</sub>=6), швы с индексом 10 выполнять электродами Э50(К<sub>2</sub>=10), швы с индексом 12 выполнять электродами Э50(К<sub>2</sub>=12).  
 3. Диаметры отверстий под болты М приведены в спецификации стали.

Спецификация стали

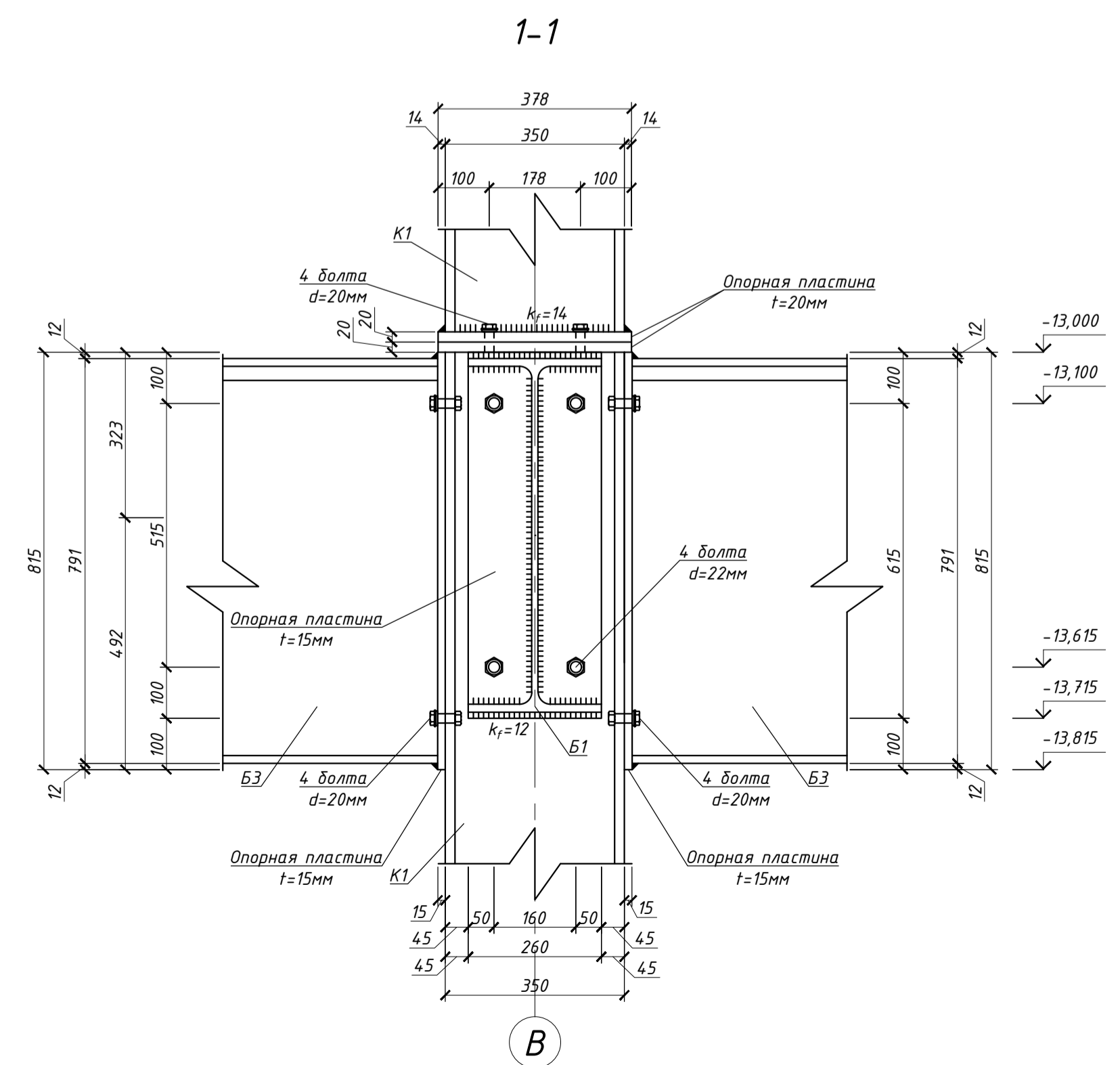
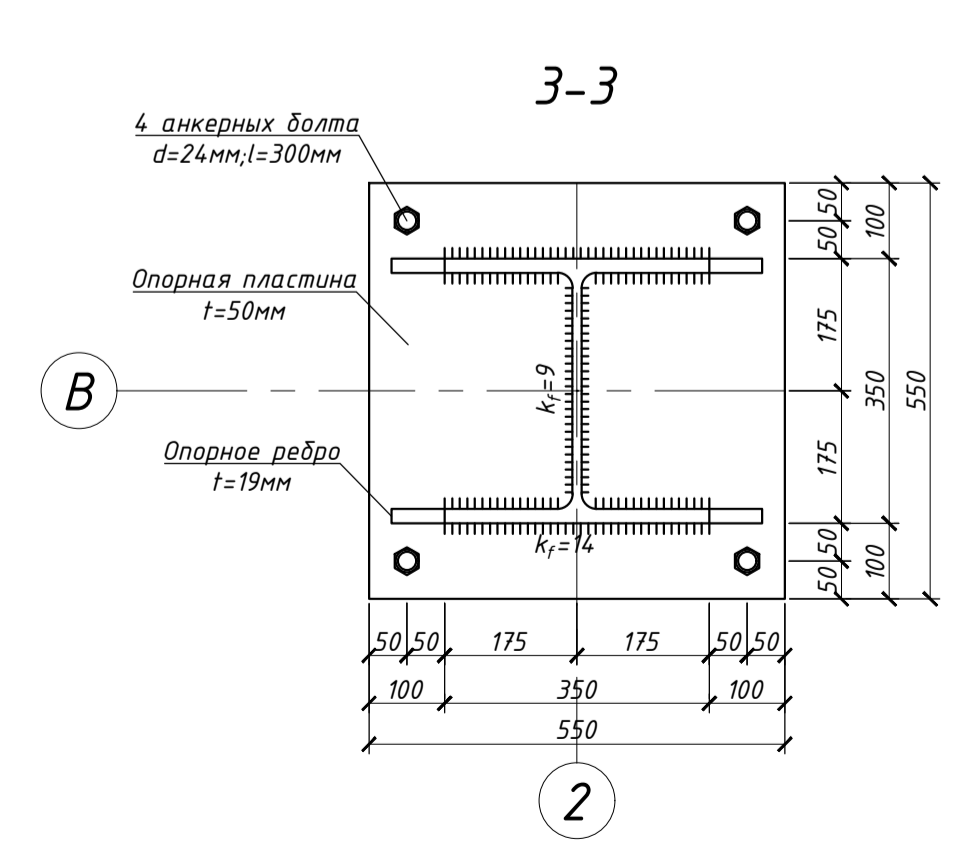
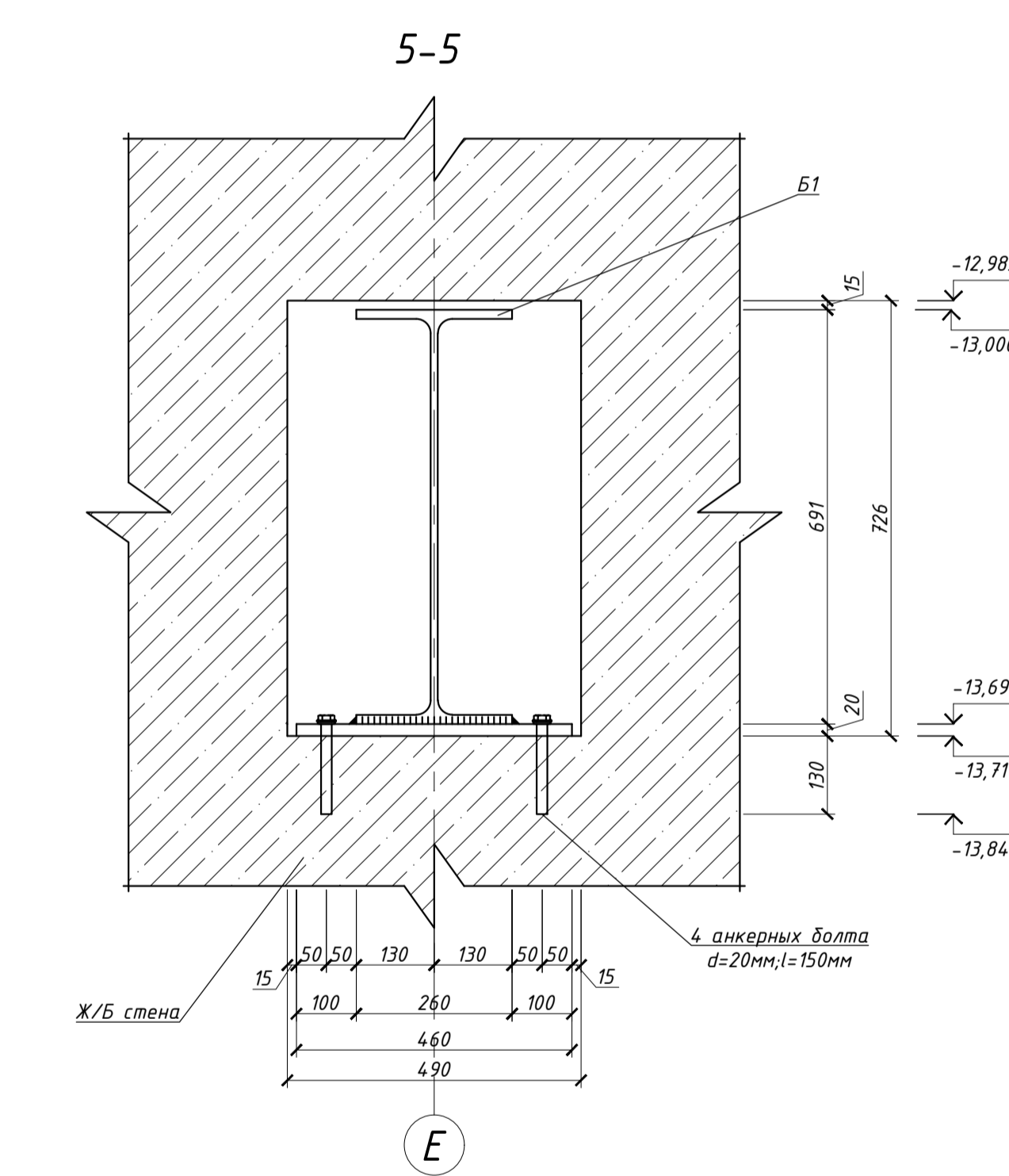
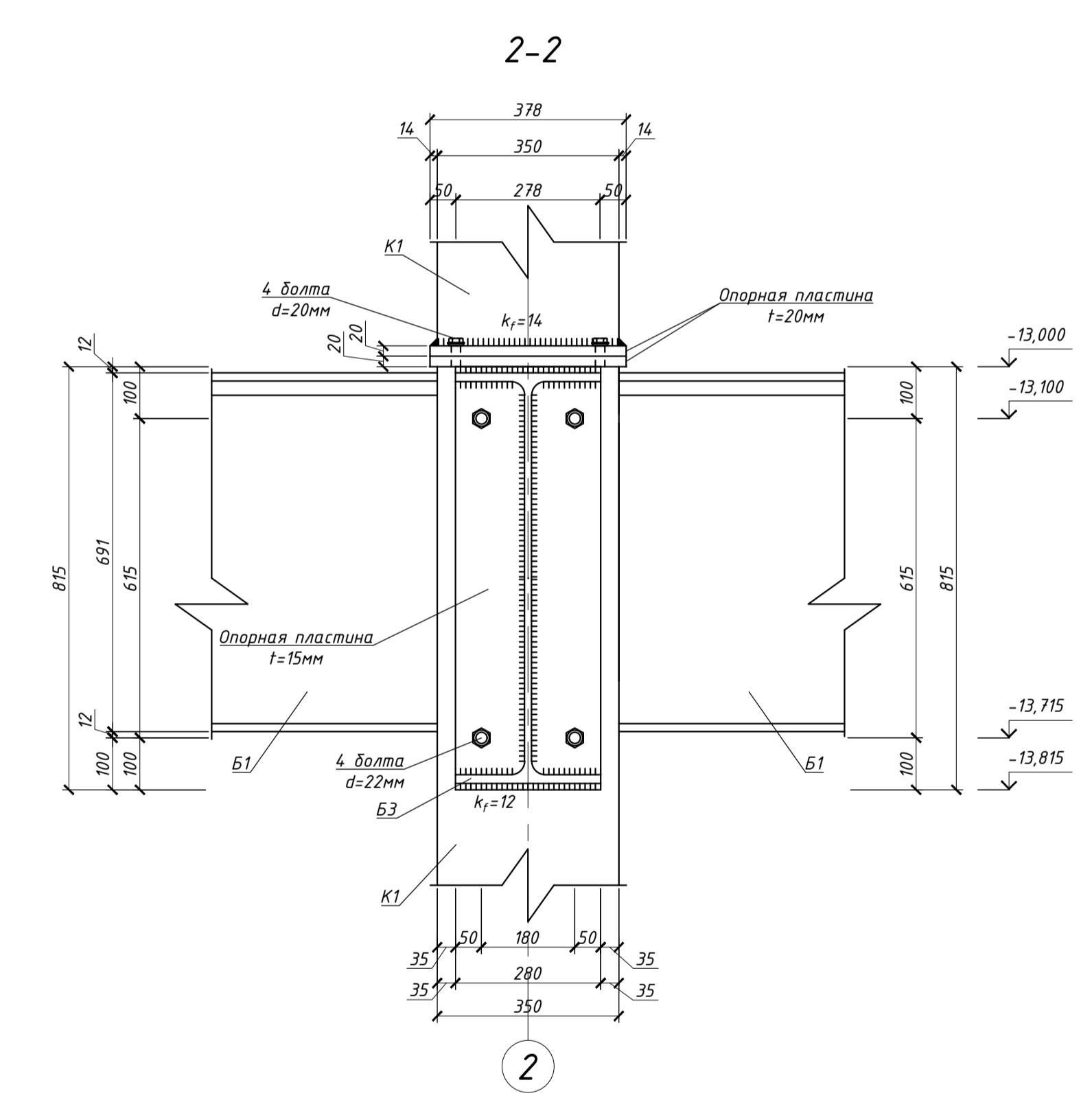
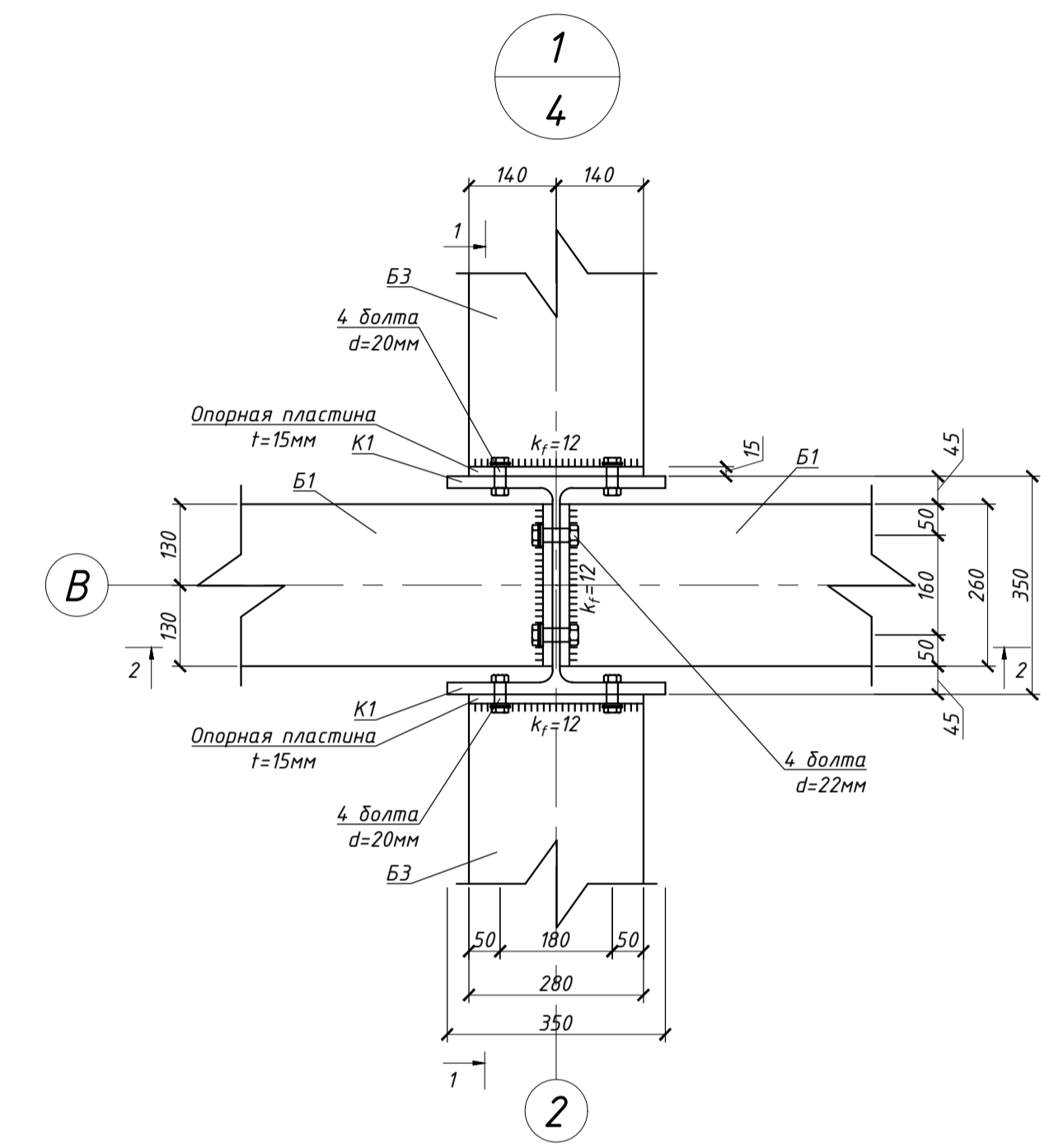
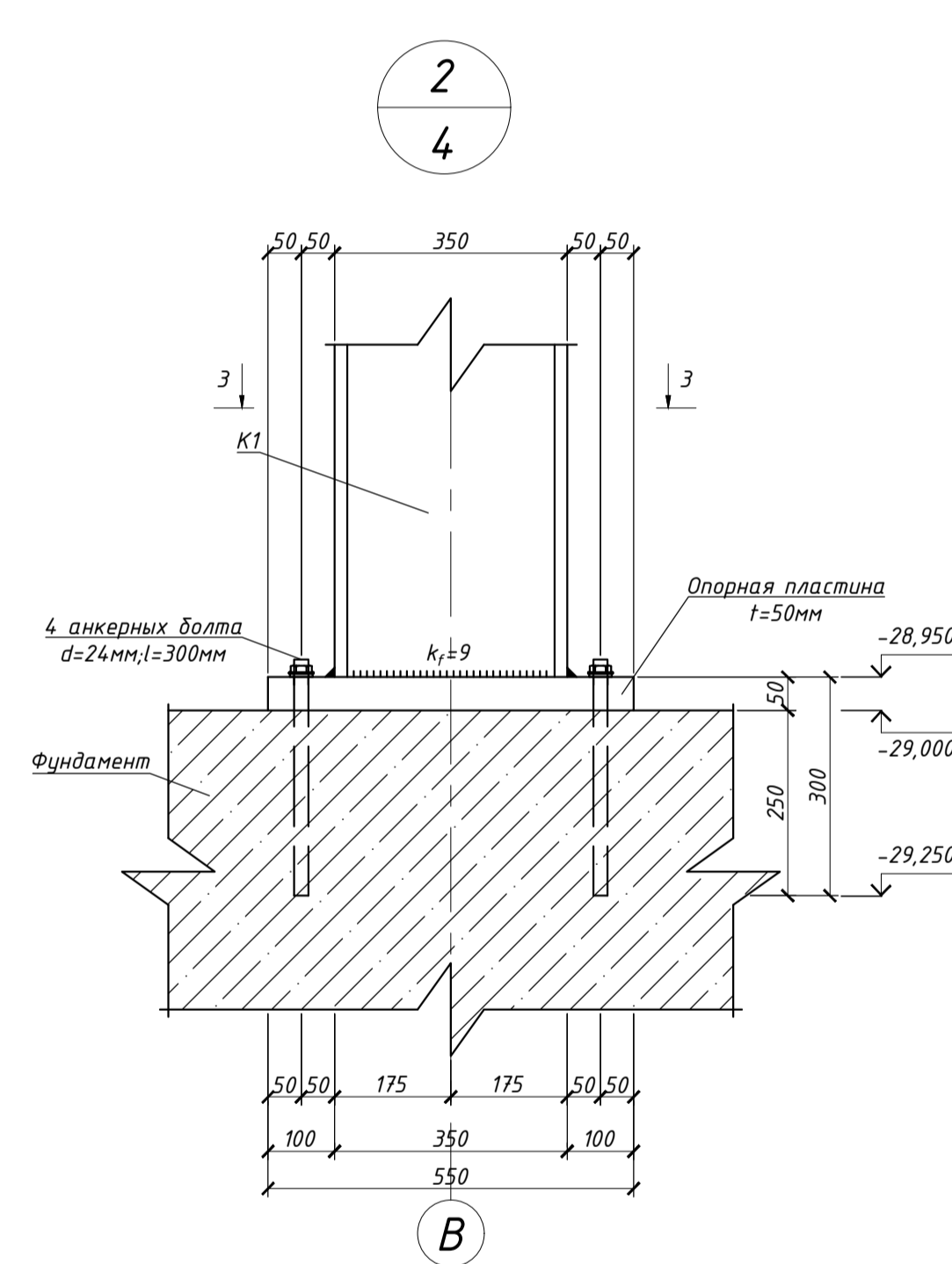
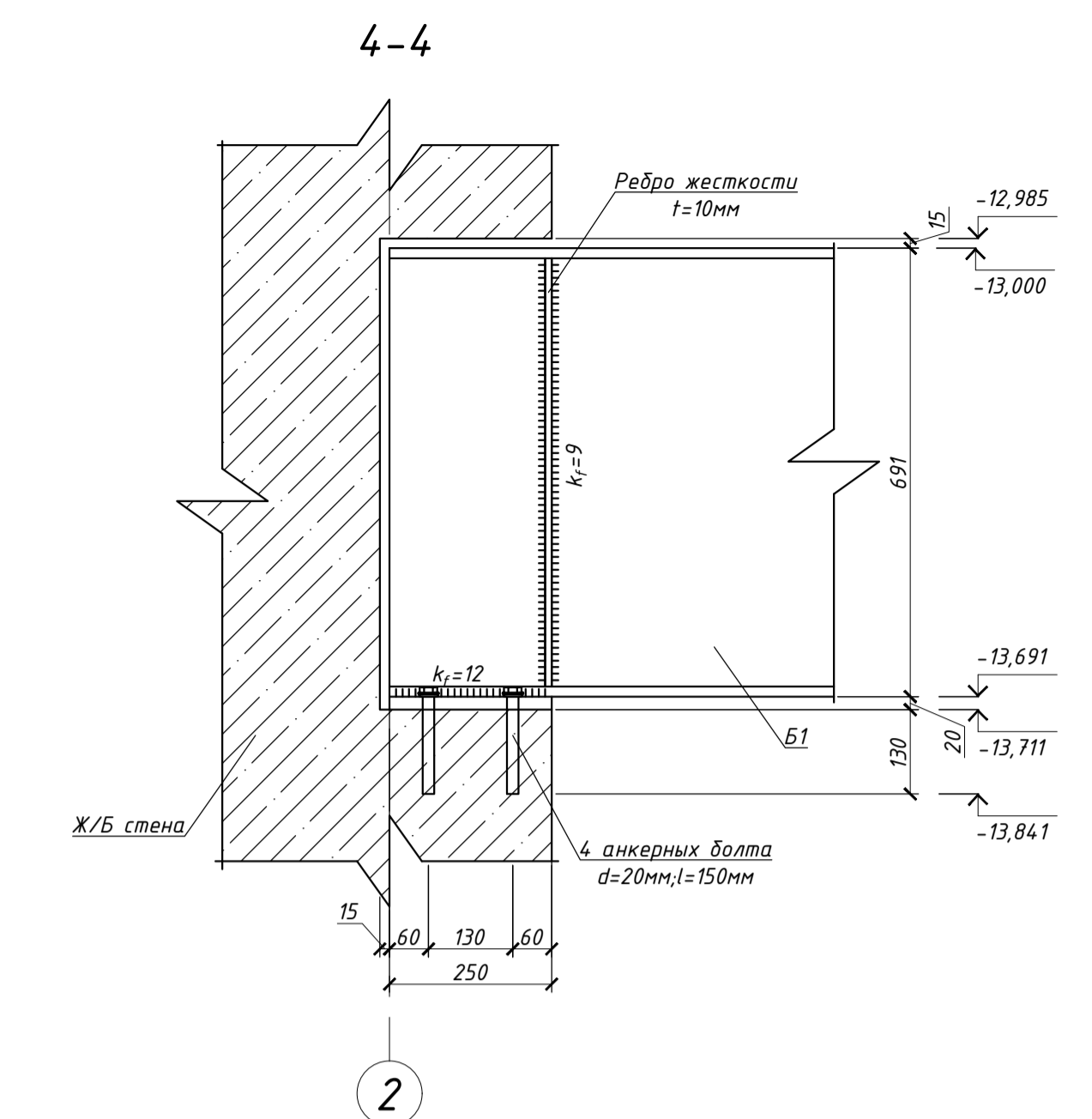
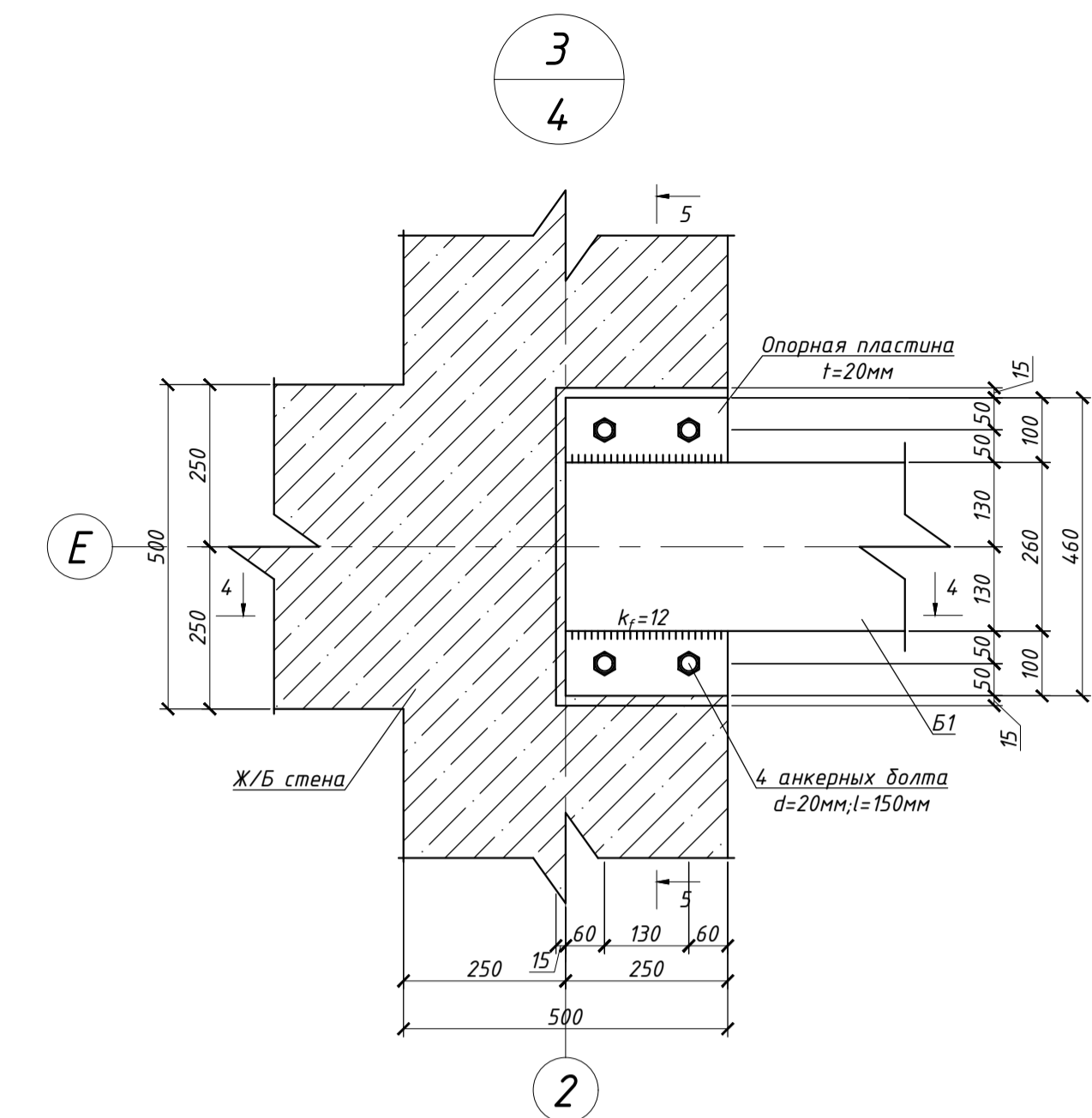
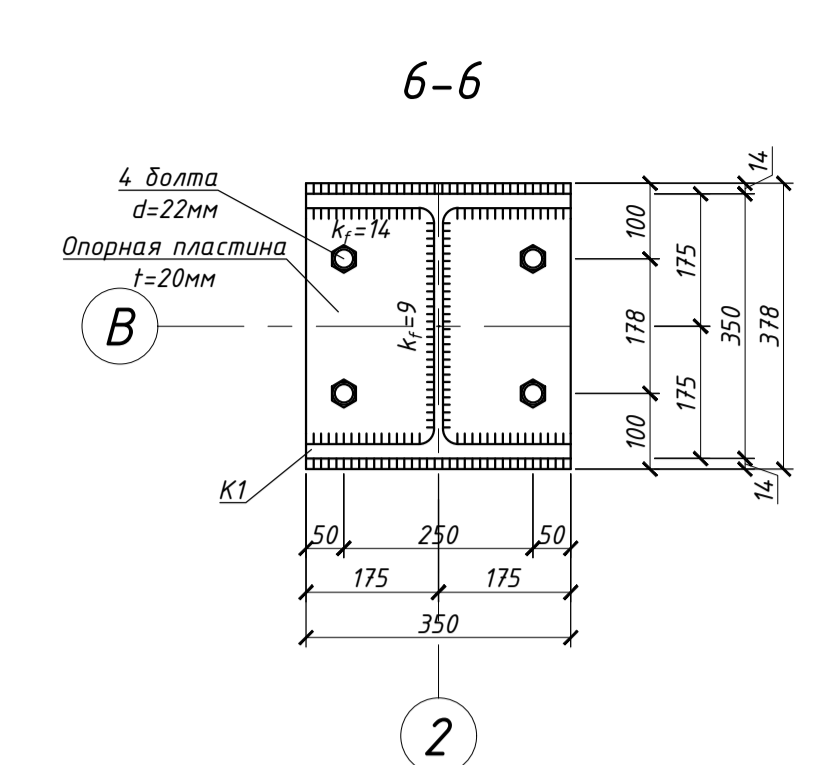
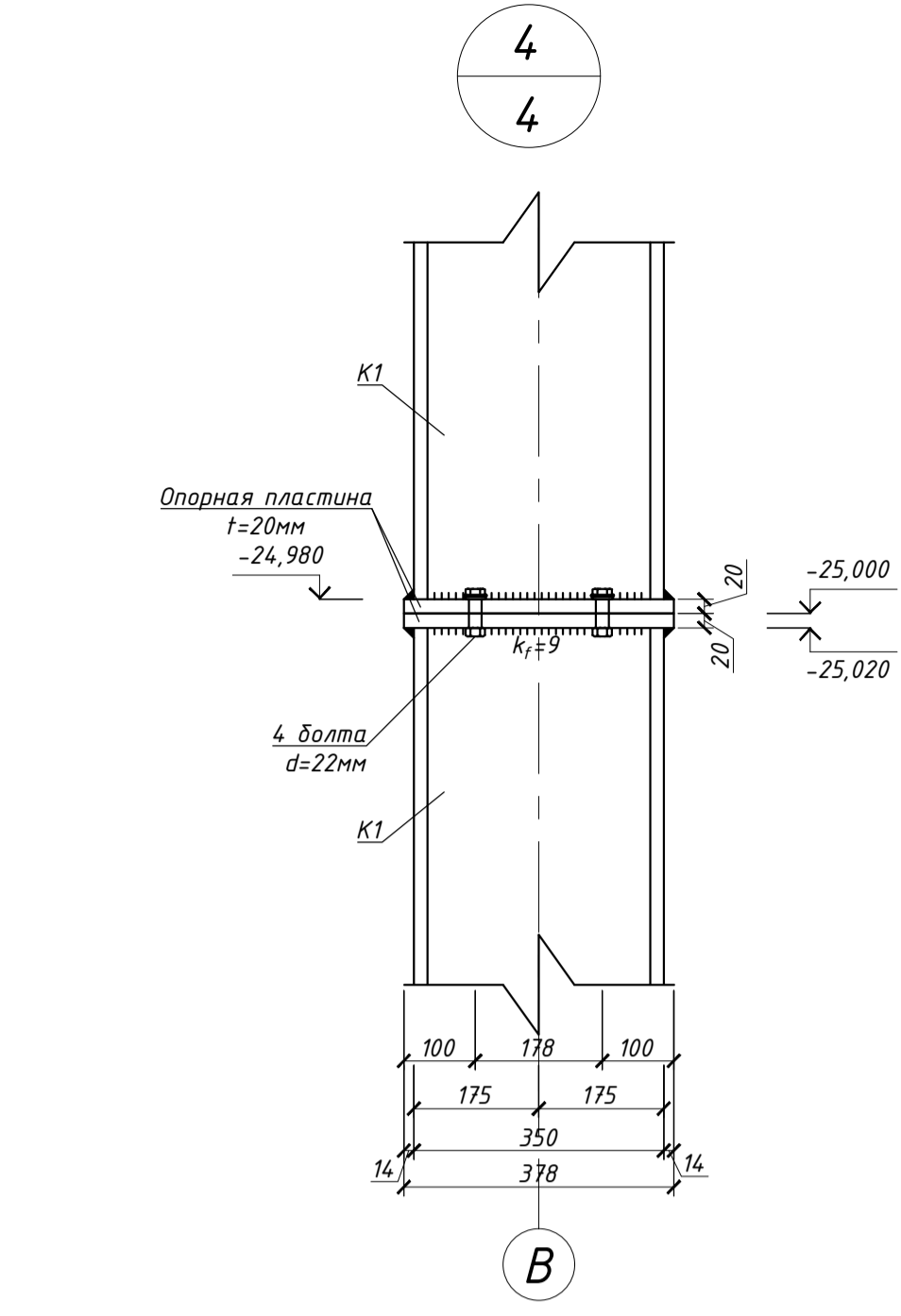
Марка	Поз.	Сечение	Количество		Длина, мм	Масса, т			Сталь	Примечание
			Т	Н		одной детали	всех элементов			
K1	1	35К2	1	3935	0,53	0,53	0,68	С345		
	2	Отверстие	4	d=24мм	-	-				
	3	t=20; 378x350	2	378	0,02	0,04				
	4	t=50; 550x550	1	550	0,11	0,11				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
	6	Отверстие	4	d=20мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,007			
K2	1	35К2	1	2980	0,41	0,41	0,45	С345		
	2	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
	3	t=20; 378x350	2	378	0,02	0,04				
	4	Отверстие	8	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
B1	1	70Б1	1	9195	1,19	1,19	1,34	С345		
	2	t=10; 660x124	12	660	0,01	0,12				
	3	t=15; 715x260	2	715	0,015	0,03				
	4	Отверстие	8	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,013			
B2	1	45Б1	1	6545	0,43	0,43	0,518	С345		
	2	t=10; 422x95	14	422	0,005	0,07				
	3	t=15; 464x199	2	464	0,009	0,018				
	4	Отверстие	8	d=20мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
B3	1	80Б1	1	5610	0,89	0,89	0,996	С345		
	2	t=10; 757x133	6	757	0,012	0,072				
	3	t=15; 815x280	2	815	0,017	0,034				
	4	Отверстие	8	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,01			
B4	1	45Б1	1	7160	0,47	0,47	0,565	С345		
	2	t=10; 422x95	14	422	0,005	0,07				
	3	t=15; 464x199	1	464	0,009	0,009				
	4	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,006			
B5	1	45Б1	1	5980	0,39	0,39	0,465	С345		
	2	t=10; 422x95	10	422	0,005	0,05				
	3	t=15; 464x199	1	464	0,009	0,009				
	4	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
B6	1	45Б1	1	5680	0,38	0,38	0,455	С345		
	2	t=10; 422x95	10	422	0,005	0,05				
	3	t=15; 464x199	1	464	0,009	0,009				
	4	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,005			
B7	1	80Б1	1	4015	0,64	0,64	0,727	С345		
	2	t=10; 757x133	4	757	0,012	0,048				
	3	t=15; 815x280	1	815	0,017	0,017				
	4	t=20; 480x250	1	480	0,022	0,022				
	5	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,007			
B8	1	45Б1	1	3345	0,22	0,22	0,245	С345		
	2	t=15; 464x199	1	464	0,009	0,009				
	3	t=20; 399x250	1	399	0,016	0,016				
	4	Отверстие	4	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,002			
BВ1	1	70Б1	1	9185	1,19	1,19	1,34	С345		
	2	t=10; 660x124	12	660	0,01	0,12				
	3	t=15; 715x260	2	715	0,015	0,03				
	4	Отверстие	8	d=22мм	-	-				
Масса наплавленного металла 1%							0,013			

ДП-08.05.01-2022 КМД

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт

Изм.
------



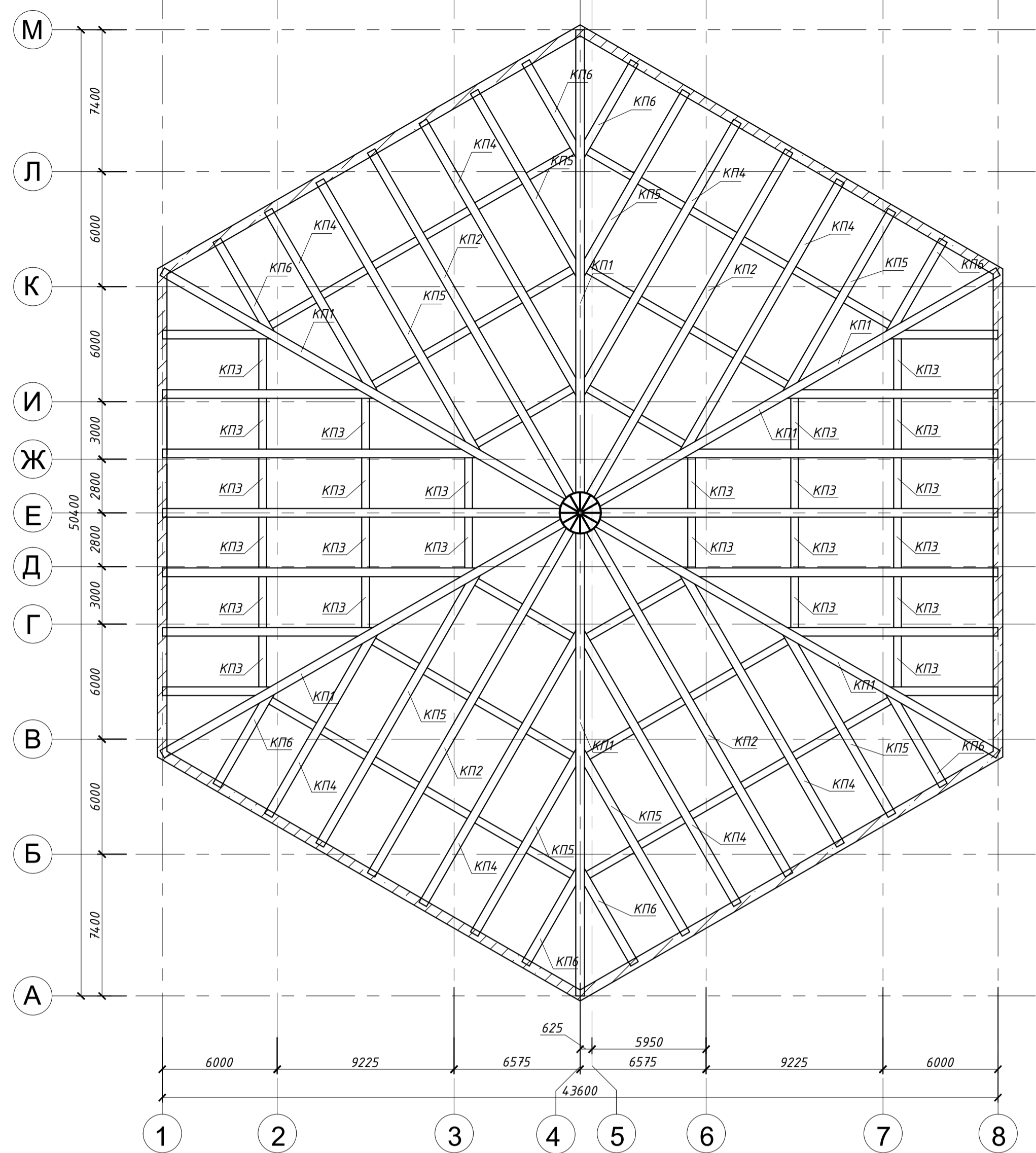


**Примечания:**

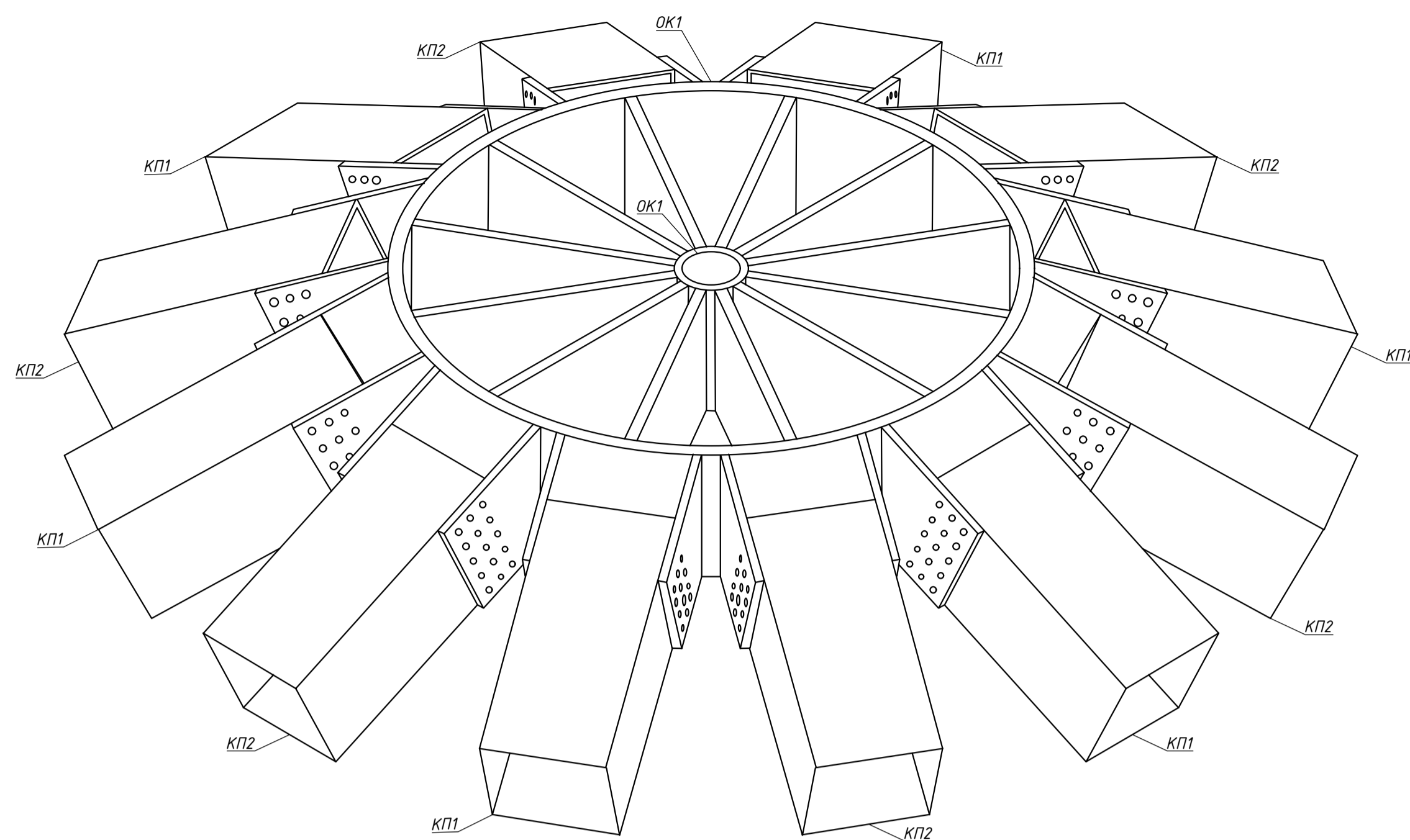
1. Читать совместно с листами 4, 5;
2. Сварные швы выполнять ручной сваркой электродами Э50;
3. Диаметры отверстий под болты М представлены в спецификации стали (см. лист 5);
4. Диаметры отверстий под анкерные болты  $d=20\text{мм}$  -  $d=23\text{мм}$ ;
5. Диаметры отверстий под анкерные болты  $d=24\text{мм}$  -  $d=27\text{мм}$ .

<b>ДП-08.05.01-2022 КМ</b>					
<b>ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"</b>					
<b>Инженерно-строительный институт</b>					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Власов А.Д.				
Консультант	Фроловская А.В.	5-ти этажная подземная лаборатория	Стадия	Лист	Листов
Руководитель	Фроловская А.В.	БИ-1	П	6	
И. контроль	Фроловская А.В.	Читы 1, 2, 3 и 4; Разрезы 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 и			
Зав. кафедрой	Дворовцев С.В.	6-6.	<b>СКУС</b>		

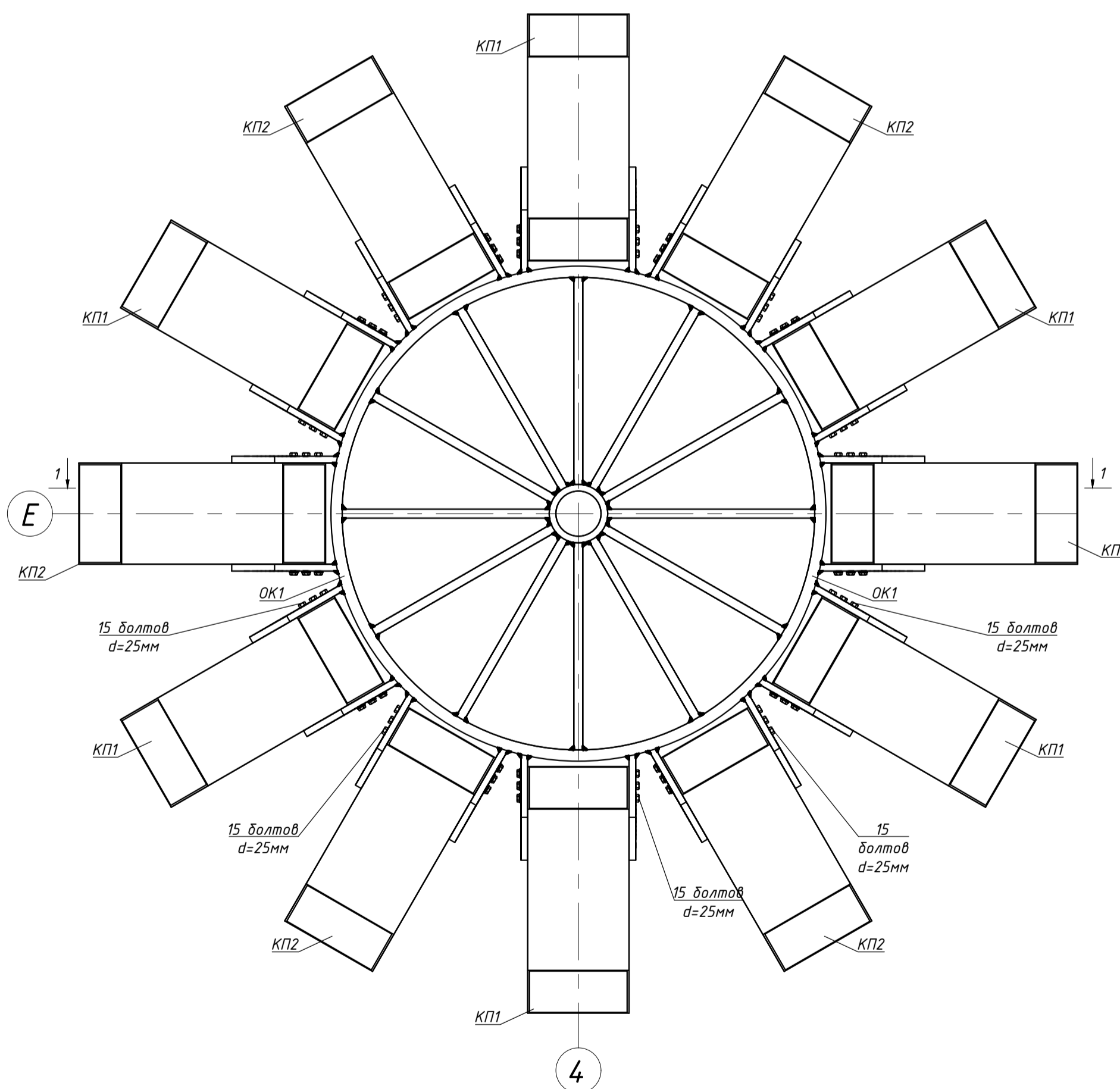
План расположения несущих элементов каркаса покрытия на отм. +4,000



Карнизный узел пирамиды покрытия



Карнизный узел (вид сверху)



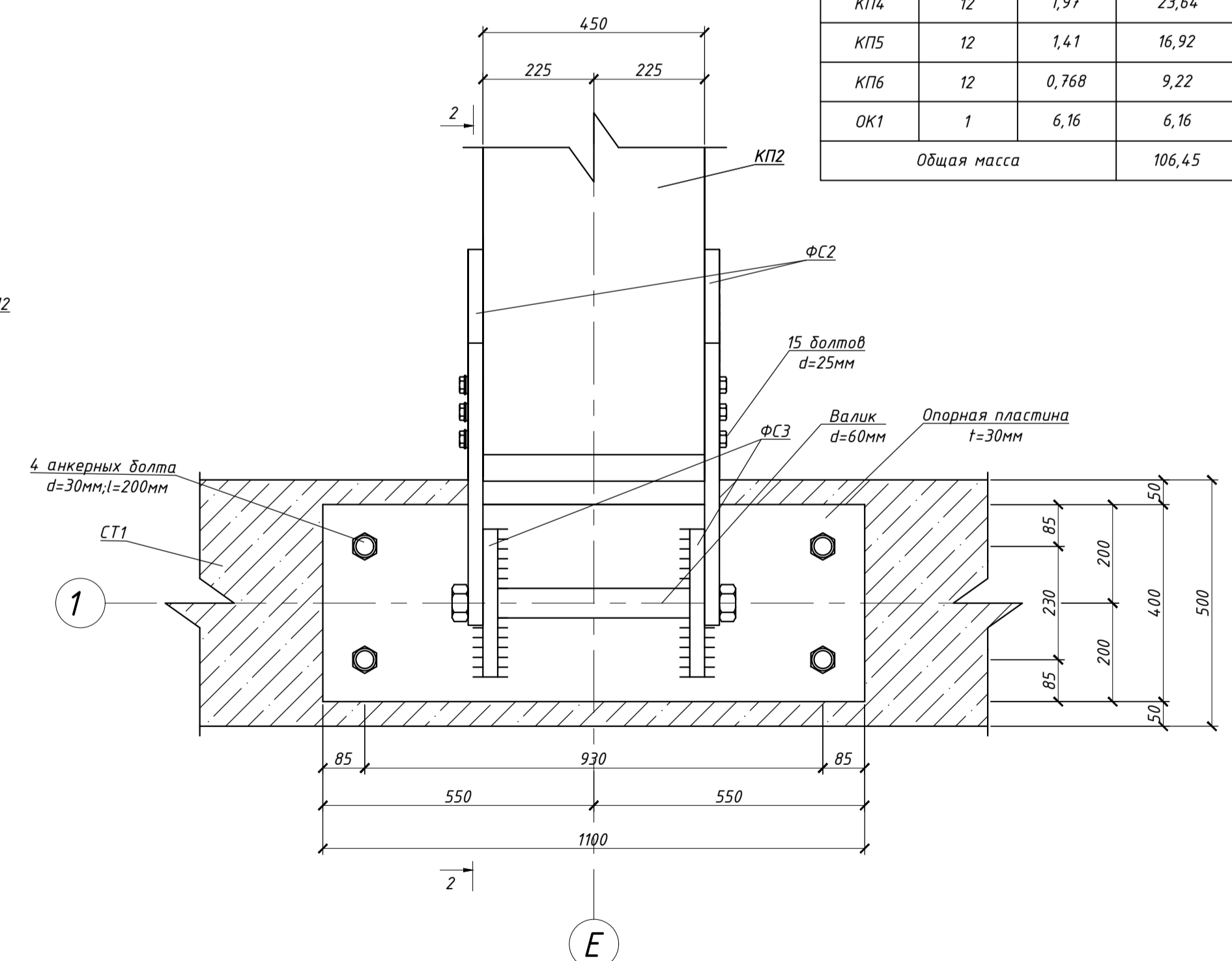
Спецификация стали

Марка	Поз.	Сечение	Количество		Длина, мм		Масса, т			Сталь	Примечание
			Т	Н	одной детали	всех элементов	одной детали	всех элементов			
КП1	КП1	450x450x8	1		27000	2,95	2,95	3,1	С345		
	ФС2	t=30; 450x250	2		450	0,027	0,054				
	ФС3	t=30; 300x251	2		300	0,018	0,036				
Масса наплавляемого металла 1%								0,03			
КП2	КП2	450x450x8	1		24000	2,62	2,62	2,77	С345		
	ФС2	t=30; 450x250	2		450	0,027	0,054				
	ФС3	t=30; 300x251	2		300	0,018	0,036				
Масса наплавляемого металла 1%								0,03			
КП3	КП3	400x400x6	1		3100	0,29	0,29	0,29	С345		
Масса наплавляемого металла 1%								0,003			
КП4	КП4	450x450x8	1		18000	1,97	1,97	2,06	С345		
	ФС2	t=30; 450x250	2		450	0,027	0,054				
	ФС3	t=30; 300x251	2		300	0,018	0,036				
Масса наплавляемого металла 1%								0,02			
КП5	КП5	450x450x8	1		12000	1,31	1,31	1,4	С345		
	ФС2	t=30; 450x250	2		450	0,027	0,054				
	ФС3	t=30; 300x251	2		300	0,018	0,036				
Масса наплавляемого металла 1%								0,01			
КП6	КП6	450x450x8	1		6	0,66	0,66	0,76	С345		
	ФС2	t=30; 450x250	2		450	0,027	0,054				
	ФС3	t=30; 300x251	2		300	0,018	0,036				
Масса наплавляемого металла 1%								0,008			
ОК1	1	t=30; d=260	1		-	0,06	0,06	6,1	С345		
	2	t=30; 920x500	12		920	0,22	2,64				
	3	t=30; 490x250	24		490	0,12	2,88				
	4	t=30; d=2200	1		-	0,52	0,52				
Масса наплавляемого металла 1%								0,06			

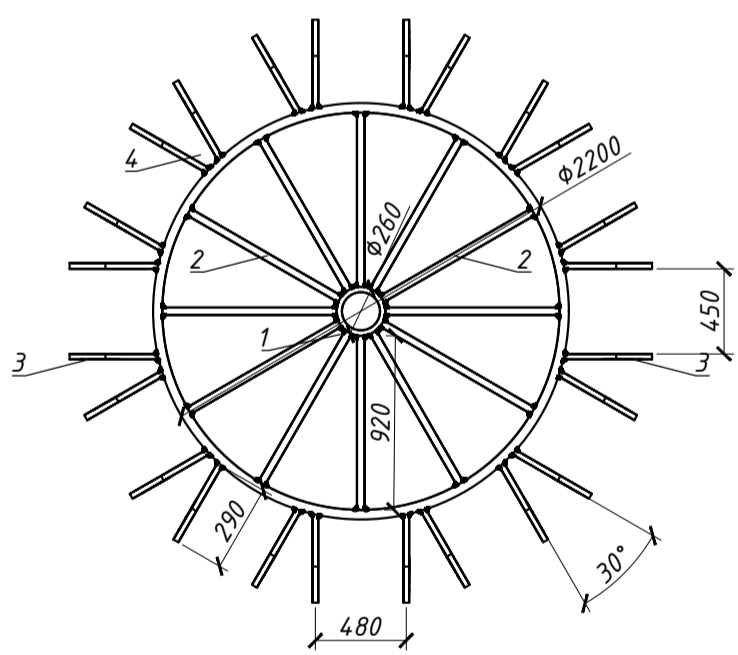
Ведомость отправочных элементов

Марка элемента	Количество	Масса, т	
		Одного элемента	Всех
КП1	6	3,13	18,78
КП2	6	2,8	16,8
КП3	72	0,293	21,09
КП4	12	1,97	23,64
КП5	12	1,41	16,92
КП6	12	0,768	9,22
ОК1	1	6,16	6,16
Общая масса			106,45

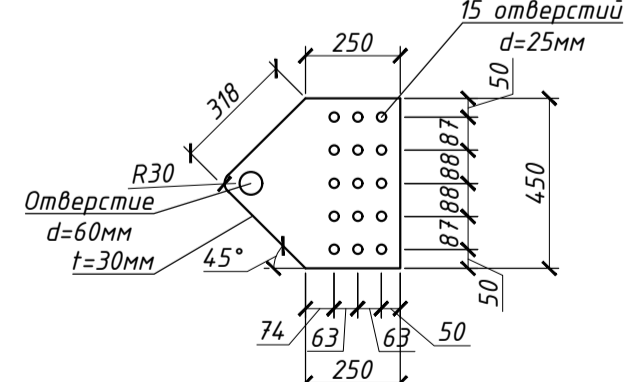
Опорный узел (вид сверху)



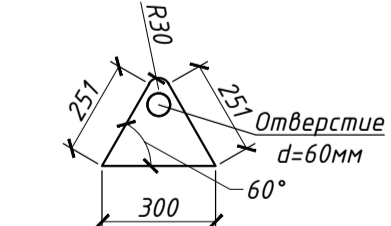
Деталь ОК1



Деталь ФС2



Деталь ФС3



Ведомость заводских сварных швов

Марка элемента	Длина швов, м		
	При сечении шва	Приведенные	На все
ОК1	59,76	59,76	59,76
Общая длина при сечении 20		59,76	

Примечания:

1. Читать совместно с листом 4;
2. Сварные швы выполнять ручной сваркой электродами Э30;
3. Диаметры отверстий под болты М25 - d=28mm;
4. Диаметры отверстий под анкерные болты d=30mm - d=33mm.

ДП-08.05.01-2022 КМ

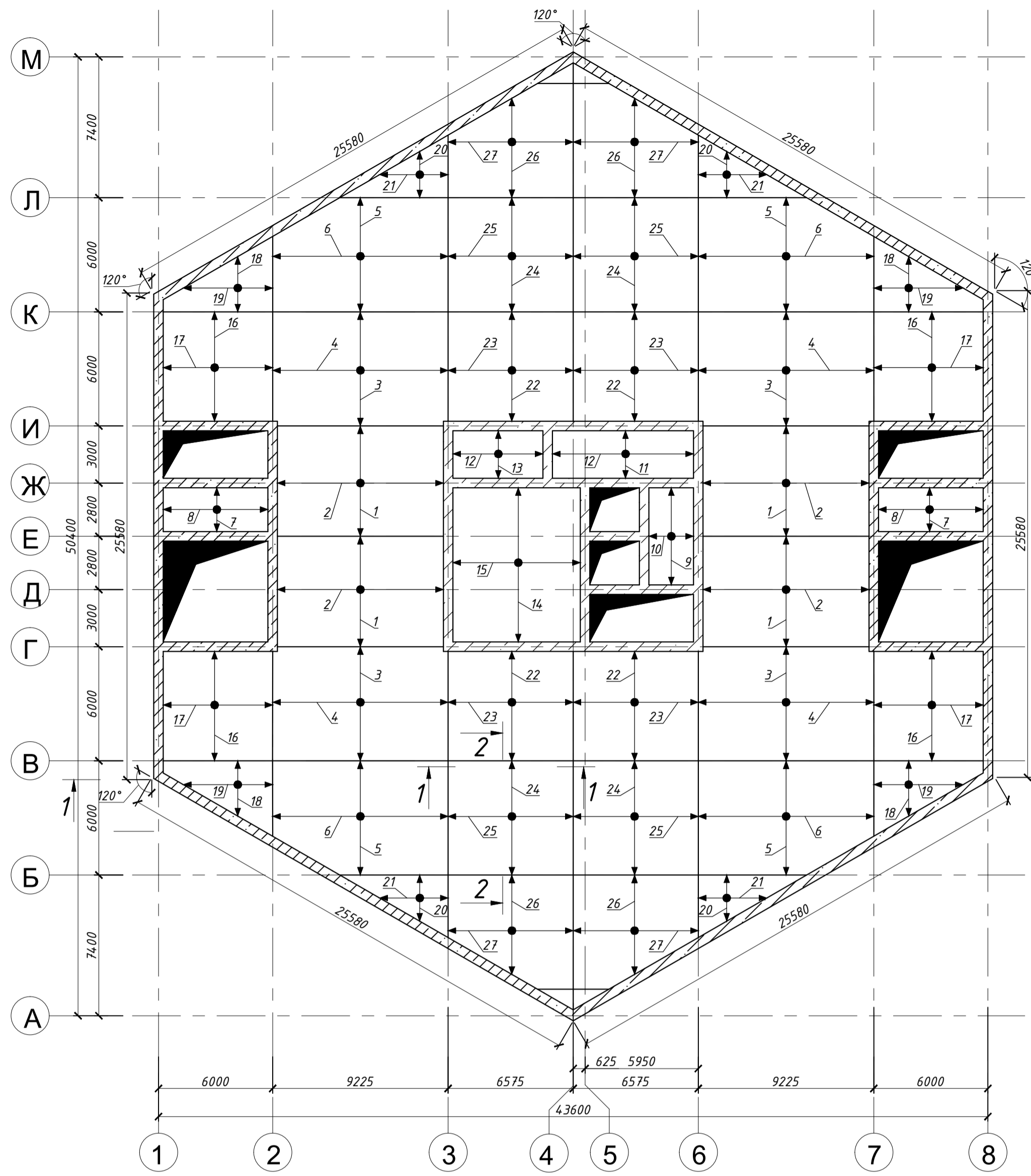
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Власов А.В.					5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	7	7
Консультант	Фроловская А.В.							
Руководитель	Фроловская А.В.							
И.контр.Зав.кафедры	Фроловская А.В. Двордов С.В.							

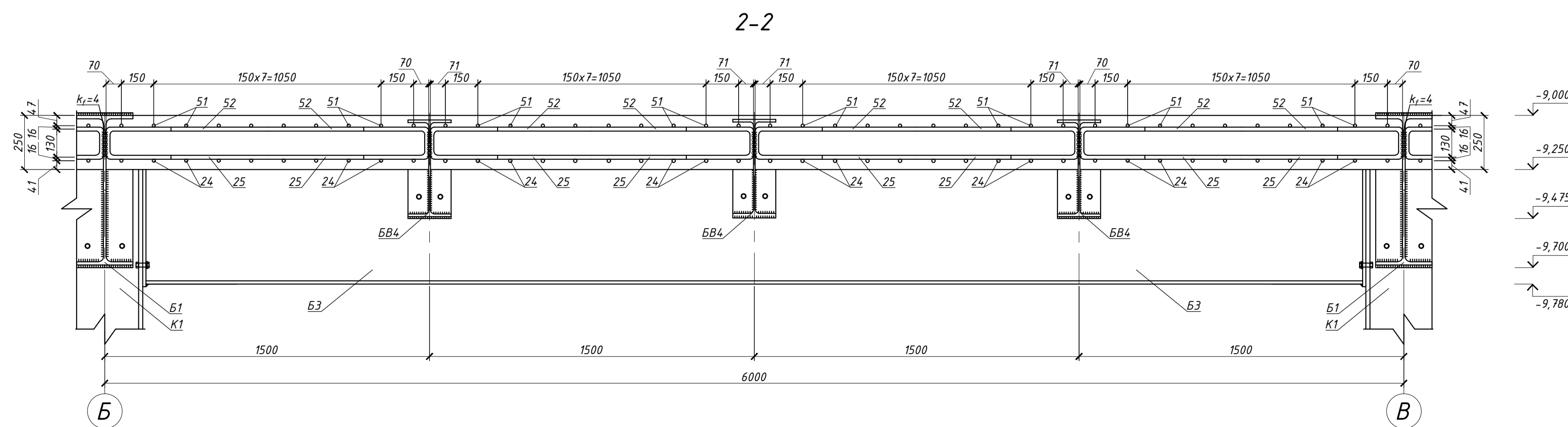
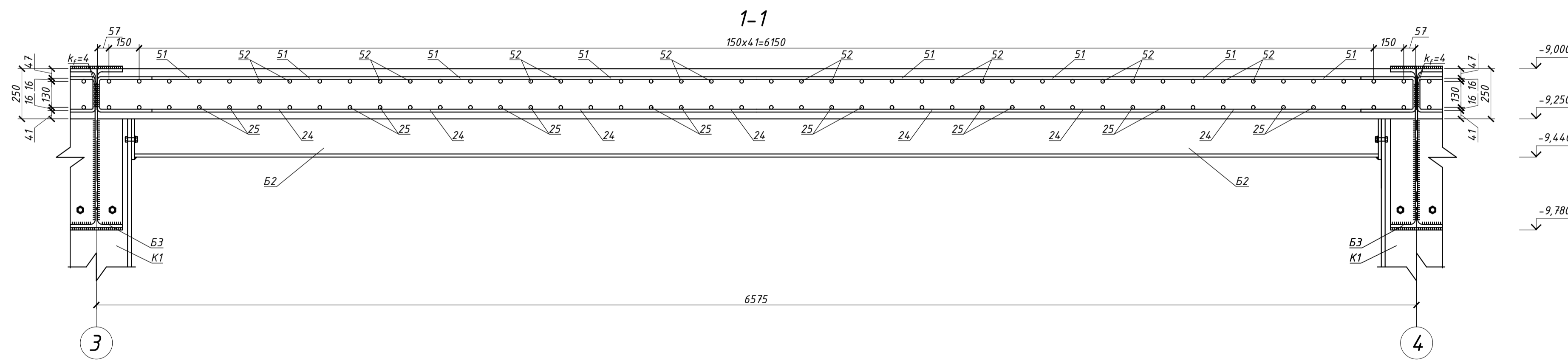
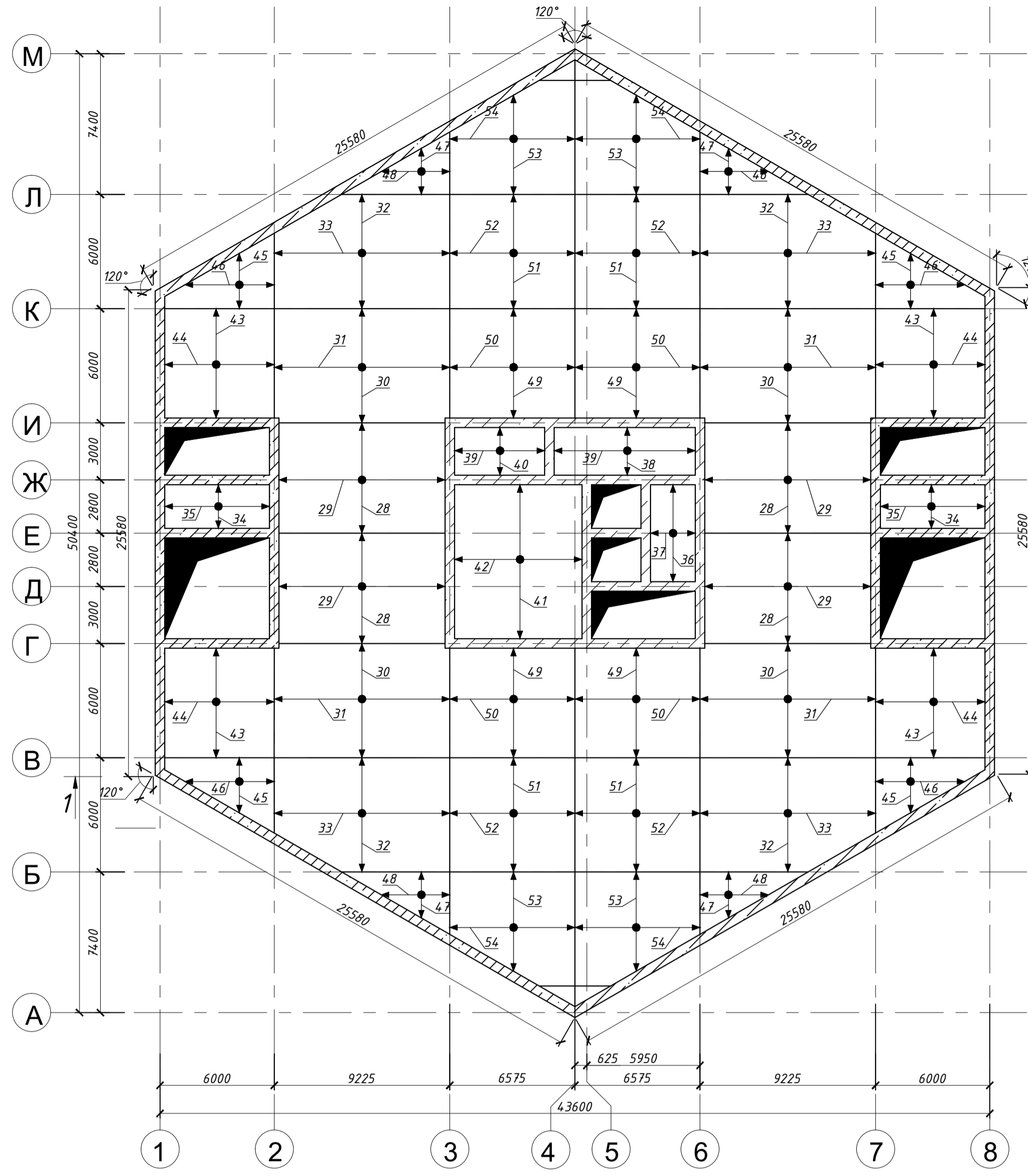
План расположения несущих элементов каркаса покрытия на отм.+4,000. Карнизный узел пирамиды покрытия. Опорный узел лапчатой пирамиды. Рисунки 1.1-1.2, 2-2, Ведомость отправочных элементов, Спецификация стали, Ведомость заводских сварных швов. Детали ОК-1, ОК-2, ФС-1, ФС-2 и ФС-3.

СКУС

Нижнее армирование плиты перекрытия ПЛ1 на отм. -9.000



Верхнее армирование плиты перекрытия ПЛ1 на отм. -9.000



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. кг.	Примечание
	ПЛ1	Плита перекрытия			
		Детали			
1	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=8725	38		Шаг 150 мм
2	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=5800	58		Шаг 150 мм
3	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=9225	38		Шаг 150 мм
4	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5750	61		Шаг 150 мм
5	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=9225	39		Шаг 150 мм
6	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=6000	61		Шаг 150 мм
7	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=5500	30		Шаг 150 мм
8	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=2300	72		Шаг 150 мм
9	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=2350	34		Шаг 150 мм
10	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5100	15		Шаг 150 мм
11	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=7415	16		Шаг 150 мм
12	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=2500	70		Шаг 150 мм
13	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=4735	16		Шаг 150 мм
14	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=6700	53		Шаг 150 мм
15	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=8100	38		Шаг 150 мм
16	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=5750	38		Шаг 150 мм
17	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=5750	38		Шаг 150 мм
18	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=3960	38		Шаг 150 мм
19	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5750	26		Шаг 150 мм
20	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=3285	37		Шаг 150 мм
21	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5690	21		Шаг 150 мм
22	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=6575	38		Шаг 150 мм
23	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=5750	43		Шаг 150 мм
24	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=6575	39		Шаг 150 мм
25	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=6000	43		Шаг 150 мм
26	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=6575	47		Шаг 150 мм
27	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=7080	43		Шаг 150 мм
28	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=8725	38		Шаг 150 мм
29	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5800	58		Шаг 150 мм
30	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=9225	38		Шаг 150 мм
31	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5750	61		Шаг 150 мм
32	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=9225	39		Шаг 150 мм
33	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=6000	61		Шаг 150 мм
34	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=5500	30		Шаг 150 мм
35	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=2300	72		Шаг 150 мм
36	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=2350	34		Шаг 150 мм
37	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5100	15		Шаг 150 мм
38	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=7415	16		Шаг 150 мм
39	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=2500	70		Шаг 150 мм
40	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=4735	16		Шаг 150 мм
41	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=6700	53		Шаг 150 мм
42	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=8100	38		Шаг 150 мм
43	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=5750	38		Шаг 150 мм
44	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5750	38		Шаг 150 мм
45	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=3960	38		Шаг 150 мм
46	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5750	26		Шаг 150 мм
47	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=3285	37		Шаг 150 мм
48	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5690	21		Шаг 150 мм
49	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=6575	38		Шаг 150 мм
50	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=5750	43		Шаг 150 мм
51	ГОСТ 34028-2016	Ф14 А500 L=6575	39		Шаг 150 мм
52	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=6000	43		Шаг 150 мм
53	ГОСТ 34028-2016	Ф22 А500 L=6575	47		Шаг 150 мм
54	ГОСТ 34028-2016	Ф18 А500 L=7080	43		Шаг 150 мм
		Материалы			
	ГОСТ 31914-2012	B25, W=10, F=150			

Примечания:

1. Читать совместно с листами 4, 9;
2. Сварку вести ручной сваркой электродами Э50;
3. В одном сечении стыковать не более 50% арматуры;
4. Крестовые пересечения продольной и поперечной арматуры скреплять вязальной проволокой.

					ДП-08.05.01-2022 КЖ			
					ФГАУ ВУ "Сибирский федеральный университет"			
					Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал		Власов А.Д.				5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	п	8
Консультант		Фроловская А.В.						
Руководитель		Фроловская А.В.						
И.контр.Зав.кафедры		Фроловская А.В.Дворовцев С.В.				Нижнее и верхнее армирование плиты на отм. -9,000; Разрез 1-1 и 2-2; Спецификация элементов		СКУС



Схема армирования монолитной стены и ядра жесткости на отм. -12,500 в осях 1-2

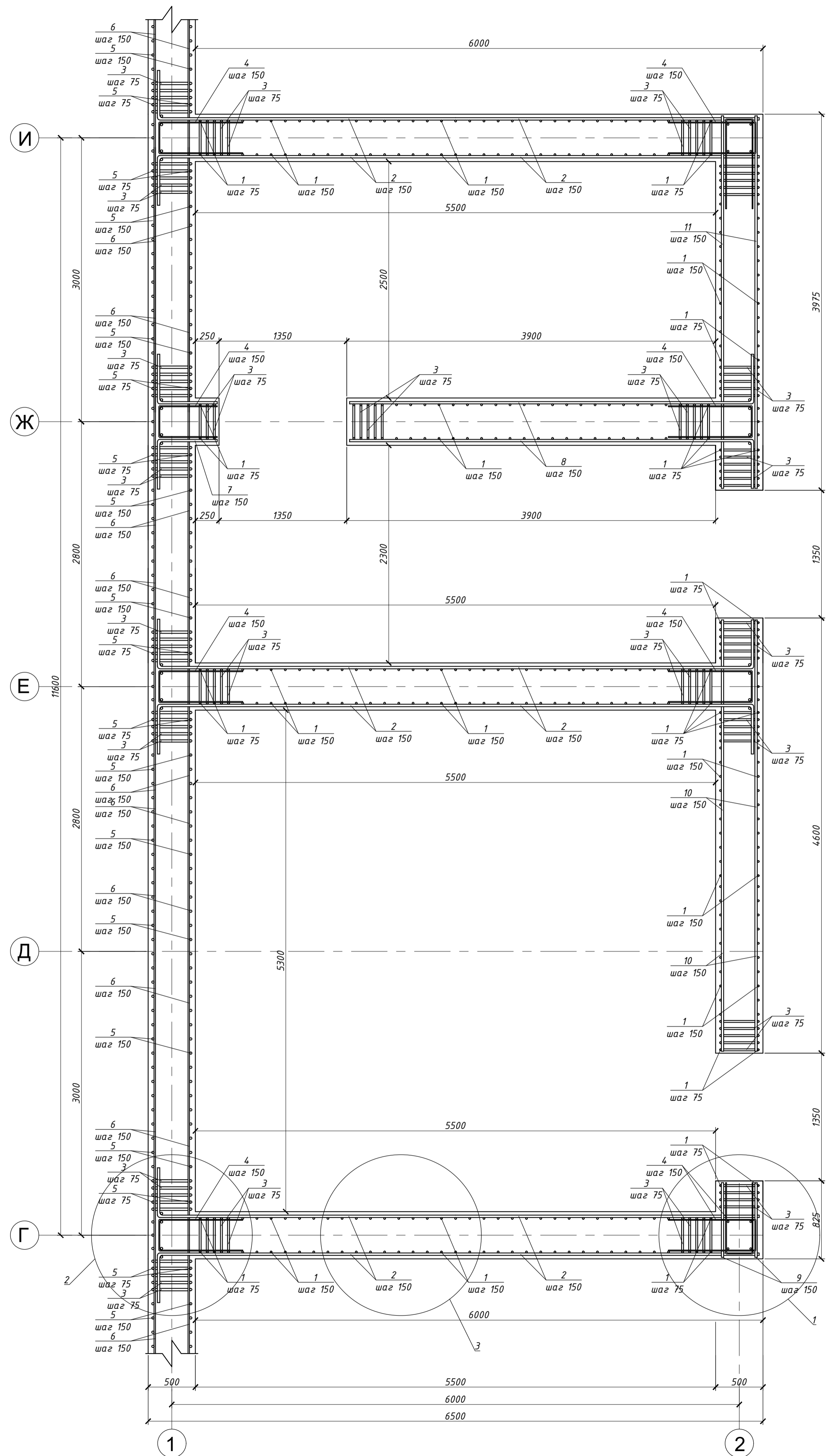
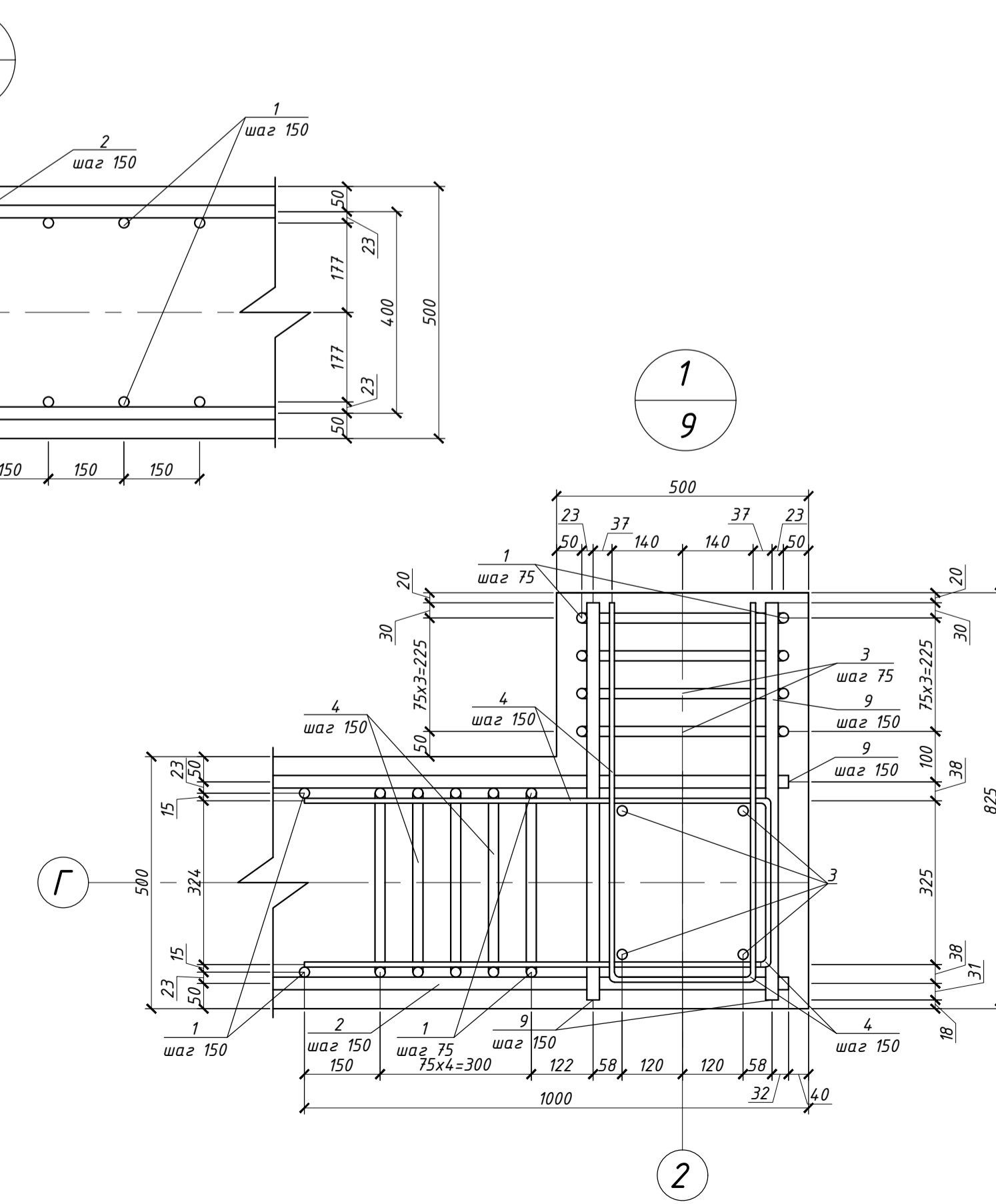
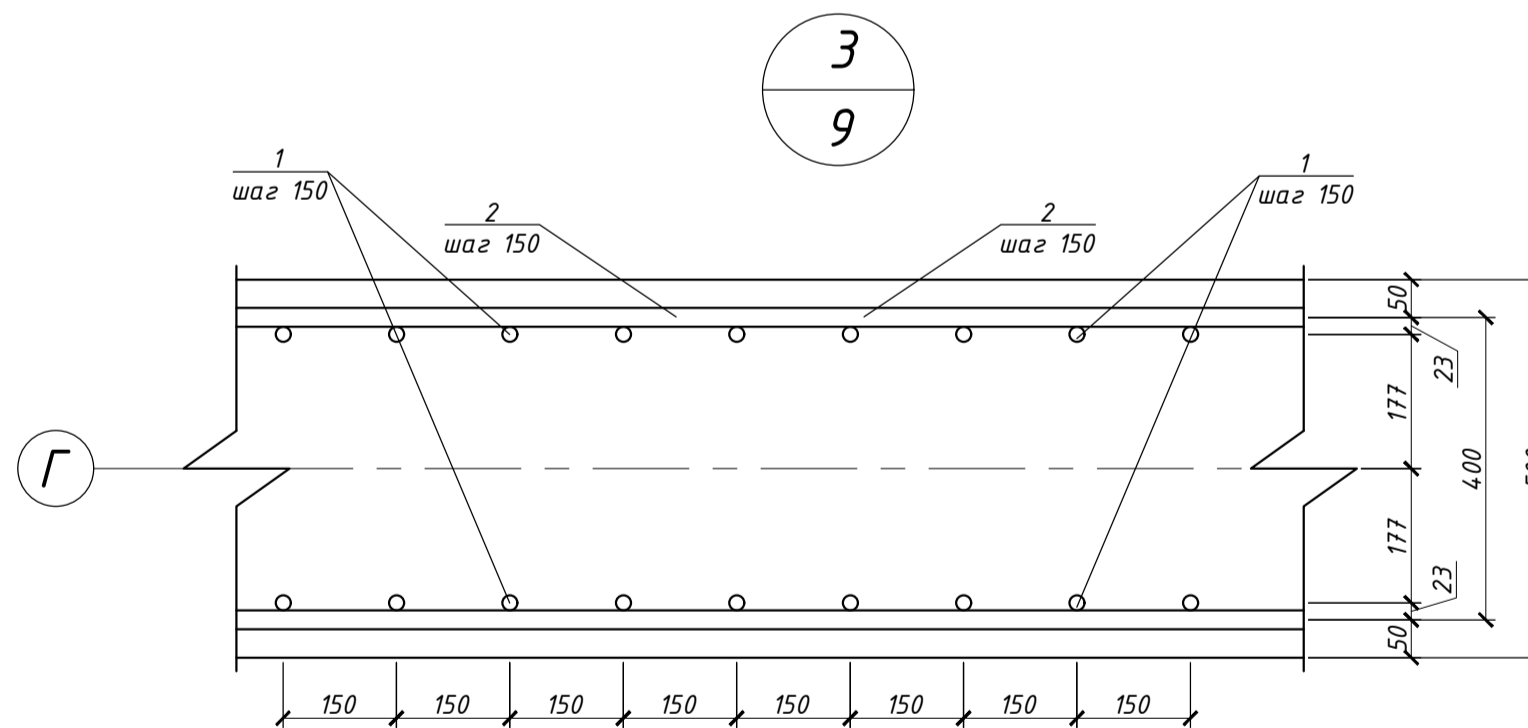
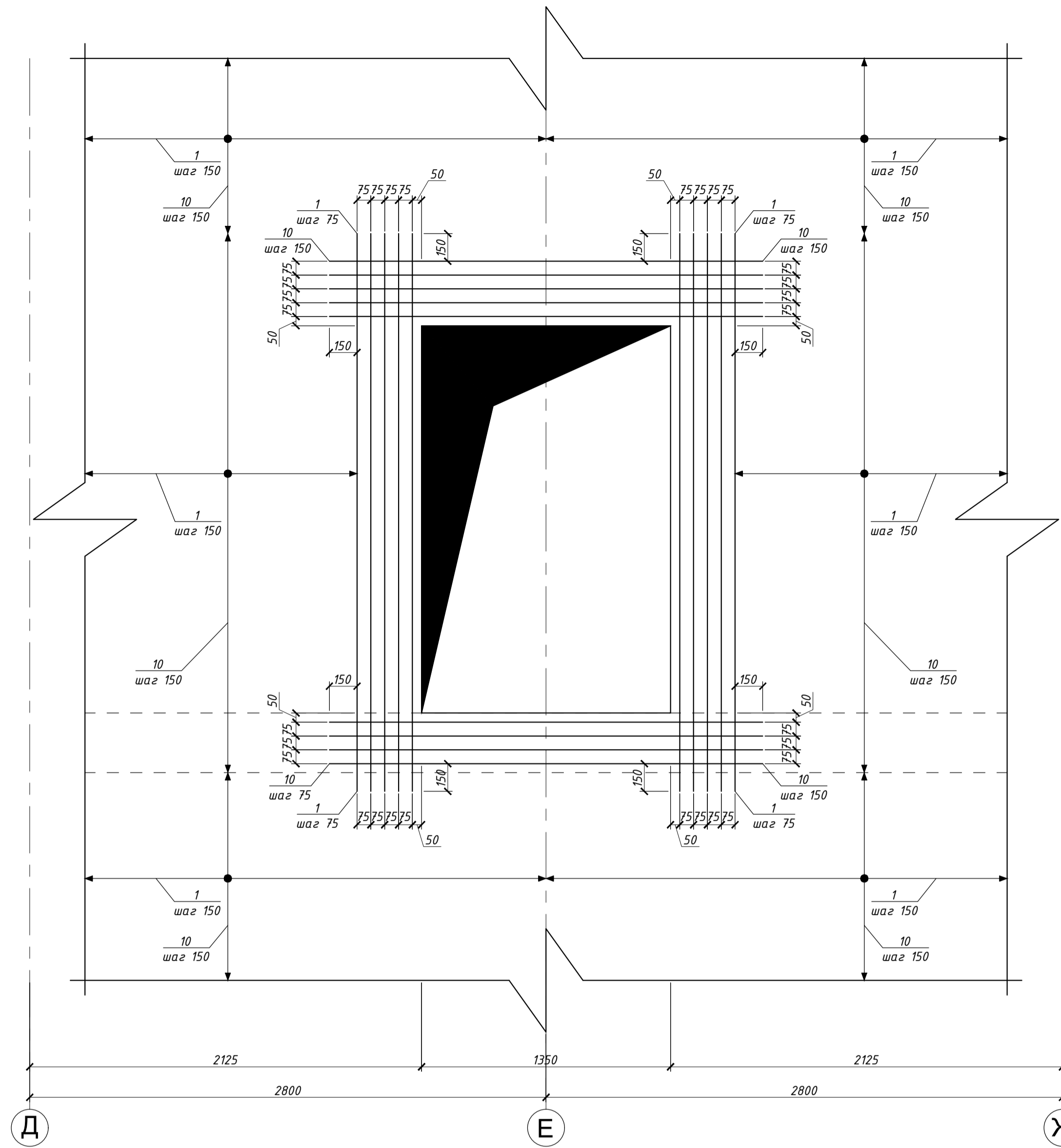
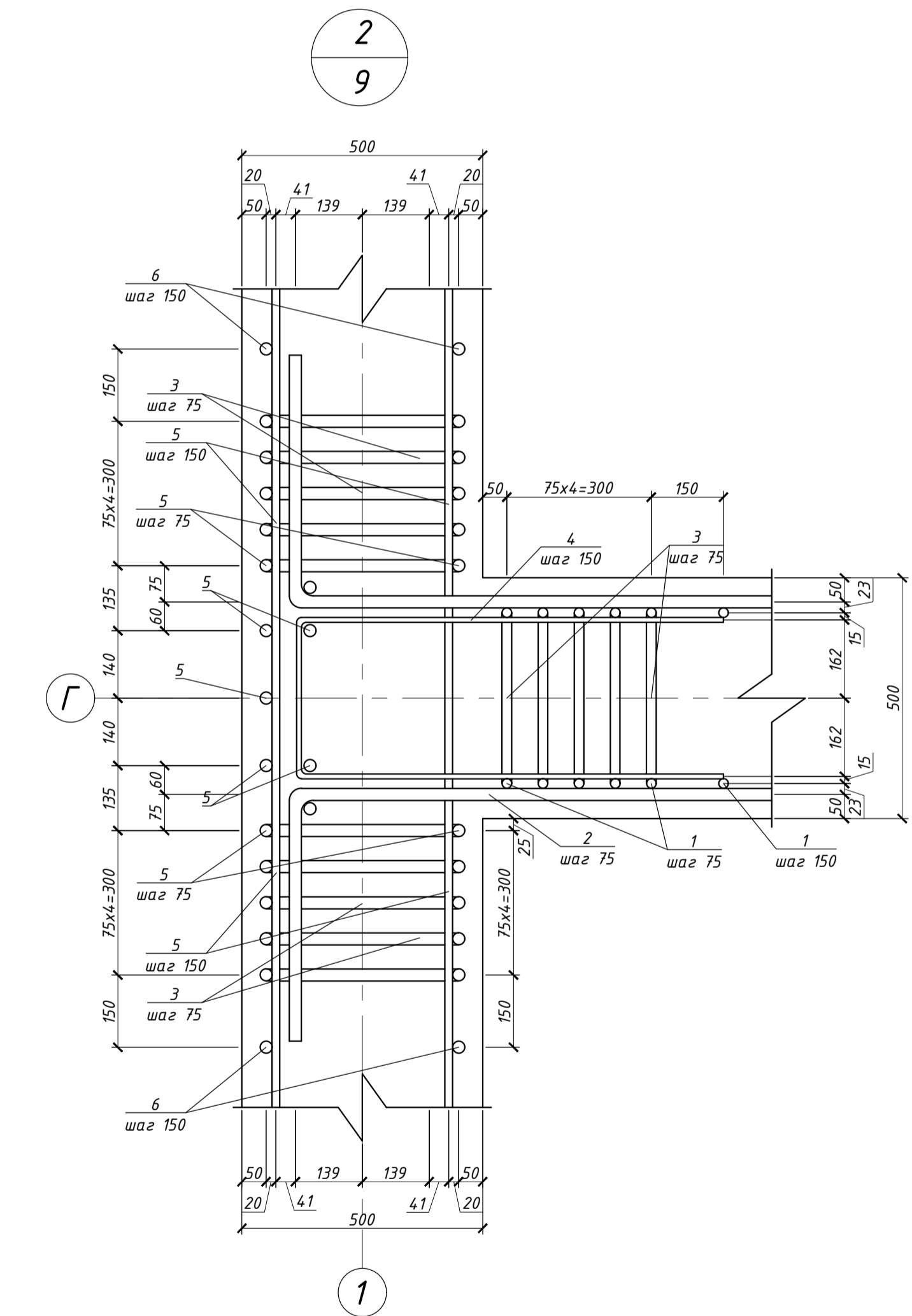


Схема обрамления проемов



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. кж.	Примечание
	СТ1	Стена монолитная			
Детали					
1	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=4000	492		
2	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=7200	156		
3	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А240 L=375	120		
4	ГОСТ 34028-2016	П-образный хомут Ф10 А240 L=2040	312		
5	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=4000	268		
6	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=5800	104		
7	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=1200	52		
8	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=4800	52		
9	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=540	52		
10	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=4450	52		
11	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=2250	52		
Материалы					
	ГОСТ 31914-2012	В35, W=10, F=150			



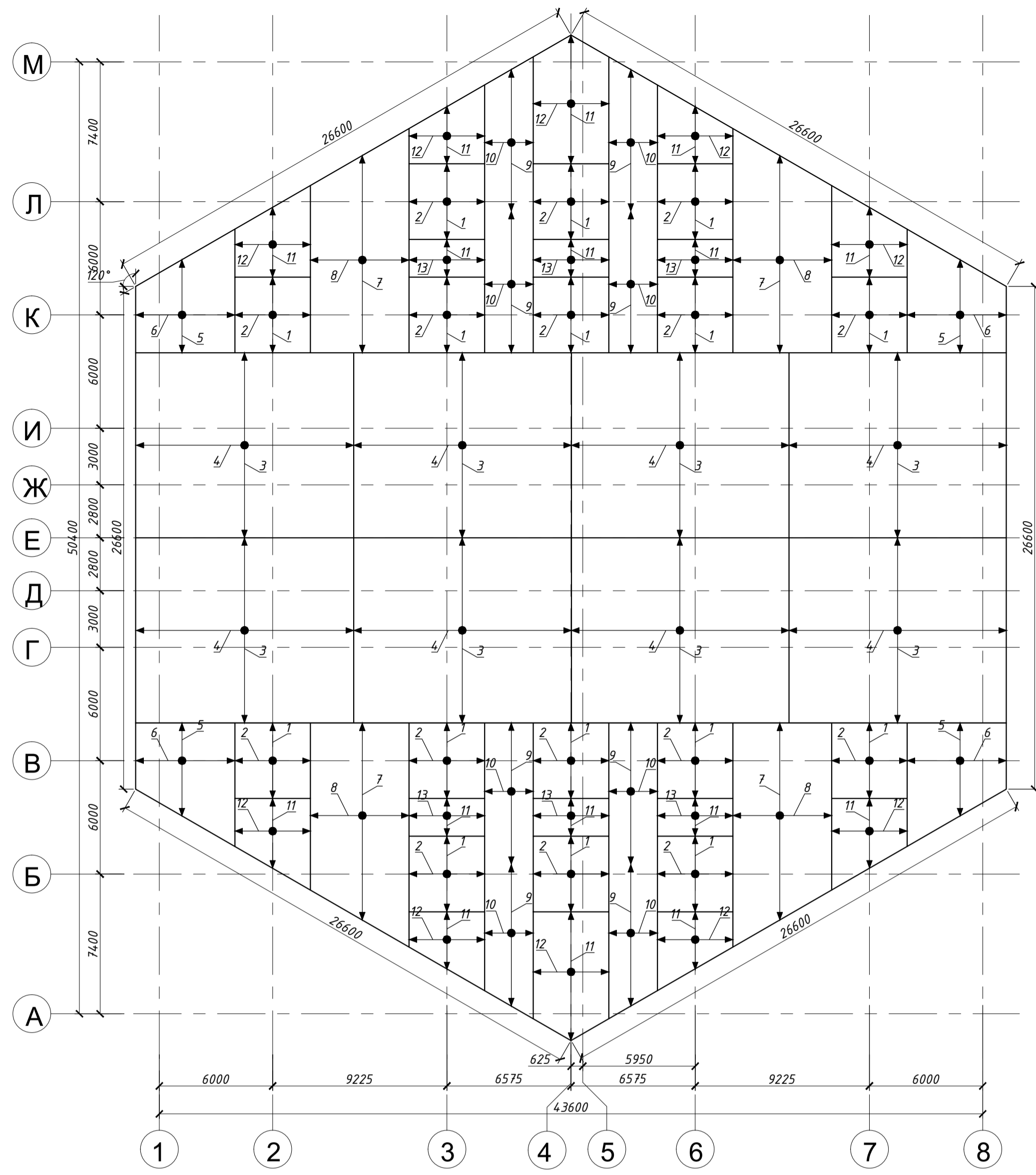
**Примечания:**

1. Читать совместно с листами 4, 8;
2. Сварку вести ручной сваркой электродами 350;
3. В одном сечении стыковать не более 50% арматуры;
4. Крестовые пересечения продольной и поперечной арматуры скреплять вязальной проволокой.

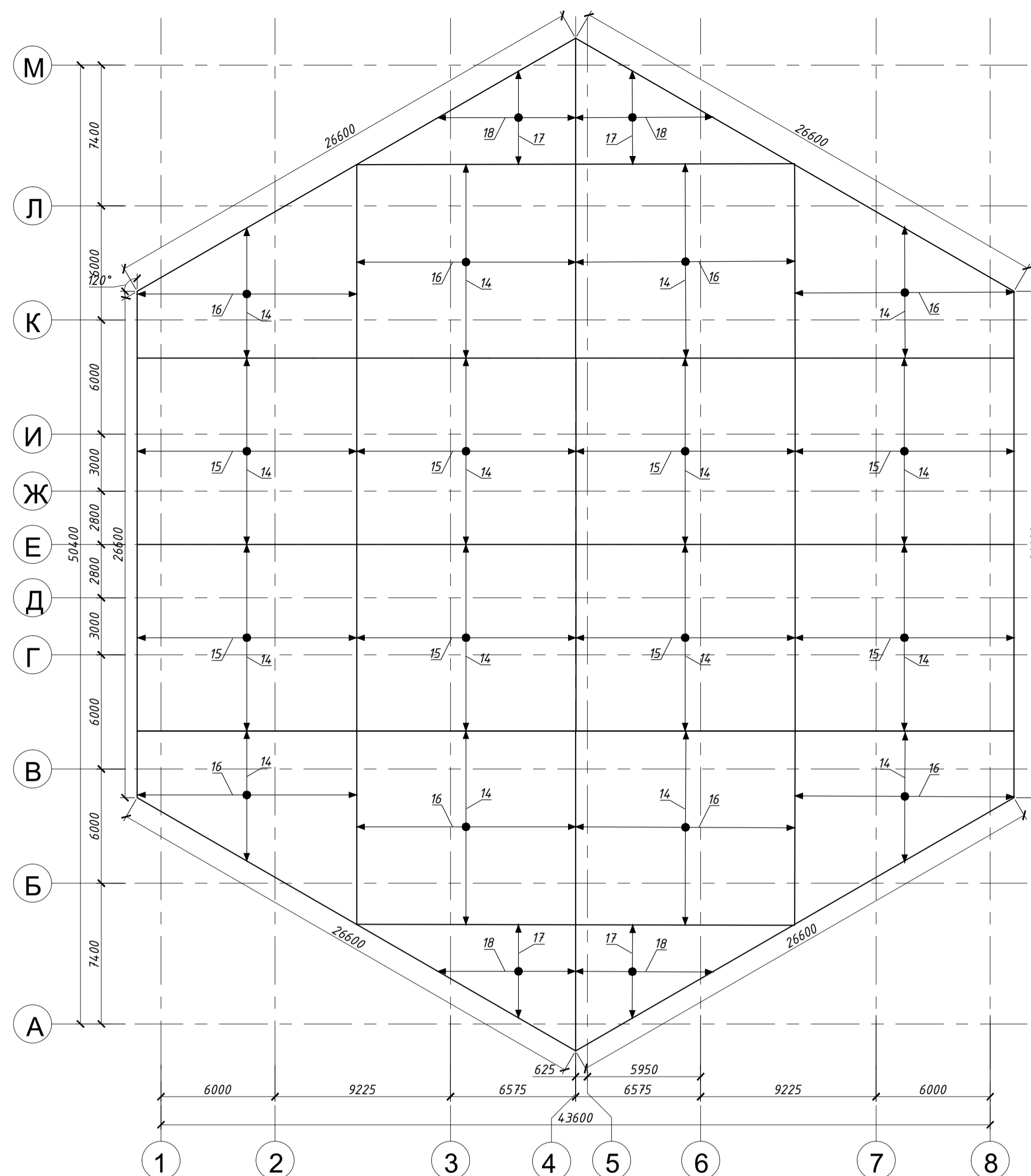
<b>ДП-08.05.01-2022 КЖ</b>				
<b>ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"</b>				
<b>Инженерно-строительный институт</b>				
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись
Разработал	Власов А.Д.			
Консультант	Фроловская А.В.			
Руководитель	Фроловская А.В.			
		5-ти этажная подземная лаборатория		Стадия
		БИ-1		Лист
				Листов
				п
				9
И. контроль	Фроловская А.В.			
Зав. кафедры	Дворов С.В.			
СКИУС				

Схема армирования монолитной стены и ядра жесткости на отм. -12,500 в осях 1-2. Схема обрамления проемов. Спецификация элементов. Улы 1, 2 и 3.

Нижнее армирование фундаментной плиты



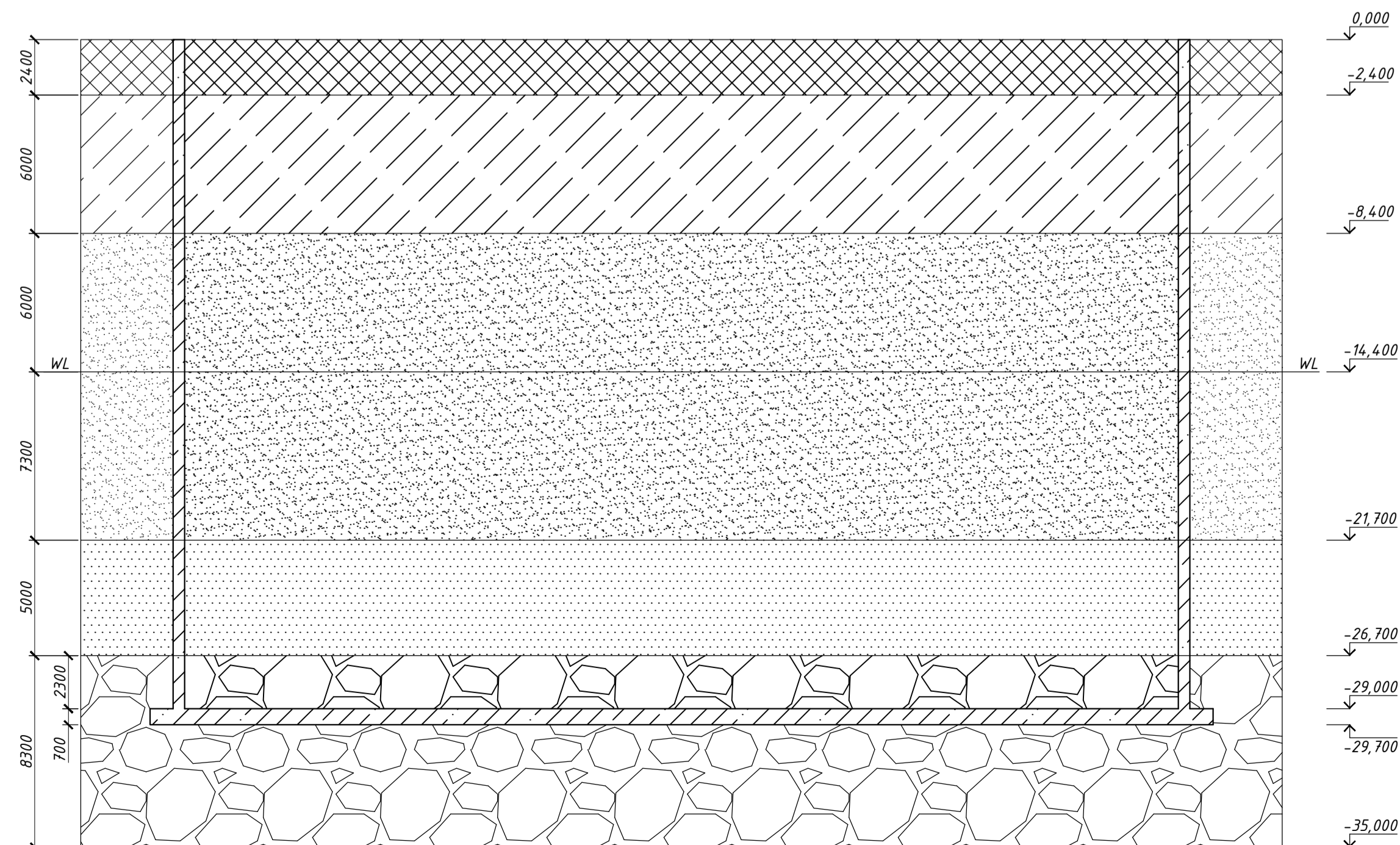
Верхнее армирование фундаментной плиты



Спецификация элементов фундаментной плиты

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса, ед. ж.	Примечание
	ФП1	Фундаментная плита			
		Детали			
1	ГОСТ 34028-2016	Ф28 А500 L=4000	416		Шаг 150 мм
2	ГОСТ 34028-2016	Ф28 А500 L=4000	416		Шаг 150 мм
3	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=9800	520		Шаг 150 мм
4	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=11525	608		Шаг 150 мм
5	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=6540	136		Шаг 150 мм
6	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5250	172		Шаг 150 мм
7	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5225	316		Шаг 150 мм
8	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=11865	136		Шаг 150 мм
9	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=2575	392		Шаг 150 мм
10	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=7495	136		Шаг 150 мм
11	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=4000	370		Шаг 150 мм
12	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=5660	260		Шаг 150 мм
13	ГОСТ 34028-2016	Ф20 А500 L=2000	260		Шаг 150 мм
14	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=9800	968		Шаг 150 мм
15	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=11525	608		Шаг 150 мм
16	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=10170	608		Шаг 150 мм
17	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=7240	128		Шаг 150 мм
18	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=4890	192		Шаг 150 мм
19	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=11525	975		Шаг 150 мм
20	ГОСТ 34028-2016	Ф12 А500 L=9800	1064		Шаг 150 мм
21	ГОСТ 34028-2016	Ф10 А240 L=560	120		Шаг 150 мм
22	ГОСТ 34028-2016	Ф16 А500 L=5800	104		Шаг 150 мм
23	ГОСТ 34028-2016	Ф25 А500 L=4000	268		Шаг 150 мм
24	ГОСТ 34028-2016	П-образный хомут Ф10 А240 L=2040	312		Шаг 150 мм
		Материалы			
	ГОСТ 31914-2012	В40, W=10, F=150			

Инженерно-геологический разрез



Условные обозначения

- Насыпной грунт (смесь суглинка, песка, строительного мусора с почвой)
- Супесь твердая
- Песок средней крупности влажный/водонасыщенный
- Гравийный грунт водонасыщенный
- Галечниковый грунт водонасыщенный
- Уровень грунтовых вод

Схема армирования ФП1 с СТ1

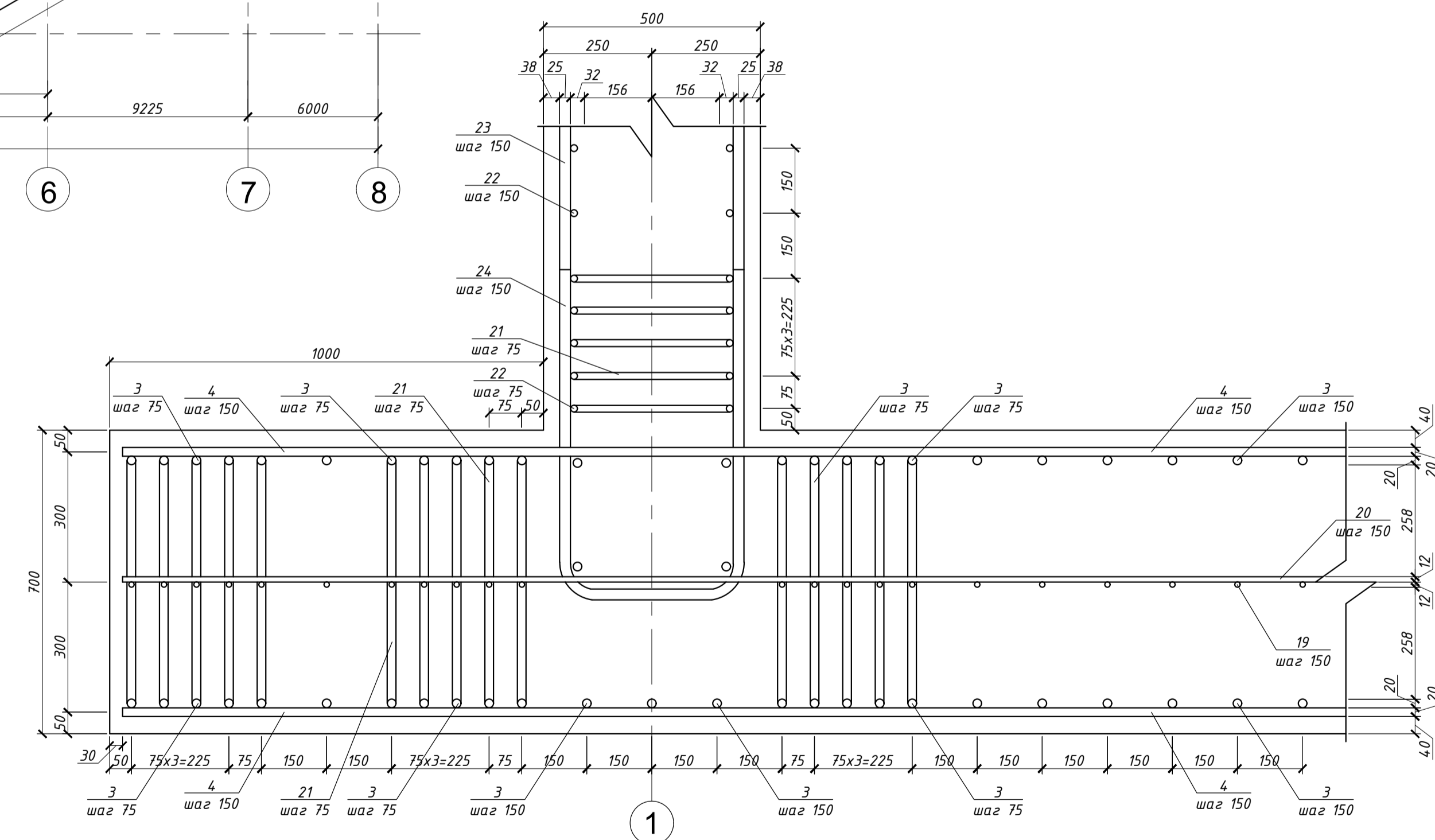
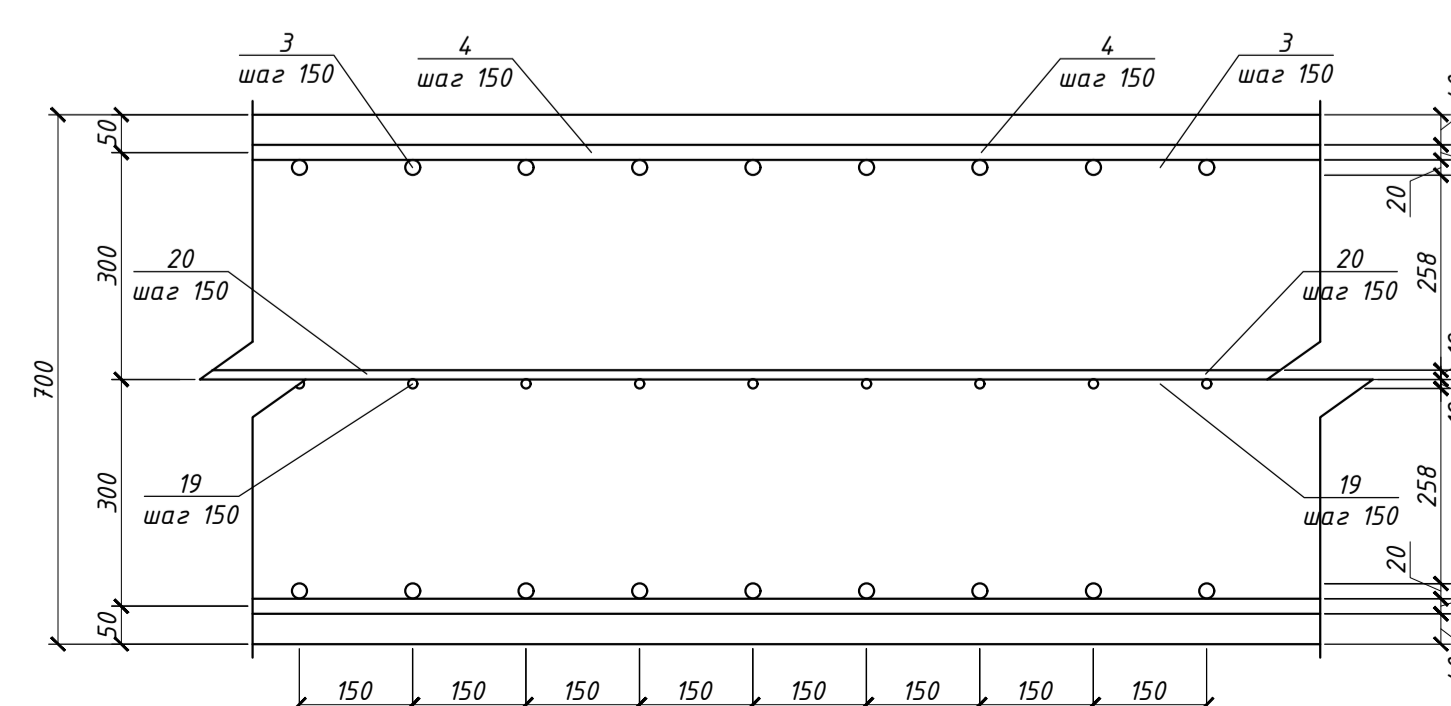


Схема армирования ФП1



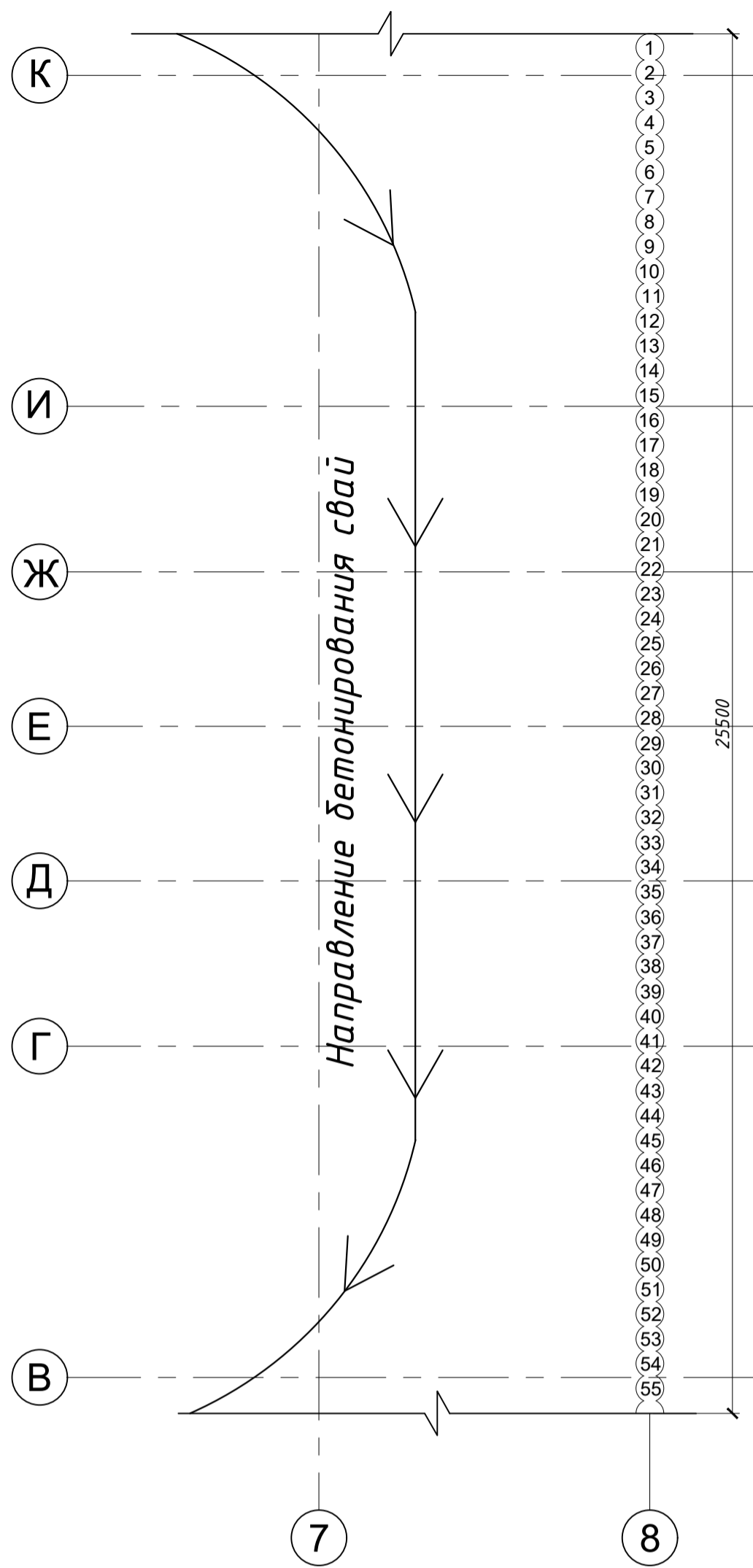
Примечания:

1. Плита выполняется из бетона В40.
2. Жесткая заделка ж/б стен обеспечивается заведением П-образных хомутов с шагом 150 мм в тело фундаментной плиты.

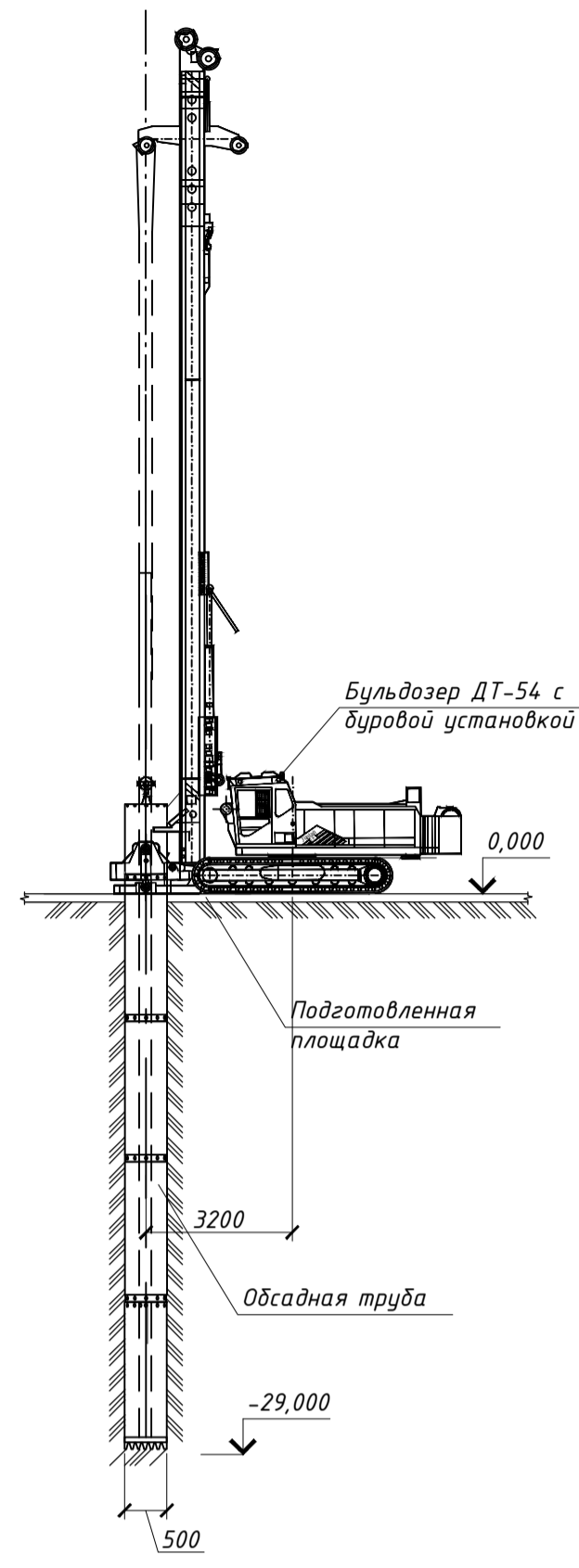
ДП-08.05.01-2022 КЖ				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Дата
Разработал	Власов А.Д.			
Консультант	Преснов О.М.			
Руководитель	Фролова А.В.			
И. контроль	Фролова А.В.			
Зав. кафедры	Дворничев С.В.			
5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1		Стадия	Лист	Листов
		П	10	
Нижнее и верхнее армирование фундаментной плиты; Инженерно-геологический разрез; Схема армирования ФП1 и ФП1 с СТ1; Спецификация элементов фундаментной плиты				СКУС



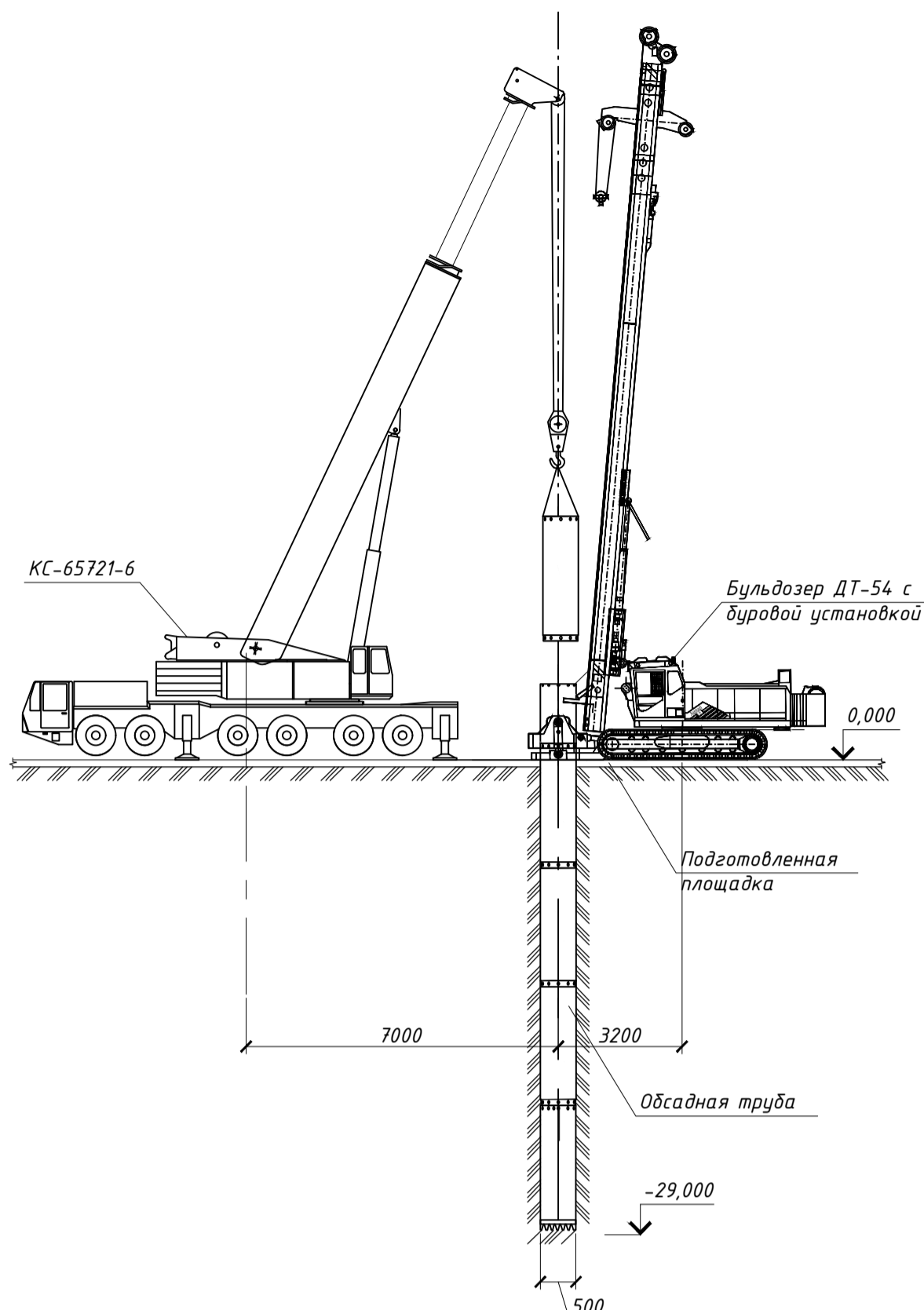
Схема производства



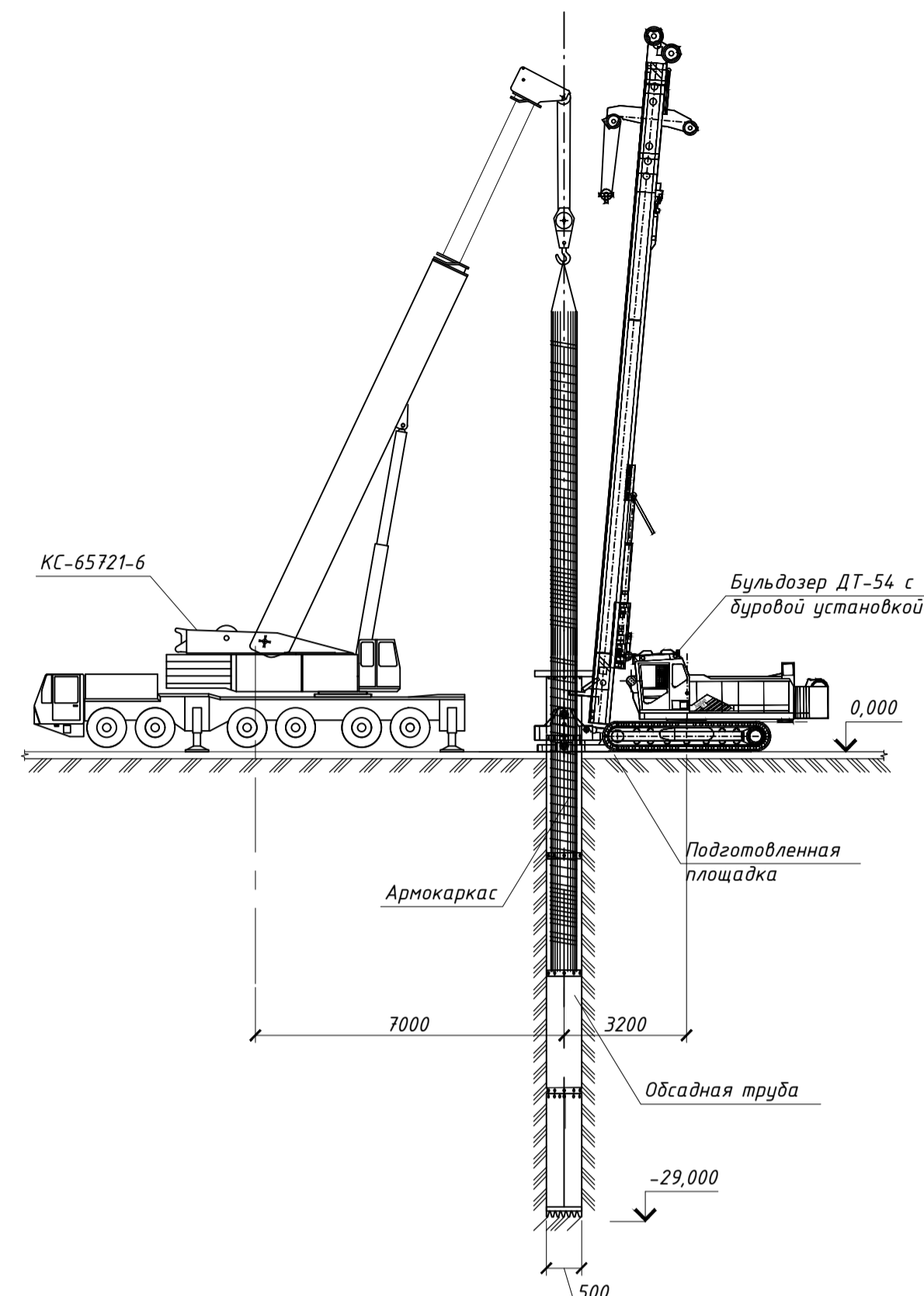
Этап 1. Разработка скважины грейфером с погружением обсадной трубы



Этап 2. Нарращивание обсадной трубы



Этап 3. Установка армокаркасов



Этап 4. Бетонирование методом ВПТ

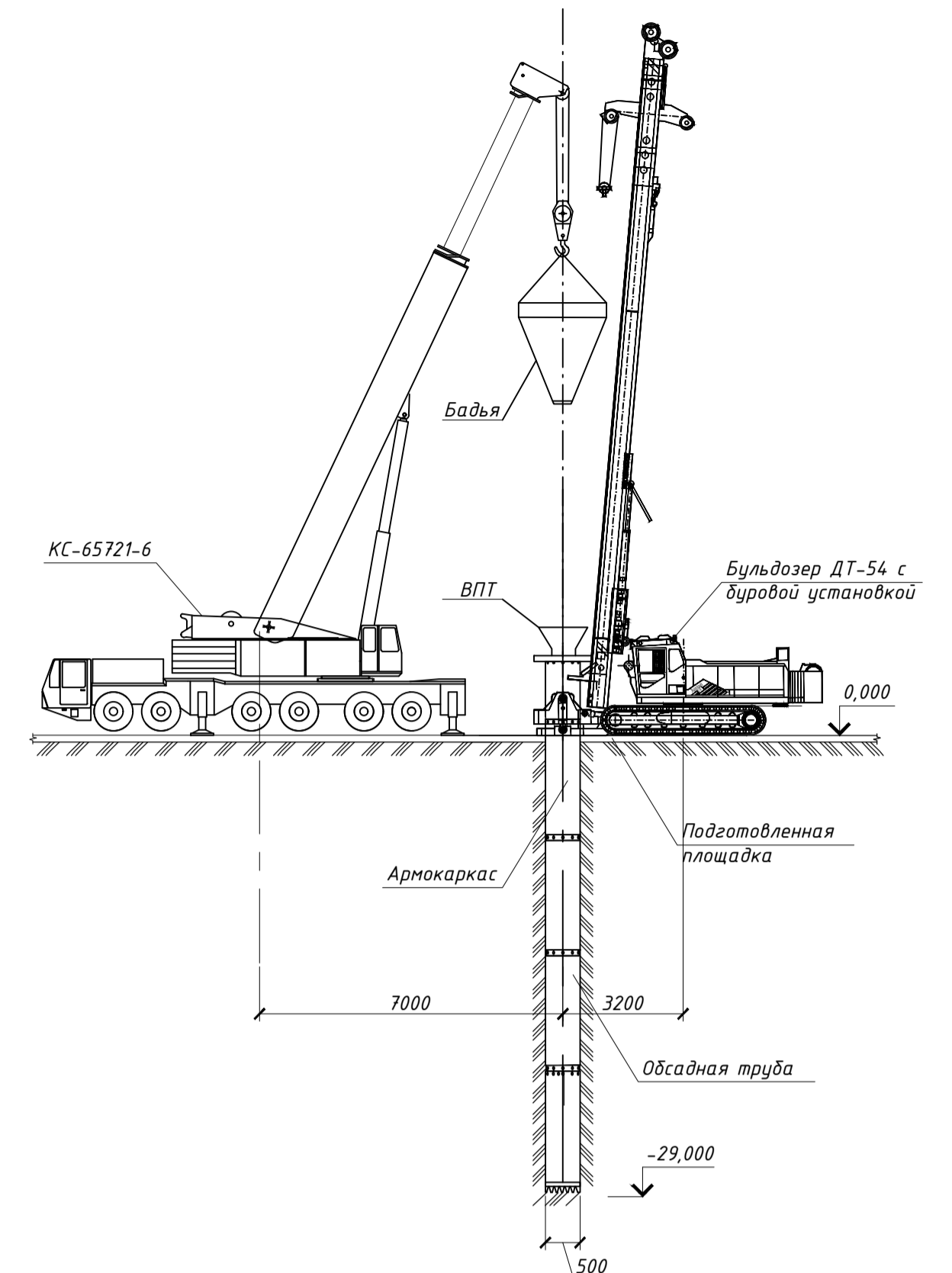


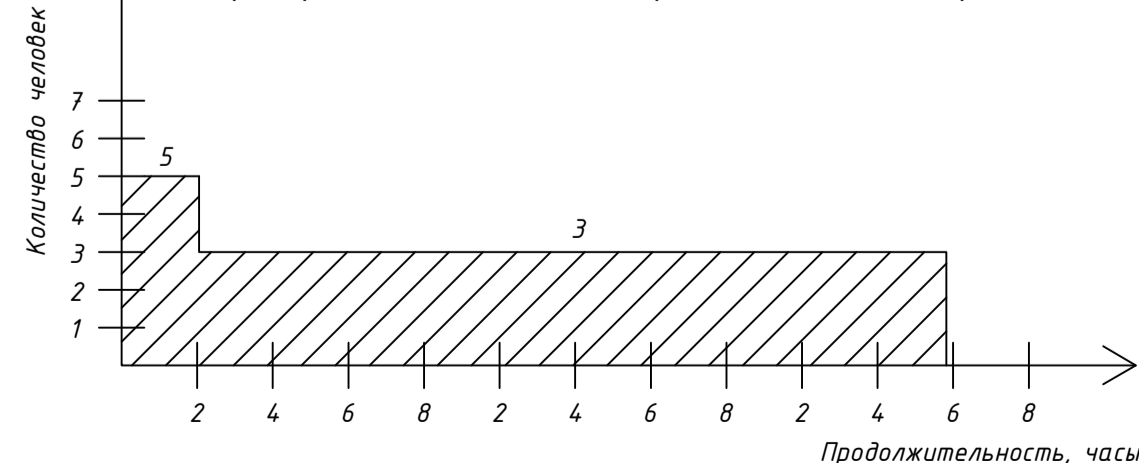
График производства работ

Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел.-час	Затраты времени машин, маш.-час	Продолжительность, часов	Число рабочих в смену	Состав звена	Рабочие смены															
	Ед. изм.	Кол-во						1 смена				2 смена				3 смена							
								2	4	6	8	2	4	6	8	2	4	6	8				
Подготовка площадки под буровую установку	шт.	1	6,15	4,1	2,05	5	Машинист 6 разр.-2 Копровщик 5 разр.-1 Монтажник 4 разр.-2	5															
Погружение обсадной трубы	м	30	5,4	5,4	5,5	2	Машинист 6 разр.-1 Копровщик 5 разр.-1			2													
Разработка скважины глубиной 29 м с помощью грейфера буровой установки "Капо"	шт.	1	18,8	6,7	8,5	3	Машинист 6 разр.-1 Копровщик 5 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1									3							
Сварка армокаркасов	10 м	0,5	0,11	-	0,11	1	Электросварщик 4 разр.-1									1							
Установка армокаркасов в скважину	шт	1	0,16	0,49	0,22	3	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1													3			
Установка бетонной трубы	шт	1	0,48	0,16	0,21	3	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1														3		
Укладка бетонной смеси методом ВПТ с подачи бетонной смеси бадьями	м³	45	10,95	4,65	5,2	3	Машинист 6 разр.-1 Бетонщик 4 разр.-1 Бетонщик 3 разр.-1															3	
Снятие бетонной трубы	шт	1	0,3	0,1	0,13	3	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1															3	

Технико-экономические показатели

Наименование	Единица измерения	Кол-во
Объем работ	шт.	336
Трудоёмкость	чел.-см.	719,1
Выработка на 1 рабочего в смену	шт.	0,43
Продолжительность	Дней	102
Число смен	Смены	3
Максимальное число рабочих в смену	Человек	15

График движения рабочих кадров



Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование	Обозначение	Наименование		Состав звена	Норма времени на ед. изм.		Затраты труда	
		Ед. изм.	Кол-во		Н <sub>вр</sub> чел.-час	Н <sub>маш</sub> маш.-час	Q, чел.-час	Q, маш.-час
Е 14-17, 18	Подготовка площадки под буровую установку	шт.	1	Машинист 6 разр.-2 Копровщик 5 разр.-1 Монтажник 4 разр.-2	6,15	4,1	6,15	4,1
Е 12-50	Погружение обсадной трубы	м	30	Машинист 6 разр.-1 Копровщик 5 разр.-1	0,18	0,18	5,4	5,4
Е 14-1. Д94ц	Разработка скважины глубиной 29 м с помощью грейфера буровой установки "Капо"	шт	1	Машинист 6 разр.-1 Копровщик 5 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1	18,8	6,7	18,8	6,7
Е 22-1-32, 18	Сварка армокаркасов	10 м	0,5	Электросварщик 4 разр.-1	0,22	-	0,11	-
Е 12-72	Установка армокаркасов в скважину	шт	1	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1	0,16	0,48	0,16	0,48
Е 12-73,2	Установка бетонной трубы	шт	1	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1	0,48	0,16	0,48	0,16
Е 12-73,3	Укладка бетонной смеси методом ВПТ с подачи бетонной смеси бадьями	м³	45	Машинист 6 разр.-1 Бетонщик 4 разр.-1 Бетонщик 3 разр.-1	0,24	0,1	10,95	4,65
Е 12-73,6	Снятие бетонной трубы	шт	1	Машинист 6 разр.-1 Монтажник 4 разр.-1 Монтажник 3 разр.-1	0,3	0,1	0,3	0,1
Итого							74,5	30,19
Прочие и неучтенные работы (10%)							7,45	3,02
Итого (с прочими и неучтенными работами)							81,95	33,21
Всего/на устройство всей стены (336 свай)							25076,7	10162,26

Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ (1 свая)
Укладка бетонной смеси	Бетон класса В40, ГОСТ 26633-2012	м³	-	45
Сварка армокаркасов	Сталь арматурная А-500, ГОСТ 34028-2016	т.	-	4,68
	Электроды Э50, ГОСТ 9467-75	кг	-	3
Установка армокаркасов	Закладные детали, ГОСТ 5781-82	т.	-	0,36
Устройство площадки	Железобетонные плиты инвентарные размером 300x250x16 см, ГОСТ 15466-70	шт.	-	8
	Шпалы, ГОСТ 78-65	шт.	-	8

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая хар-ка	Кол-во
Установка армокаркасов, бетонных труб	Строп ЗСК-6,3/2000, ГОСТ 25573-82	Q=6,3 т	3
Подача раствора	Шланги прорезиненные d=50 мм, ГОСТ 10362-73	Длина, м	80
	Комплект бетонных труб диаметр 300 мм	-	1
Укладка бетонной смеси	Бадья, ГОСТ 21807-76	V=1,6 м³	1
	Нивелир, ГОСТ 10528-90	-	1
	Теодолит, ГОСТ 10529-96	-	1
Проверка геометрических размеров скважины, правильность установки армокаркасов и бетонных труб и т.д.	Метр стальной складной, ГОСТ 7113-75	-	1
	Лопаты стальные, ГОСТ 3620-63	-	1
	Ломы стальные, ГОСТ 1405-72	-	1

Машины и технологическое оборудование

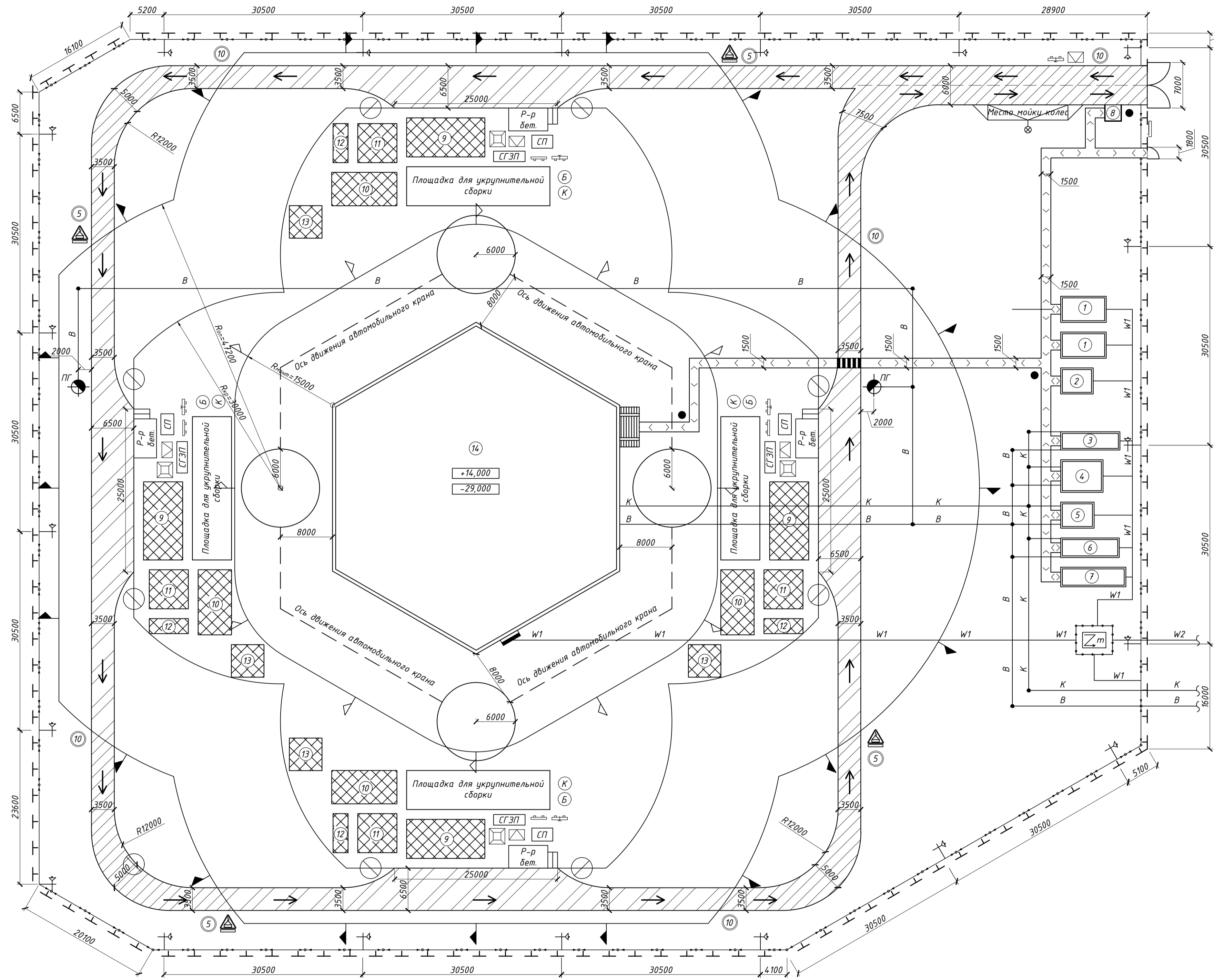
Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машин, технологического оборудования, тип, марка	Основная технологическая характеристика, параметр	Кол-во
Разработка грунта в скважинах	Буровая установка "Капо" 30ТНС-5	P=176 кВт	1
	Булдозер ДТ-54	P=39,7 кВт	1
Сварочные работы	Сварочный аппарат ВДУ-601	I=600F, W=53 кВт	1
Погрузочно-разгрузочные работы	Автокран КС-65721-60	Q=60 т, H=58,1 м, L=36 м	1
	Транспортировка грунта	Автосамосвал МАЗ 5549	Грузоподъемность 8,5 т
Транспортировка бетона	Автомобиль-бетономестель 58147А	V=10 м³	4
Уплотнение бетонной смеси	Вибраторы глубинные, ГОСТ 10825-71	-	4

ДП-08.05.01-2022 ТК

ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата	5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	Стадия	Лист	Листов
Разработал			Власов А.Д.						
Консультант			Шаламов В.Н.						
Руководитель			Фролова А.В.						
Н. контроль			Фролова А.В.			Схема производства работ: Этань 1, 2, 3 и 4. Калькуляция затрат труда и машинного времени; Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления; Машины и изделия. График производства работ, ТЭП			
Зав. кафедры			Дегорьев С.В.						

## Объектный строительный генеральный план на основной период строительства



### Условные обозначения

	Место для средств первичного пожаротушения		Ворота и калитка		Место приема раствора и бетона
	Въездный стэнд с транспортной схемой		Временная пешеходная дорога		Навес над входом в здание
	Стэнд со схемой строповки и таблицей масс грузов		Временная дорога в опасной зоне крана		Стэнд с противопожарным инвентарем
	Знаки ограничения скорости движения транспорта		Направление движения транспорта		Стэнд с противопожарным инвентарем
	Шкаф для хранения баллонов с кислородом		Контур временной дороги		Трансформаторная подстанция
	Шкаф для хранения баллонов с кислородом		Щиток распределительный		Канализация проектируемая (невидимая)
	Линии границы опасной зоны работы крана		Пржектор на опоре		Проектируемые кабели
	Место хранения грузозахватных приспособлений и тары		Места складирования материалов		Водопроект (невидимый)
	Знак предупреждающий о работе крана		Места складирования материалов		Место хранения средств подмащивания
	Мусоросборный контейнер		Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания		Линия границы опасной зоны крана
	Пожарный гидрант		Временная воздушная ЛЭП		

### Экспликация зданий и сооружений

№	Наименование	Кол-во	Площадь, м²	Размеры в плане, м	Тип, марка
1	Гардеробная	2	28	7x4	ГК-10
2	Помещение для обогрева и кратковременного отдыха и сушки одежды	1	20	5x2	ВС-8
3	Столовая	1	19,8	9,1x2,8	ВС-12
4	Душевая и умывальная	1	32,5	6,5x5	ВД-1
5	Туалет	1	20,5	10,25x2	5055-27А
6	Медпункт	1	24,3	3x9	ИП
7	Прорабская	1	30	3x10	ИП
8	КПП	1	21	3x7	ИП
9	Склад кирпича(открытый)	4	290	-	-
10	Склад металлических конструкций(навес)	4	100	-	-
11	Склад опалубки(открытый)	4	205	-	-
12	Склад арматурной стали(открытый)	4	49	-	-
13	Склад лестничных маршей(открытый)	4	55	-	-
14	Строящееся здание	1	1689	-	-

### Технико-экономические показатели

№	Наименование	Ед. измерения	Кол-во
1	Протяженность временных дорог	м	511
2	Протяженность временных инженерных коммуникаций	м	472
3	Протяженность ограничения строительной площадки	м	637
4	Общая площадь строительной площадки	м²	24546
5	Площадь постоянных возводимых зданий/сооружений	м²	1689
6	Площадь временных зданий/сооружений	м²	942,9
7	Процент использования строительной площадки	%	20,72

### Примечания:

1. Читать совместно с листом 13.

						<b>ДП-08.05.01-2022 ОСП</b>			
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	5-ти этажная подземная лаборатория БИ-1	Стация	Лист	Листов
Разработал	Власов А.Д.						П	12	
Консультант	Шалопанов В.Н.								
Руководитель	Фролова А.В.								
И.контр.	Фролова А.В.					Объектный строительный генеральный план на основной период строительства; Условные обозначения; Экспликация зданий и сооружений; ЛЭП.	СКУС		
Зав. кафедрой	Дерябин С.В.								

