

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

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Строительные конструкции и управляемые системы

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
С.В. Деордиев

инициалы, фамилия

« ____ »

_____ 2020 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия

тема

в г. Красноярске

Пояснительная записка

Руководитель

подпись, дата

к.т.н., доцент

должность, ученая степень

Е.Г. Плясунов

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Е.А. Курбатов

инициалы, фамилия

Красноярск 2020 г.

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме _____

Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия

в г. Красноярске

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование

наименование раздела

подпись, дата

Е.Г. Плясунов

инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный

наименование раздела

подпись, дата

Е.М. Сергуничева

инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный,

включая фундаменты

наименование раздела

подпись, дата

Е.Г. Плясунов

инициалы, фамилия

О.М. Преснов

инициалы, фамилия

подпись, дата

Организация строительства

наименование раздела

подпись, дата

Н.Ю. Клиндух

инициалы, фамилия

Технология строительного

производства

наименование раздела

подпись, дата

Н.Ю. Клиндух

инициалы, фамилия

Экономика строительства

наименование раздела

подпись, дата

С.А. Хиревич

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

Е.Г. Плясунов

инициалы, фамилия

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

Инженерно-строительный институт
институт

Строительные конструкции и управляемые системы
кафедра

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

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме _____ дипломного проекта _____

Красноярск 2020 г.

Студенту Курбатову Евгению Александровичу
фамилия, имя, отчество

Группа СС14-12 Направление (профиль) 08.05.01
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий и сооружений»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия
в г. Красноярске

Утверждена приказом по университету № 486/С от 22.01.2020 г.

Руководитель ВКР Е.Г. Плясунов, 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. Красноярск
Снеговой район – III
Ветровой район – III
Расчетная температура наиболее холодных суток – -37°C

Задания по разделам ВКР в виде проекта

Вариантное проектирование (1 лист)

Сравнение двух вариантов несущей конструкции пилона

Архитектурно-строительный раздел

ПЗ согласно постановлению №87, ТТР наружных ограждающих конструкций,
ведомость отделки

- графический материал (2 листа) фасад, планы этажей, экспликации,
разрезы, план кровли, узловые решения

Консультант ВКР Е. Е. М. Сергуничева, к.т.н., доцент каф. ПЗиЭН
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

Моделирование здания в ПК SCAD, сбор нагрузок, расчет колонн,
расчет вант, расчет узлов

- *графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД) – 6 листов* _____
схема расположения несущих конструкций, разрезы, узловые решения,
ферма, пилон, колонны, армирование ж/б конструкций

Консультант ВКР по конструкциям Е.Г. Плясунов, к.т.н., доцент каф. СКиУС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Фундаменты

Сравнение двух вариантов фундамента: неглубокого заложения и свайного

- *графический материал (1 лист)* план свайного поля, план и разрез ростверка,
инженерно-геологический разрез, арматурные сетки, ведомости

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 конструкций покрытия

- *графический материал (1-2 листа)* схема производства работ и монтажа,
схемы строповки, график производства работ

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

Организация строительного производства

Объектный строительный генеральный план на основной период
строительства

- *графический материал (2 листа)* календарный график производства работ,
стройгенплан, экспликация зданий, ТЭП

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

Экономика строительства

ЛСР на устройство конструкций покрытия в ценах I кв. 2020 г., анализ ЛСР
по составным элементам, расчет ТЭП

Консультант ВКР С.А. Хиревич, 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	3.02.2020 – 14.02.2020
Архитектурно-строительный	17.02.2020 – 13.03.2020
Расчетно-конструктивный, включая фундаменты	16.03.2020 – 17.04.2020
Технология строительного производства	20.04.2020 – 1.05.2020
Организация строительного производства	4.05.2020 – 15.05.2020
Экономика строительства	18.05.2020 – 1.06.2020

Руководитель ВКР

(подпись)

Задание принял к исполнению

Е.А. Курбатов
(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 03 » _____ февраля _____ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске» содержит 151 страницу текстового документа, 1 приложение, 35 использованных источников, 14 листов графического материала.

СТРОИТЕЛЬСТВО, УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР АВИАПОДГОТОВКИ, МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КАРКАС, КОНСОЛЬ, ПИЛОН, ВАНТЫ, ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ПК SCAD, ЗАБИВНЫЕ СВАИ, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.

Объект выпускной квалификационной работы – авиационный учебный центр в г. Красноярске.

Цели дипломного проектирования:

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

Задача разработки проекта:

- запроектировать и рассчитать здание авиационного учебного центра с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных норм.

Цель строительства:

- обеспечение г. Красноярска уникальным образовательным объектом.

В результате расчета были определены наиболее оптимальные архитектурные и конструктивные решения, которые позволили добиться желаемого результата.

В итоге был разработан проект, в результате реализации которого будет введен новый авиационный учебный центр. Центр авиаподготовки станет местом для подготовки специалистов в области воздушного транспорта.

В ходе дипломного проектирования были произведены:

- сравнение двух вариантов конструкции несущего пилона;
- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- расчет основных несущих конструкций (колонн, вант, узлов);
- сравнение двух вариантов фундаментов: неглубокого заложения и свайного;
- разработана технологическая карта на устройство конструкций покрытия;
- разработан строительный генеральный план на основной период строительства и календарный план на весь период строительства;
- составлен локальный сметный расчет на устройство конструкций покрытия.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Вариантное проектирование	9
1.1 Вариант 1	9
1.2 Вариант 2	10
1.3 Сравнение вариантов. Окончательный выбор варианта конструкции	11
1.3.1 Определение расхода бетона, арматуры и металла на несущие конструкции	11
1.3.2 Техничко-экономическое сравнение	12
2 Архитектурно-строительный раздел	14
2.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	14
2.2 Описание принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешённого строительства объекта капитального строительства	15
2.3 Описание и обоснование использованных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства	16
2.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	17
2.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное и искусственное освещение помещений с постоянным пребыванием людей	18
2.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия	18
2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов	19
2.8 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров – для объектов непромышленного назначения	19
2.9 Теплотехнический расчет	20
2.9.1 Теплотехнический расчет стены	21
2.9.2 Теплотехнический расчет неэксплуатируемой кровли	23

					ДП-08.05.01 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разработал</i>	Курбатов Е.А.				<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руководитель</i>	Плясунов Е.Г.				4	4	151
<i>Н. Контр.</i>	Плясунов Е.Г.				СКУС		
<i>Зав. кафедрой</i>	Деордиев С.В.						
Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске							

2.10	Экспликации и ведомости.....	25
2.10.1	Экспликация элементов заполнения дверных и оконных проемов ...	25
2.10.2	Ведомость отделки помещений	25
3	Расчетно-конструктивный раздел	28
3.1	Конструктивное решение.....	28
3.2	Климатические условия	28
3.3	Сбор нагрузок.....	29
3.4	Моделирование и расчет здания в программном комплексе SCAD Office	
21.1	36
3.4.1	Краткая характеристика методики расчета	36
3.4.2	Описание модели	37
3.4.3	Результаты расчета	39
3.5	Расчет колонны К1	49
3.5.1	Расчет ребра жесткости колонны К1	52
3.5.2	Расчет базы колонны К1	53
3.6	Расчет колонны пилона К4	56
3.7	Расчет вант.....	58
3.8	Расчет узлов.....	60
3.8.1	Опорный узел фермы.....	60
3.8.2	Опорный узел пилона	64
3.8.3	Узлы крепления вант	65
3.9	Проектирование фундаментов.....	68
3.9.1	Исходные данные для проектирования	68
3.9.2	Проектирование фундамента неглубокого заложения	72
3.9.3	Проектирование свайного фундамента из забивных свай.....	83
3.9.4	Технико-экономическое сравнение вариантов фундамента	92
3.9.5	Проектирование свайного фундамента под колонну пилона.....	94
4	Организация строительного производства	101
4.1	Характеристики района строительства и условий строительства	101
4.1.1	Сведения о возможности использования рабочей силы при осуществлении строительства	101

4.1.2	Перечень мероприятий по привлечению квалифицированных специалистов для осуществления строительства, в том числе для выполнения работ вахтовым методом.....	102
4.1.3	Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства.....	102
4.1.4	Калькуляция трудовых затрат на возведение объекта.....	102
4.1.5	Подготовка строительного производства.....	108
4.1.6	Обоснование решений по организации строительства.....	110
4.1.7	Основные требования по выполнению геодезических построений и геодезического контроля точности СМР	111
4.1.8	Мероприятия по производству работ в зимнее время	111
4.1.9	Обоснование календарного планирования.....	113
4.2	Расчет элементов СГП	114
4.2.1	Подбор крана.....	114
4.2.2	Привязка стрелового крана к зданию	115
4.2.3	Зоны действия крана.....	116
4.2.4	Расчет численности персонала.....	117
4.2.5	Потребность во временных зданиях и сооружениях	118
4.2.6	Проектирование временных дорог и подъездов	120
4.2.7	Проектирование площадок для складирования материалов	120
4.2.8	Временное водоснабжение и канализация	121
4.2.9	Временное теплоснабжение	123
4.2.10	Временное электроснабжение и освещение	125
4.2.11	Потребность в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене	126
4.2.12	Технико-экономические показатели.....	127
5	Технология строительного производства	128
5.1	Область применения	128
5.2	Общие положения	128
5.3	Организация и технология выполнения работ	128
5.4	Требования к качеству работ	131
5.5	Потребность в материально-технических ресурсах	134
5.6	Техника безопасности и охрана труда	135
5.7	Технико-экономические показатели	137

6 Экономика строительства	138
6.1 Социально-экономическое обоснование строительства авиационного учебного центра в г. Красноярск.....	138
6.2 Определение стоимости работ по устройству конструкции покрытия....	141
6.3 Анализ локального сметного расчета на устройство конструкции покрытия.....	142
6.4 Техничко-экономические показатели	144
Заключение	145
Список использованных источников	146
Приложение А	149

ВВЕДЕНИЕ

Воздушные ворота столицы Красноярского края – международный аэропорт Красноярск – один из важнейших авиатранспортных узлов региона, играющий огромную роль в развитии торгово-экономических связей Красноярского края. Аэропорт Красноярск имеет выгодное географическое положение и является стратегическим транзитным узлом в воздушном сообщении между Европой и Азией.

26 декабря 2017 года к проведению Зимней Универсиады-2019 был открыт новый пассажирский терминал красноярского аэропорта, который стал в полной мере современным аэровокзалом, оснащенным технологичным оборудованием, обеспечивающим комфорт и безопасность пассажиров. В этом же году красноярский аэропорт побил исторический рекорд по пассажиропотоку. Область авиации в Красноярском крае стабильно развивается.

Однако, специализированные учреждения, осуществляющие профильную подготовку кадров в данной области, практически отсутствуют. Таким образом, было принято решение в рамках дипломного проектирования разработать проект Центра авиаподготовки.

Авиационный учебный центр – это образовательное учреждение дополнительного образования, осуществляющее профессиональную подготовку, переподготовку и повышение квалификации авиационного персонала в соответствии с законодательством и специальными авиационными правилами.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает в себя проектную разработку, в которой рассматриваются следующие разделы: вариантное проектирование, архитектурно-строительный и расчетно-конструктивный разделы, организация и технология строительного производства, экономика строительства.

Определяющую роль в выборе вантовой конструкции покрытия сооружения сыграл факт, что данный авиационный учебный центр разрабатывается на базе Международного аэропорта Красноярск, который так же имеет вантовые конструкции во входной группе. Таким образом, будет сформирован комплекс сооружений, выполненный в едином стиле, что соответствует основным принципам архитектуры.

Ввиду большого распространения компьютерных технологий и программного обеспечения, в данном проекте помимо «SCAD Office 21.1» используются следующие программные приложения: AutoCAD, Revit, Microsoft Word, Microsoft Excel.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1 Вариантное проектирование

В рамках дипломного проектирования рассмотрим 2 варианта конструктивного решения несущего пилона, поддерживающего консольные вылеты конструкций покрытия Центра авиаподготовки, а также выступающего в качестве декоративного элемента экстерьера сооружения.

1.1 Вариант 1

В первом варианте предполагается устройство пилона из металлических колонн. По данным расчета в ПК SCAD было получено сечение колонны из круглых труб диаметром 273 мм с толщиной стенки 14 мм.

Данная решетчатая конструкция представляет собой наклонную треугольную пирамиду высотой 35 м. Шаг колонн в осях В-Д – 4 м, в осях 1-2 – 6 м.

Между колоннами для равномерного распределения нагрузки и сохранения общей устойчивости устраиваются перекрестные связи из круглых труб. Конструкция пилона разбита на 4 яруса высотой 8,75 м каждый. Перекрестные связи устраиваются в пределах первых трёх ярусов.

Прикрепление вант к колоннам осуществляется на вершине третьего яруса на отметке +26,250 м. Стальные канаты крепятся к фасонкам, приваренным к металлическим колоннам.

Сопряжение колонн с фундаментом осуществляется через жесткие узлы.

Основным достоинством металлических колонн является возможность воспринимать значительные нагрузки при относительно небольших сечениях вследствие значительной прочности металла. Кроме того, данные конструкции отличаются легкостью, транспортабельностью и простотой монтажа.

К недостаткам можно отнести низкую коррозиестойкость и огнестойкость, ввиду чего требуется применение специальных защитных покрытий.

Конструктивная схема представлена на рисунке 1.1.

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

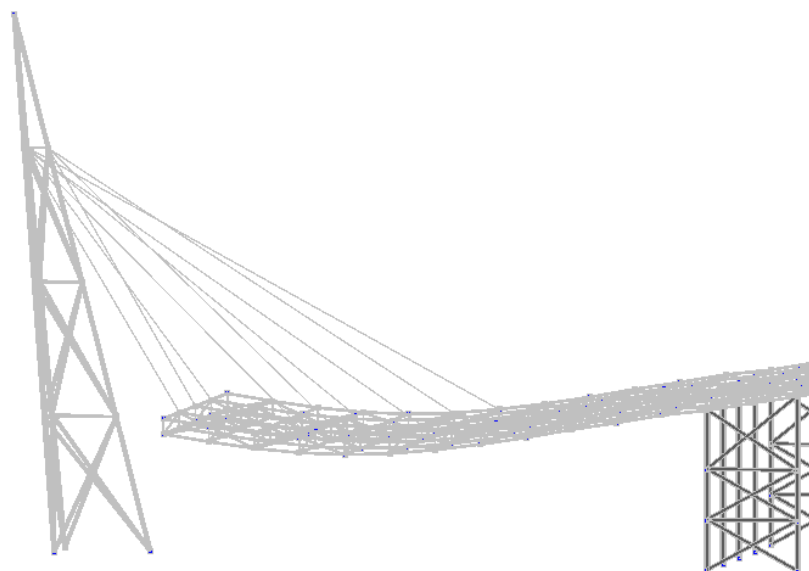


Рисунок 1.1 – Конструкция пилона из металлических круглых труб

1.2 Вариант 2

Во втором варианте было рассмотрено устройство колонн пилона из железобетона. По данным расчета в ПК SCAD было получено сечение колонны 600x600 мм из бетона класса В30 с шестью несущими арматурными стержнями диаметром 20 мм.

Данная конструктивная схема представляет собой треугольную пирамиду высотой 35 м. Шаг колонн в осях В-Д – 4 м, в осях 1-2 – 6 м.

После возведения конструкции предполагается обшивка пилона панелями из керамогранита для образования замкнутой конструкции.

Между колоннами для равномерного распределения нагрузки и сохранения общей устойчивости устраиваются перекрестные связи из спаренных уголков. Конструкция пилона разбита на 4 яруса высотой 8,75 м каждый. Перекрестные связи устраиваются в пределах первых трёх ярусов.

Прикрепление вант к железобетонным колоннам осуществляется на вершине третьего яруса на отметке +26,250 м с помощью закладных деталей и приваренных к ним фасонки.

Сопряжение колонн с фундаментом – жесткое.

Основными преимуществами железобетонных колонн по сравнению с металлическими являются низкая стоимость, огнестойкость и устойчивость к коррозии, высокая механическая прочность и долговечность, а также возможность возводить конструкции любой формы.

Среди недостатков можно отметить дорогую транспортировку ЖБИ, необходимость выдержки до приобретения прочности, необходимость в дополнительных строительных материалах и технике (бетононасосы, миксеры, опалубка, арматура).

Конструктивная схема представлена на рисунке 1.2.

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

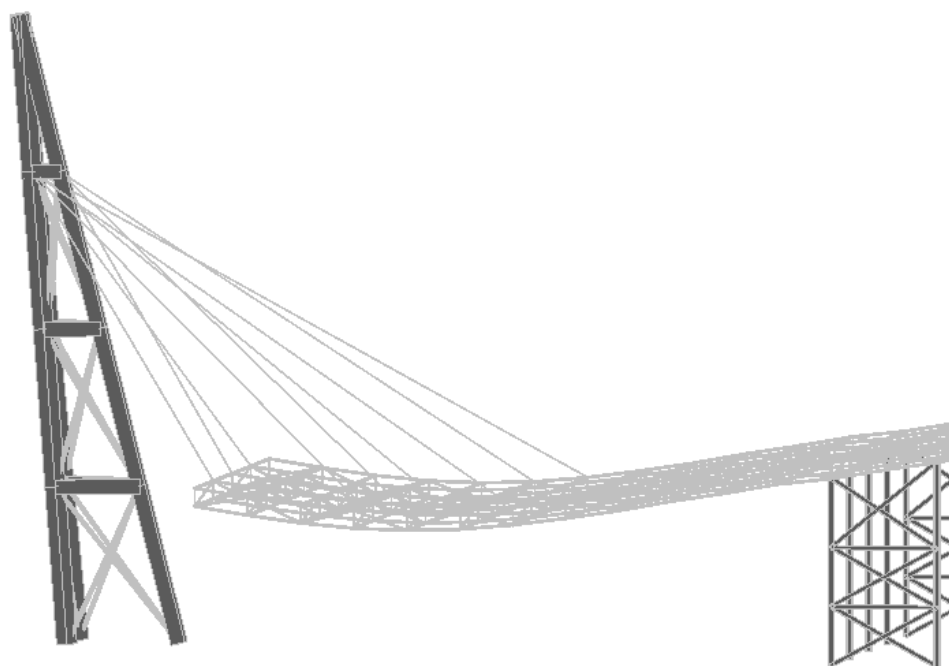


Рисунок 1.2 – Конструкция пилона из железобетонных колонн

1.3 Сравнение вариантов. Окончательный выбор варианта конструкции

Сравнение вариантов произведем на основе вычисленных технико-экономических показателей. Для этого необходимо определить объемы материала на несущие конструкции и трудозатраты на их возведение.

1.3.1 Определение расхода бетона, арматуры и металла на несущие конструкции

В первом варианте необходимо определить массы отправочных элементов.

Определим расчетные параметры в табличной форме. Расчет представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Расчетные объемы металлических колонн

Профиль	Масса 1 п. м., кг	Длина элемента, м	Масса элемента, т	Кол-во	Общая масса, т
O273x14	89,42	35,2	3,15	2	6,3
		36,12	3,23	1	3,23

Во втором варианте необходимо определить объем бетона в колоннах, массу арматуры и площадь поверхности колонн.

Определим расчетные параметры в табличной форме. Расчет представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Расчетные объемы железобетонных колонн

Сечение колонны, мм	Кол-во, шт.	Общая длина, м	Общий объем, м ³	Общая масса арматуры, т		Общая площадь поверхности, м ²
				d=20 мм	d=6 мм	
600x600	2	35,2	12,672	2,1	0,235	168,96
	1	36,12	13,003			86,69

1.3.2 Технико-экономическое сравнение

В качестве технико-экономического анализа будем сравнивать трудоемкость монтажа железобетонных и металлических колонн. В качестве источников трудозатрат используем ЕНиР 4-1 и ЕНиР 5-1. Технико-экономическое сравнение проводим в табличной форме, расчеты представлены в таблице 1.3 для железобетонных колонн, в таблице 1.4 для металлических колонн соответственно.

В таблице 1.3 для прогрева колонн условно принимаем половину объема всех колонн.

Таблица 1.3 – Расчет трудозатрат на возведение железобетонных колонн

Наименование технологического процесса и его операций	Объем работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени, чел.-час	Затраты времени, чел.-час
Устройство опалубки щитовой	255,65	м ²	Е4-1-34-Б-2а	0,40	102,26
Разборка опалубки (щитовой)	255,65	м ²	Е4-1-34-Б-2б	0,15	38,35
Установка и вязка арматуры диаметром до 6 мм отдельными стержнями в колонны	0,235	т	Е4-1-46-4а	26,5	6,23
Установка и вязка арматуры диаметром до 26 мм отдельными стержнями в колонны	2,1	т	Е4-1-46-4д	8,7	18,27
Укладка бетонной смеси в колонны 600x600 мм	38,35	м ³	Е4-1-49-Б-5	1,10	42,19
ИТОГО:					207,3

Таблица 1.4 – Расчет трудозатрат на возведение металлических колонн

Наименование технологического процесса и его операций	Объем работ	Ед. изм.	Обоснование	Норма времени, чел.-час	Затраты времени, чел.-час
Монтаж колонн длиной элемента 35,2 м	2	шт	Е5-1-9-1а	3,5	7,00
Добавлять на 1 т	6,3	т	Е5-1-9-2а	2,36	14,87
Монтаж колонн длиной элемента 36,12 м	1	шт	Е5-1-9-1а	3,5	3,50
Добавлять на 1 т	3,23	т	Е5-1-9-2а	2,42	7,82
ИТОГО:					33,19

Вывод: по результатам технико-экономического анализа трудоемкость возведения металлических колонн практически в 6 раз меньше, чем устройство железобетонных колонн. Такое снижение трудоемкости позволяет значительно снизить срок возведения объекта и уменьшить количество работ на строительной площадке, что соответствует современным тенденциям технологичности.

Таким образом, первый вариант конструктивного решения пилона из стальных труб является наиболее приемлемым. Принимаем его для дальнейшего проектирования.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

2 Архитектурно-строительный раздел

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

Проектируемый авиационный учебный центр состоит из двух прямоугольных в плане учебных корпусов, расположенных зеркально и соединенных между собой центральным зданием. На уровне первого этажа обустроены переходы в каждый учебный корпус.

Данные корпуса имеют один этаж, размеры в осях – 108х24 м. Высота сооружения переменная, ввиду сложной изогнутой конструкции покрытия, которая имеет консольный вылет длиной 36 м. Наивысшая отметка покрытия – +17,330 м. Консольные вылеты поддерживаются над проезжей частью пилонами с помощью вантовых канатов. Высота пилона составляет 35 м.

Центральное здание имеет в плане форму трапеции. Размеры в осях: по малому основанию – 29,03 м, по большому основанию – 50,91 м, по боковой стороне – 40,57 м. Высота надземного этажа составляет 3,3 м, количество этажей – 2. Также имеется один подземный этаж высотой 2,8 м.

Планировочные решения помещений разработаны с учетом СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения [4].

В центральном здании на надземных этажах располагаются учебные кабинеты, холл, кабинеты дирекции, санузлы, буфет; в подземной части расположены служебные и подсобные помещения, а также лаборатории. В учебных корпусах располагаются лекционные аудитории, санузлы, тренажерный зал, медицинский пункт, преподавательские кабинеты, актовый и выставочный залы, симуляционные комнаты, библиотека и читальный зал, учебная лаборатория.

Фасад учебного корпуса имеет витражное остекление по всему периметру, в месте пересечения с центральным зданием стеклянные панели заменяются сплошными.

Прилежащая территория вокруг всего здания обустроивается, на ней располагаются пешеходные дорожки, скамейки, кустарники, небольшой фонтан.

Водосток внутренний организованный на кровле центрального здания, водосток наружный организованный на кровле учебных корпусов и консольных вылетах.

С задней стороны центрального здания предусмотрены дополнительные эвакуационные выходы: выход их подвала через приямок, а также наружная лестница со второго этажа. Таким образом, количество эвакуационных выходов соответствует [1].

Уровень ответственности сооружения – повышенный.

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

Степень огнестойкости центрального здания выше отметки 0,000 – I, степень огнестойкости корпусов – IIIа.

Класс конструктивной пожарной опасности сооружения – С.0.

Архитектурные решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям противопожарных, санитарно-гигиенических и иных норм, действующих на территории РФ, а также обеспечивают безопасную эксплуатацию объекта.

Технико-экономические показатели объекта представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технико-экономические показатели

Поз.	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Площадь застройки	м ²	7058,33
	в том числе: крылец, спусков, приямков	м ²	31,15
2	Общая площадь здания	м ²	9703,19
3	Полезная площадь здания	м ²	9645,29
4	Расчётная площадь здания	м ²	9258,09
5	Строительный объём	м ³	78068,85
	Строительный объём, выше отм. 0,000	м ³	73475,6
	Строительный объём, ниже отм. 0,000	м ³	4593,25
6	Этажность здания выше отм. 0,000	шт	2
	Этажность здания ниже отм. 0,000	шт	1

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

Объемно-пространственные и архитектурно-планировочные решения обусловлены передовыми требованиями технологии и производства, пожарной безопасности, а также действующих строительных норм и правил. Объемно-пространственная структура сооружения органично вписывается в отведенный ландшафт и соответствует современным веяниям. Предложенное планировочное и объемно-пространственное решение обеспечивает полное выполнение функций учебного центра.

Архитектурно-художественное решение обосновано средствами архитектурной композиции (симметрия). Симметричное расположение корпусов напоминает два крыла, что подчеркивает функциональное назначение

сооружения в качестве авиационного учебного центра. Установленный под наклоном и устремленный вверх пилон символизирует тягу к небесам. Кроме того, архитектурное восприятие обеспечивается с помощью гармоничного использования материала отделки стен, заполнения оконных проемов и стеклянных витражей.

Принятые объемно-планировочные решения обеспечивают выполнение противопожарных требований, предъявляемых к путям эвакуации, количеству эвакуационных выходов и нормативному расстоянию до эвакуационных выходов.

Размеры здания не нарушают требований к соблюдению предельных параметров разрешённого строительства объекта капитального строительства.

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

При оформлении фасадов использовались композиционные приемы, учитывающие специфику внутреннего объема здания, как среды жизнедеятельности человека. По форме, цвету и другим характеристикам фасад выделяется из фоновой сложившейся застройки, в то же время составляя с ней гармоничное целое.

Наружные стены центрального здания выполнены из монолитного железобетона толщиной 250 мм с облицовкой вентилируемой навесной системой «Краспан» на металлической обрешетке с оснасткой под утеплитель «Rockwool Сэндвич Баттс С» толщиной 130 мм.

Наружные стены корпусов облицованы витражной системой СИАЛ КП60. Основу данной системы составляют алюминиевые профили стоек и ригелей с видимой шириной 60 мм. На базе данной системы возможно выполнение вертикальных фасадов как плоских, так и изогнутых под различными углами.

Окна – ПВХ индивидуального изготовления со стеклопакетом белого цвета по ГОСТ 30674-99.

Вход в центральное здание выполнен из витражной системы СИАЛ КП50К с устройством наружных дверей в витражном проёме.

Проектируемый состав неэксплуатируемой кровли корпусов: профилированный лист Н114-75-1,0; утеплитель Rockwool Сэндвич БАТТС К толщиной 180 мм; полимерная мембрана LogicRoof V-RP толщиной 5 мм.

Проектируемый состав неэксплуатируемой кровли центрального здания: монолитная плита покрытия толщиной 200 мм; утеплитель Rockwool Сэндвич БАТТС К толщиной 180 мм; разуклонка из керамзита толщиной 20-85 мм; армированная стяжка толщиной 50 мм; кровельный ковер Техноэласт толщиной 8,2 мм (СТО 72746455-3.3.1-2012).

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

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

Решения по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения включают в себя устройство полов, обработку и покрытие стен и потолков и подобраны с учётом:

- их эксплуатационных характеристик;
- надёжности и долговечности;
- экономного расходования строительных материалов;
- максимальной механизации процесса устройства;
- пожарной безопасности.

Материалы и изделия, используемые при строительстве, соответствуют требованиям ГОСТ и имеют гигиеническое заключение, выданное органами государственной санитарно-эпидемиологической службы, а также сертификаты соответствия пожарной безопасности.

Стены помещений выполнены гладкими и имеют отделку, допускающую влажную уборку и дезинфекцию.

Согласно Федеральному закону от 10 июля 2012 года №117-ФЗ, на путях эвакуации в вестибюлях и лестничных клетках класс пожарной опасности отделочных материалов не более чем: для стен и потолков – КМ0, полов – КМ1; для общих коридоров класс пожарной опасности отделочных материалов не более чем: для стен и потолков – КМ1, для покрытий полов – КМ2.

Принятые отделочные материалы на путях эвакуации:

1. Вестибюли, коридоры:

- потолок – Armstrong Scala Board (КМ0);
- стены – окраска Tikkurila Euro Pesto 10 (КМ0);
- полы – керамическая плитка (КМ0) с противоскользящей поверхностью.

2. Лестничные клетки:

- потолок – грунтовка «Tikkurila Euro Primer», огнезащитное покрытие «UnitFire LUX», окраска Tikkurila Euro Pesto 10 (КМ0);
- стены – окраска Tikkurila Euro Pesto 10 (КМ0);
- полы – керамическая плитка (КМ 0) с противоскользящей поверхностью.

Отделка кабинетов, лекционных аудиторий, залов:

- потолок – Armstrong Scala Board (КМ 0);
- стены – декоративная штукатурка Parade Ice Elbrus (КМ 1);
- пол – керамическая плитка (КМ 0) с противоскользящей поверхностью.

Отделка помещений служебного назначения:

- потолок – Armstrong Scala Board (КМ 0);
- стены – окраска акриловой краской Tikkurila Euro Pesto 10;

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

- пол – керамическая плитка (КМ 0) с противоскользящей поверхностью.
- Санузлы:
- потолок – подвесной потолок стальной реечный;
- стены – окраска акриловой краской Tikkurila Euro Pesto 10;
- низ стен (1,2 м) – керамическая плитка Kerama Marazzi;
- пол – керамическая плитка (КМ 0) с противоскользящей поверхностью.

2.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное и искусственное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Принятые архитектурные решения, предусматривающие устройство оконных проёмов в наружных стенах и светопрозрачных витражей, обеспечивают естественное освещение всех учебных помещений в соответствии с действующими строительными и санитарными нормами.

Инсоляция помещений соответствует требованиям СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите жилых и общественных зданий и территорий» и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий».

Согласно МГСН 4.06-03 «Общеобразовательные учреждения», допускается освещать коридоры вторым светом путем устройства остекленных перегородок или фрамуг в стенах коридора. Таким образом, в стенах помещений устраиваются фрамуги для дополнительного естественного освещения коридоров. Кроме того, лестничная клетка служит световым карманом.

Число, размеры и размещение проемов обеспечивают равномерность естественного освещения и нормируемое время инсоляции.

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

Согласно [8], требуемый нормативный индекс изоляции воздушного шума стен и перегородок между классами, кабинетами и аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования 48 дБ.

В проекте запроектированы перегородки с системой ТехноАкустик: кирпичная перегородка толщиной 120 мм, обшитая двумя слоями гипсовых плит ГСП с обеих сторон, с заполнением звукоизоляционным материалом ТехноАкустик 57 дБ толщиной 100 мм.

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

При проектировании сооружения применены объемно-планировочные решения, обеспечивающие защиту основных помещений учебного центра от шума, вибрации инженерного и учебного оборудования.

Помещения вентиляционных камер не расположены над, под и смежно с помещениями с постоянным пребыванием людей. Для устранения шума, возникающего при работе вентиляционных установок, используются шумоглушители и гибкие вставки (содержащие звукопоглощающие материалы). Уровень звукового давления от вентиляционных установок не превышает нормативных значений, что обеспечивает требования [8].

2.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов

Согласно Федеральным авиационным правилам «Размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи, радиотехническом оборудовании и других объектах, устанавливаемых в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов», при высоте здания ниже 45 м установка световых огней не требуется.

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

Для рационального использования искусственного света и равномерного освещения учебных помещений должны быть применены отделочные материалы и краски создающие матовую поверхность с коэффициентом отражения:

- для потолка – 0,7-0,9;
- для стен – 0,5-0,7;
- для пола – 0,4-0,5;
- мебели – 0,45.

Декоративно-художественная и цветровая отделка учебных помещений, холлов, коридоров, лестничных площадок предполагается в спокойной светлой цветовой гамме.

Рекомендуется применение цветов: для потолков, дверей, оконных рам – белый; для мебели (шкафы, столы, стулья) - бежевый или светло-коричневый.

Для стен помещений, ориентированных на южную сторону горизонта, применяются материалы и краски неярких холодных тонов, с коэффициентом отражения 0,7-0,8 (светло-серый, бледно-голубой, бледно-зелёный), на северную сторону – тёплые тона (бежевый, бледно-жёлтый, бледно-розовый) с коэффициентом отражения 0,6-0,7.

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

2.9 Теплотехнический расчет

В соответствии с требованиями [11], приведенное сопротивление теплопередаче наружной ограждающей конструкции должно быть не менее нормируемого значения R_{reg} , температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности стены, определяемый по формуле $\Delta t = \frac{n \cdot (t_{int} - t_{ext})}{R_o \cdot \alpha_{int}}$, не должен превышать нормируемого значения Δt_n [табл. 5, 11]. Кроме того, температура внутренней поверхности в местах теплопроводных включений, в углах и оконных откосах должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха t_d .

Нормируемое сопротивление теплопередаче наружных стен и окон для условий г. Красноярска для общественных зданий определяем по [п. 5.2, 11].

Расчетные параметры наружной и внутренней сред показаны в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Расчетные параметры наружной и внутренней сред

Параметры	Значения параметров	Источник
1. Населенный пункт	г. Красноярск Красноярского края	-
2. Расчетная температура наружного воздуха, t_n , °C	-37	СП 131.13330-2012, табл.1
3. Средняя температура отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже 8 °C, t_{om} , °C	-6,7	СП 131.13330-2012, табл.1
4. Продолжительность отопительного периода со средней суточной температурой воздуха ниже 8 °C, z_{om} , сут.	233	СП 131.13330-2012, табл.1
5. Расчетная температура внутреннего воздуха, t_e , °C - учебные помещения	20	ГОСТ 30494-2011
6. Относительная влажность внутреннего воздуха, φ_{int} , % - учебные помещения	45	ГОСТ 30494-2011
7. Температура точки росы t_d , °C - учебные помещения	7,72	СП 23-101-2004, прил. Р
8. Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, α_{int} , $Вт/(м^2 \cdot °C)$	8,7	СП 50.13330-2012, табл.4
9. Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции, α_{ext} , $Вт/(м^2 \cdot °C)$	23	СП 50.13330-2012, табл.6

Окончание таблицы 2.2

Параметры	Значения параметров	Источник
10. Влажностный режим помещений - учебные помещения	Нормальный	СП 50.13330-2012, табл.1
11. Зона влажности территории строительства	Сухая	СП 50.13330-2012, прил. В
12. Условия эксплуатации ограждающих конструкций - учебные помещения	А	СП 50.13330-2012, табл.2

2.9.1 Теплотехнический расчет стены

Нормативное сопротивление теплопередаче наружных стен определяем по формуле (2.1) согласно [п. 5.2, 11]

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

где $R_0^{\text{мп}}$ – 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, 11];

m_p – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства.

Градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C} \cdot \text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле (2.2) согласно [п. 5.2, 11]

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

где t_{om}, z_{om} – средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, сут/год, отопительного периода, для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °C , принимаемые по таблице 1;

t_g – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C , принимаемая по таблице 1.

Согласно [прим.1, табл. 3, 11] $R_0^{\text{мп}}$ рассчитывается по формуле (2.3)

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

где a, b – коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, принимаемые по [табл. 3, 11].

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

Для стен учебных помещений принимаем согласно [табл. 3, 11] $a = 0,0003$; $b = 1,2$.

Находим ГСОП по формуле (2.2)

$$ГСОП = (t_{в} - t_{ом}) \cdot z_{ом} = (20 - (-6,7)) \cdot 233 = 6221,1 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \text{сут} / \text{год}.$$

По формуле (2.3) определим R_0^{mp}

$$R_0^{mp} = a \cdot ГСОП + b = 0,0003 \cdot 6221,1 + 1,2 = 3,07 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

Наружные стены выполнены из монолитного железобетона толщиной 250 мм. Для утепления используется минеральная плита «Rockwool Сэндвич Баттс С» с облицовкой вентилируемой навесной системой «Краспан».

Согласно таблице 2.2, теплотехнические показатели материалов берутся при эксплуатационной влажности для условий «А». Теплотехнические показатели материалов указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Теплотехнические показатели материалов стены

Материал	Теплопроводность, $\lambda_A, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Источник
Железобетон толщиной 250 мм; $\gamma = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$	1,69	СП 50.13330.2012 Прил. Т
Утеплитель Rockwool Сэндвич Баттс С; $\gamma = 115 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,042	По данным производителя

Необходимая толщина утеплителя определяется исходя из

$$R_0^{mp} = \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_0 + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = 3,07 \text{ м} \cdot ^\circ\text{C} / \text{Вт}.$$

Таким образом находим толщину утеплителя

$$\delta_2 = \left(R_0^{mp} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \cdot \lambda_2 = \left(3,07 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,25}{1,69} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,116 \text{ м}.$$

Принимаем утеплитель Rockwool Сэндвич Баттс С толщиной 130 мм, размер листа 2400x1210 мм. Таким образом, реальное сопротивление теплопередаче R_0 принятой конструкции составит

$$R_0 = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_{\text{ext}}} \right) = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{1,69} + \frac{0,13}{0,042} + \frac{1}{23} \right) = 3,4 \text{ м} \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

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

$$\Delta t = \frac{n \cdot (t_v - t_n)}{R^0 \cdot \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (20 - (-37))}{3,4 \cdot 8,7} = 1,93 \text{ °C}.$$

Определяем температуру внутренней поверхности τ_g ограждающей конструкции и сравниваем ее с температурой точки росы

$$\tau_g = t_v - \Delta t = 20 - 1,93 = 18,07 \text{ °C} \geq t_d = 7,72 \text{ °C}.$$

Таким образом окончательно принимаем утеплитель «Rockwool Сэндвич Баттс С» толщиной 130 мм.

2.9.2 Теплотехнический расчет неэксплуатируемой кровли

Для кровли технических этажей в башнях принимаем согласно [табл. 3, 11] $a = 0,0004$; $b = 1,6$. По формуле (2.3) определим $R_0^{\text{мп}}$

$$R_0^{\text{мп}} = a \cdot ГСОП + b = 0,0004 \cdot 6221,1 + 1,6 = 4,09 \text{ м} \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Перекрытия выполняются монолитными толщиной 200 мм. Утепление и отделка происходят для неэксплуатируемой кровли. В качестве утеплителя используется теплоизоляционная плита «Rockwool Сэндвич Баттс К».

Согласно таблице 2.2, теплотехнические показатели материалов берутся при эксплуатационной влажности для условий «А». Теплотехнические показатели материалов указаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Теплотехнические показатели материалов покрытия неэксплуатируемой кровли

Материал	Теплопроводность, $\lambda_A, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Источник
Верхний слой кровельного ковра «Техноэласт ЭКП»	-	-
Стяжка из цементно-песчаного раствора М200 толщиной 50 мм; $\gamma = 1800 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,76	СП 50.13330.2012

Окончание таблицы 2.4

Материал	Теплопроводность, $\lambda_A, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$	Источник
Разуклонка керамзитом по уклону 2% толщиной 20-85 мм; $\gamma = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,17	СП 50.13330.2012
Нижний слой кровельного ковра «Техноэласт ЭКП»	-	-
Утеплитель «Rockwool Сэндвич Баттс К»; $\gamma = 140 \text{ кг}/\text{м}^3$	0,045	По данным производителя
Пароизоляция «Паробарьер СФ-1000»	-	-
Монолитная железобетонная плита толщиной 200 мм, $\gamma = 2500 \text{ кг}/\text{м}^3$	2,04	СП 50.13330.2012

Необходимая толщина утеплителя определяется исходя из

$$R_0^{mp} = \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_0 + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = 4,09 \text{ м} \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}.$$

Таким образом находим толщину утеплителя

$$\delta_4 = \left(R_0^{mp} - \frac{1}{\alpha_{int}} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_2}{\lambda_2} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) \cdot \lambda_4 = \left(4,09 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,05}{0,76} - \frac{0,02}{0,17} - \frac{0,2}{2,04} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,045 = 0,164 \text{ м}.$$

Принимаем утеплитель «Rockwool Сэндвич Баттс К» толщиной 180 мм. Таким образом получаем реальное сопротивление теплопередаче R_0 принятой конструкции составит

$$R_0^{mp} = \left(\frac{1}{\alpha_{int}} + R_0 + \frac{1}{\alpha_{ext}} \right) = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,76} + \frac{0,02}{0,17} + \frac{0,18}{0,045} + \frac{0,2}{2,04} + \frac{1}{23} \right) = 4,44 \text{ м} \cdot ^\circ\text{С} / \text{Вт}.$$

Температурный перепад Δt между температурой внутреннего воздуха t_e и температурой внутренней поверхности τ_e ограждающей конструкции должен составлять не более $\Delta t^H = 4 \text{ } ^\circ\text{С}$ для поверхностей покрытий общественных зданий. Для данной конструкции

$$\Delta t = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{R^0 \cdot \alpha_{int}} = \frac{1 \cdot (20 - (-37))}{4,44 \cdot 8,7} = 1,48 \text{ } ^\circ\text{С}.$$

Определяем температуру внутренней поверхности τ_6 ограждающей конструкции и сравниваем ее с температурой точки росы

$$\tau_6 = t_6 - \Delta t = 20 - 1,48 = 18,52^\circ\text{C} \geq t_d = 7,72^\circ\text{C}.$$

Окончательно принимаем утеплитель «Rockwool Сэндвич Баттс К» толщиной 180 мм.

2.10 Экспликации и ведомости

2.10.1 Экспликация элементов заполнения дверных и оконных проемов

В таблице 2.5 приведена экспликация элементов заполнения дверных проемов. В зависимости от помещений, дверные блоки выполнены из алюминиевых профилей в соответствии с ГОСТ 23747-2015 или из древесных материалов согласно ГОСТ 475-2016.

Таблица 2.5 – Экспликация элементов заполнения дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
1	ГОСТ 23747-2015	СИАЛ КП50К 21x18	1	
2	ГОСТ 475-2016	ДВ 2 21x18 О ПрБ	7	
3	ГОСТ 475-2016	ДВ 1 21x9 Г ПрБ	58	
4	ГОСТ 475-2016	ДВ 1 21x7 Г ПрБ	9	

В таблице 2.6 приведена экспликация элементов заполнения оконных проемов. Оконные блоки выполнены из ПВХ профилей в соответствии с ГОСТ 23166-99.

Таблица 2.6 – Экспликация элементов заполнения оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Примечание
ОК-1	ГОСТ 23166-99	ОП О 15-81	8	
ОК-2	ГОСТ 23166-99	ОП Р2СП 15-42	7	
ОК-3	ГОСТ 23166-99	ОП РС3 16-42	1	

2.10.2 Ведомость отделки помещений

В таблице 2.7 приведена ведомость отделки помещений, отделка помещений принята в соответствии с п. 2.4.

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

Таблица 2.7 – Ведомость отделки помещений

Номер помещения	Вид отделки				Примечание
	Потолок	Площадь, м ²	Стены	Площадь, м ²	
1-ый этаж					
1.1, 1.2, 1.23, 1.37	Armstrong Scala Board	1987,82	Окраска Tikkurila Euro Pesto 10	4215,18	
1.20	Грунтовка «Tikkurila Euro Primer», огнезащитное покрытие «UnitFire LUX», окраска Tikkurila Euro Pesto 10	19,3	Окраска Tikkurila Euro Pesto 10	119,15	
1.3-1.11, 1.14-1.19, 1.21, 1.22, 1.27-1.36, 1.41-1.50	Armstrong Scala Board	4364,13	Декоративная штукатурка Parade Ice Elbrus	6385,22	
1.26, 1.40	Armstrong Scala Board	151,66	Окраска Tikkurila Euro Pesto 10	321,47	
1.12, 1.13, 1.24, 1.25, 1.38, 1.39	Подвесной потолок стальной реечный	152,06	Керамическая плитка Kerama Marazzi / Окраска акриловой краской Tikkurila Euro Pesto 10	172,38//667,19	На высоту 1,2 м – плитка/ выше – окраска
2 этаж					
2.1	Armstrong Scala Board	480,33	Окраска Tikkurila Euro Pesto 10	657,74	
2.2-2.8, 2.10-2.12, 2.14-2.19	Armstrong Scala Board	967,02	Декоративная штукатурка Parade Ice Elbrus	1577,12	

Окончание таблицы 2.7

Номер помещения	Вид отделки				Примечание
	Потолок	Площадь, м ²	Стены	Площадь, м ²	
2.9, 2.13	Подвесной потолок стальной реечный	47,46	Керамическая плитка Kerama Marazzi / Окраска акриловой краской Tikkurila Euro Pesto 10	47,75/85,76	На высоту 1,2 м – плитка/ выше – окраска
Подземный этаж					
-1 этаж	Armstrong Scala Board	1494,81	Окраска Tikkurila Euro Pesto 10	2368,37	

3 Расчетно-конструктивный раздел

3.1 Конструктивное решение

Проектируемый объект представляет собой сооружение сложной формы. Центральное здание выполнено в монолитном железобетонном каркасе, крайние корпуса выполнены из металлического каркаса с консольными вылетами конструкций покрытия длиной 36 м. Консольные вылеты поддерживаются вантовой системой с помощью 35-метрового пилона из стальных круглых труб.

Структурное покрытие Центра авиаподготовки имеет изогнутую форму и состоит из металлических ферм пролетом 24 м. Размеры в осях каждого корпуса – 108х24 м, наивысшая высотная отметка – +17,330 м.

Центральное здание имеет 2 надземных этажа высотой 3,3 м и 1 подземный этаж высотой 2,8 м. Каркас монолитный железобетонный с плоскими перекрытиями из монолитного железобетона.

Конструктивная схема здания – сооружение с несущим каркасом. Каркасная система обеспечивает трансформативность внутреннего пространства здания, маневренность в устройстве проемов, позволяет сократить площадь, занятую конструкциями, что увеличивает рабочую площадь.

Основным требованием, предъявляемым к несущему остову здания, является обеспечение пространственной жесткости и устойчивости. Общая устойчивость и жесткость каркаса обеспечивается совместной работой колонн, горизонтальных дисков перекрытий, диафрагм жесткости, вертикальных и горизонтальных связей.

Принятые вертикальные несущие элементы:

- колонны 40К2, 30К2, 20К1 согласно [18] – у корпусов;
- монолитные стены из железобетона толщиной 200 мм, железобетонные колонны сечением 400х400 мм, бетон В20 – у центрального здания.

Горизонтальные несущие элементы:

- ферма из стальных круглых труб согласно [19] – у корпусов;
- перекрытие монолитное железобетонное толщиной 200 мм из бетона В20 – у центрального здания.

3.2 Климатические условия

Район строительства сооружения, согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» [6] и СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [15], характеризуется следующими данными:

- климатический район – III;
- расчетная температура наружного воздуха – -37°C;

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

- ветровой район – III;
- снеговой район – III;
- сезонная глубина промерзания грунтов – 2,5 м;
- расчетная сейсмичность площадки строительства – 6 баллов, в соответствии с прил. А СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» для г. Красноярска;
- уровень ответственности – повышенный, согласно [20];
- коэффициент надежности по назначению здания – 1,1.

3.3 Сбор нагрузок

В качестве нагрузок на здание и его элементы использованы нагрузки, регламентированные в [15].

В соответствии с требованиями для расчета пригодности к нормальной эксплуатации применены нормативные нагрузки, для расчета несущей способности – расчетные нагрузки.

Все нагрузки подразделяются по продолжительности воздействия на постоянные, временные длительного действия, кратковременные, и учитываются в расчетах в виде основного сочетания (особого сочетания нет из-за отсутствия особых нагрузок).

В основном сочетании:

- постоянные нагрузки приняты с коэффициентом $\psi = 1$;
- все длительные нагрузки приняты с коэффициентом $\psi_{11} = 1$ в запас прочности;
- кратковременные нагрузки приняты с коэффициентом $\psi_{t1} = 1$ для основной по степени влияния кратковременной нагрузки, $\psi_{t2} = 0,9$ для второй по степени влияния кратковременной нагрузки, $\psi_{t3} = 0,7$ для остальных кратковременных нагрузок.

Коэффициенты надежности по нагрузке для веса строительных конструкций:

- $\gamma_f = 1,05$ – металлические конструкции;
- $\gamma_f = 1,1$ – железобетонные конструкции ($\rho > 1600 \text{ кг} / \text{м}^3$);
- $\gamma_f = 1,2$ – изоляционные, выравнивающие и отделочные слои, выполняемые в заводских условиях;
- $\gamma_f = 1,3$ – изоляционные, выравнивающие и отделочные слои, выполняемые на строительной площадке.

Коэффициенты надежности по нагрузке для равномерно распределенных нагрузок:

- $\gamma_f = 1,3$ – при полном нормативном значении менее 2,0 кПа;

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

– $\gamma_f = 1,2$ – при полном нормативном значении $2,0 \text{ кПа}$ и более.

Постоянные нагрузки

– Собственный вес металлических конструкций – учитывается автоматически в программном комплексе SCAD; коэффициент надежности по нагрузке – $1,05$;

– Собственный вес железобетонных конструкций – учитывается автоматически в программном комплексе SCAD; коэффициент надежности по нагрузке – $1,1$.

Значения остальных постоянных нагрузок приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Постоянные нагрузки

Вид нагрузки	Этаж	Нормативная нагрузка, t/m	γ_f	Расчетная нагрузка, t/m
Вес перегородок 120 мм	1, 2 этаж	$1800 \cdot 0,12 \cdot 3,065 = 0,66 t/m$	1,1	0,73
Вес витражей	1 этаж	$100 \cdot 3,065 = 306,5 \text{ кг} / m = 0,307 t/m$	1,1	0,34

Длительные нагрузки

Длительные нагрузки представлены в таблице 3.2, значения нагрузки от давления грунта на стены подвала представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.2 – Равномерно распределенные нагрузки от веса полов и кровли

Вид нагрузки	Этаж	Нормативная нагрузка, t/m^2	γ_f	Расчетная нагрузка, t/m^2
Вес полов в кабинетах и коридорах	1, 2 этаж	0,15	1,1	0,165
Вес от кровли	Центр. здание	0,4	1,1	0,44
	Крайние корпуса	На крайние пролеты: $6 \cdot 3 \cdot 0,0154 / 2 / 3 = 0,046 t/m$ На центральные пролеты: $6 \cdot 3 \cdot 0,0154 / 3 = 0,092 t/m$		0,051 0,101

Рассчитываем нагрузку от давления грунта.

Грунт – супесь пластичная со значением удельного веса $\gamma = 1700 \text{ кг} / m^3$.
Давление на грунт от внешнего воздействия принято $P_{zp} = 500 \text{ кг} / m^2$.

Значение давления от грунта на стену в основании подвала

$$P = P_{zp} \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = 500 \cdot \text{tg}^2\left(\frac{180}{4} - \frac{30}{2}\right) = 0,167 \text{ м/м}^2. \quad (3.1)$$

Значение давления от грунта на стену в нижней части подвала

$$P = (\gamma \cdot h + P_{zp}) \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = (1700 \cdot 2,8 + 500) \cdot \text{tg}^2\left(\frac{180}{4} - \frac{30}{2}\right) = 1,75 \text{ м/м}^2. \quad (3.2)$$

Таблица 3.3 – Расчет давления грунта по высоте

$h, \text{ м}$	$p, \text{ м/м}^2$	$p, \text{ кН/м}^2$
0	0,167	1,64
1	0,73	7,16
2	1,3	12,75
2,8	1,75	17,17

Кратковременные нагрузки

Значения временных нагрузок представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Временные нагрузки

Помещение	Нормативная нагрузка, т/м^2	γ_f	Расчетная нагрузка, т/м^2
Служебные	0,2	1,2	0,24
Кабинеты	0,2	1,2	0,24
Коридоры, лестничные клетки	0,3	1,2	0,36
Покрытие на прочих участках	0,07	1,3	0,091

Снеговая нагрузка

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия определяется по формуле

$$S_0 = c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ кПа (кН/м}^2), \quad (3.3)$$

где c_e – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия здания под действием ветра;

c_t – термический коэффициент;

μ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие;

S_g – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности (г. Красноярск относится к III снеговому району, $S_g = 1,5 \text{ кПа}$).

Согласно [п. 10.11, 15] значение S_0 необходимо умножить на коэффициент 0,5.

Расчетная значение снеговой нагрузки определяется по формуле

$$S = S_0 \cdot \gamma_f = 1,5 \cdot 0,5 \cdot 1,4 = 1,05 \text{ кПа (кН / м}^2\text{)}, \quad (3.4)$$

где γ_f – коэффициент надежности по нагрузке.

Ветровая нагрузка

Ветровую нагрузку на центральное здание определяем только в направлении X с помощью модуля Вест в ПК SCAD. Полученные значения с наветренной и подветренной стороны здания представлены в таблицах 3.5 и 3.6. Данная нагрузка прикладывается по перекрытию.

Таблица 3.5 – Ветровые нагрузки на наветренную сторону здания

Высота, м	Нормативная нагрузка, т/м^2	Расчетная нагрузка, т/м^2
0	0,015	0,021
3,3	0,015	0,021
6,6	0,017	0,024

Таблица 3.6 – Ветровые нагрузки на подветренную сторону здания

Высота, м	Нормативная нагрузка, т/м^2	Расчетная нагрузка, т/м^2
0	0,011	0,0154
3,3	0,011	0,0154
6,6	0,012	0,0168

Ветровую нагрузку на крайние корпуса определяем согласно [п. 11, 15]. Нормативное значение основной ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_p составляющих. Пульсационная составляющая задается отдельно в ПК SCAD на основе средней составляющей w_m .

Нормативное значение w_m в зависимости от эквивалентной высоты z_e над поверхностью земли следует определять по формуле

$$w_m = w_0 \cdot k(z_e) \cdot c, \quad (3.5)$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления (для г. Красноярск равно 0,38 кПа);

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

c – аэродинамический коэффициент.

Расчет ветровой нагрузки представлен в таблицах 3.7-3.11.

Таблица 3.7 – Ветровая нагрузка на учебный корпус в направлении +X

Сторона здания	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
Наветренная	5	0,5	0,8	0,152
	10,48	0,6596	0,8	0,2
Подветренная	5	0,5	-0,5	-0,095
	6,64	0,5492	-0,5	-0,104

Таблица 3.8 – Ветровая нагрузка на учебный корпус в направлении -X

Сторона здания	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
Наветренная	5	0,5	0,8	0,152
	6,64	0,5492	0,8	0,167
Подветренная	5	0,5	-0,5	-0,095
	10,48	0,6596	-0,5	-0,125

Таблица 3.9 – Ветровая нагрузка на учебный корпус в направлении Y с наветренной стороны

Колонна	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
1	5	0,5	0,8	0,152
	10,48	0,6596	0,8	0,2
	11,48	0,6796	0,8	0,207
2	5	0,5	0,8	0,152
	12,58	0,7016	0,8	0,213
	13,58	0,7216	0,8	0,219
3	5	0,5	0,8	0,152
	14,35	0,737	0,8	0,224
	15,35	0,757	0,8	0,23
4	5	0,5	0,8	0,152
	15,41	0,7582	0,8	0,231
	16,41	0,7782	0,8	0,237
5	5	0,5	0,8	0,152
	15,72	0,7644	0,8	0,232
	16,72	0,7844	0,8	0,238
6	5	0,5	0,8	0,152
	15,24	0,7548	0,8	0,229
	16,24	0,7748	0,8	0,235

Окончание таблицы 3.9

Колонна	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
7	5	0,5	0,8	0,152
	14,02	0,7304	0,8	0,222
	15,02	0,7504	0,8	0,228
8	5	0,5	0,8	0,152
	12,1	0,692	0,8	0,21
	13,1	0,712	0,8	0,216
9	5	0,5	0,8	0,152
	9,6	0,638	0,8	0,194
	10,6	0,662	0,8	0,201
10	5	0,5	0,8	0,152
	6,64	0,5492	0,8	0,167
	7,64	0,5792	0,8	0,176

Таблица 3.10 – Ветровая нагрузка на учебный корпус в направлении Y с подветренной стороны

Колонна	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
1	5	0,5	-0,5	-0,095
	10,48	0,6596	-0,5	-0,125
	11,48	0,6796	-0,5	-0,129
2	5	0,5	-0,5	-0,095
	12,58	0,7016	-0,5	-0,133
	13,58	0,7216	-0,5	-0,137
3	5	0,5	-0,5	-0,095
	14,35	0,737	-0,5	-0,14
	15,35	0,757	-0,5	-0,144
4	5	0,5	-0,5	-0,095
	15,41	0,7582	-0,5	-0,144
	16,41	0,7782	-0,5	-0,148
5	5	0,5	-0,5	-0,095
	15,72	0,7644	-0,5	-0,145
	16,72	0,7844	-0,5	-0,149
6	5	0,5	-0,5	-0,095
	15,24	0,7548	-0,5	-0,143
	16,24	0,7748	-0,5	-0,147
7	5	0,5	-0,5	-0,095
	14,02	0,7304	-0,5	-0,139
	15,02	0,7504	-0,5	-0,143
8	5	0,5	-0,5	-0,095
	12,1	0,692	-0,5	-0,132
	13,1	0,712	-0,5	-0,135
9	5	0,5	-0,5	-0,095
	9,6	0,638	-0,5	-0,121
	10,6	0,662	-0,5	-0,126
10	5	0,5	-0,5	-0,095
	6,64	0,5492	-0,5	-0,104
	7,64	0,5792	-0,5	-0,11

Таблица 3.11 – Ветровая нагрузка на консоль в направлении X

Направление ветра	Высота $z_e, м$	k	c	Ветровая нагрузка $w, т/м$
Слева $+X$	8,5	0,605	1,4	0,322
	9,5	0,635	1,4	0,338
Справа $-X$	3,37	0,451	1,4	0,24
	4,37	0,481	1,4	0,256

Ветровую нагрузку на пилон рассчитываем как на решетчатую конструкцию по [прил. В.1.14, 15].

Аэродинамические коэффициенты решетчатых конструкций отнесены к площади граней пространственной конструкции или площади контура и определяются по формуле

$$c_x = \frac{1}{A_k} \sum c_{xi} \cdot A_i, \quad (3.6)$$

где c_{xi} – аэродинамический коэффициент i -ого элемента конструкции, принимаемый равным 1,4 для профилей;

A_i – площадь проекции i -го элемента конструкции;

A_k – площадь, ограниченная контуром конструкции.

Для профилей из труб коэффициент η определяется по табл. В.8 в зависимости от относительного расстояния между трубами b/h и коэффициента заполнения труб $\varphi = \frac{1}{A_k} \sum A_i$.

Аэродинамический коэффициент c_t умножается на коэффициент k_l в зависимости от направления ветра:

– по Y и $-X$ – $k_l=1,2$;

– по $+X$ – $k_l=0,9$.

Окончательный расчет ветровой нагрузки приведен в таблицах 3.12-3.14.

Таблица 3.12 – Ветровая нагрузка на пилон в направлении Y

Ярус	Отметка, м	Нормативное давление $w, кПа$	Площадь элементов фермы $\sum A_i, м^2$	Площадь проекции ограниченной контуром конструкции, $A_k, м^2$	Коэф. заполнения φ	Аэродинамический коэф. плоской фермы $c_x = 1,4\varphi$	η	Аэродинамический коэф. пространственной фермы $c_t = c_x(1 + \eta)$	Ветровая нагрузка, т/м
1	8,75	0,233	11,24	46,63	0,241	0,337	0,78	0,72	0,17
2	17,5	0,304	10,82	33,3	0,325	0,455	0,65	0,9	0,27
3	26,25	0,353	10,47	19,96	0,524	0,734	0,34	1,18	0,42
4	35	0,394	7,9	6,58	1,199	1,679	0,23	2,47	0,97

Таблица 3.13 – Ветровая нагрузка на пилон в направлении +X

Ярус	Отметка, м	Нормативное давление w , кПа	Площадь элементов фермы $\sum A_i$, м ²	Площадь проекции ограниченной контуром конструкции, A_k , м ²	Коэф. заполнения φ	Аэродинамический коэф. плоской фермы $c_x = 1,4\varphi$	η	Аэродинамический коэф. пространственной фермы $c_i = c_x(1 + \eta)$	Ветровая нагрузка, т/м
1	8,75	0,233	10,65	30,75	0,346	0,485	0,62	0,71	0,16
2	17,5	0,304	10,84	21,96	0,494	0,691	0,39	0,86	0,26
3	26,25	0,353	10,5	13,18	0,797	1,115	0,23	1,23	0,43
4	35	0,394	7,73	4,39	1,759	2,462	0,23	2,71	1,07

Таблица 3.14 – Ветровая нагрузка на пилон в направлении -X

Ярус	Отметка, м	Нормативное давление w , кПа	Площадь элементов фермы $\sum A_i$, м ²	Площадь проекции ограниченной контуром конструкции, A_k , м ²	Коэф. заполнения φ	Аэродинамический коэф. плоской фермы $c_x = 1,4\varphi$	η	Аэродинамический коэф. пространственной фермы $c_i = c_x(1 + \eta)$	Ветровая нагрузка, т/м
1	8,75	0,233	10,65	30,75	0,346	0,485	0,62	0,94	0,22
2	17,5	0,304	10,84	21,96	0,494	0,691	0,39	1,15	0,35
3	26,25	0,353	10,5	13,18	0,797	1,115	0,23	1,64	0,58
4	35	0,394	7,73	4,39	1,759	2,462	0,23	3,62	1,43

3.4 Моделирование и расчет здания в программном комплексе SCAD Office 21.1

Расчет здания выполняется в программном комплексе SCAD. Данный комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости конструкций, выбор неблагоприятных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций.

3.4.1 Краткая характеристика методики расчета

В основу расчета положен метод конечных элементов с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Узел в расчетной схеме представляется в виде абсолютно жесткого тела ничтожно малых размеров. Положение узла в пространстве при деформациях

системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы – тремя линейными смещениями и тремя углами поворота. Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются.

Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы.

Расчетная схема рассматривается как система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей X , Y , Z и поворотами вокруг этих осей.

Характеристики расчетной схемы:

- количество узлов – 23497;
- количество конечных элементов – 27056;
- количество загрузений – 16;
- количество комбинаций загрузений – 10;
- выбранный режим расчета – PARFES.

Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от загрузений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Значения расчетных сочетаний усилий представлены в таблице результатов расчета «Расчетные сочетания усилий».

Вычисление расчетных сочетаний усилий производится на основании критериев, характерных для соответствующих типов конечных элементов – стержней, плит, оболочек, массивных тел. В качестве таких критериев приняты экстремальные значения напряжений в характерных точках поперечного сечения элемента. При расчете учитываются требования нормативных документов и логические связи между загрузениями.

Основой выбора невыгодных расчетных сочетаний усилий служит принцип суперпозиции. Из всех возможных сочетаний отбираются те РСУ, которые соответствуют максимальному значению некоторой величины, избранной в качестве критерия и зависящей от всех компонентов напряженного состояния.

3.4.2 Описание модели

По материалам, представленным в архитектурно-строительном разделе и инженерно-геологическим условиям территории строительства, было выполнено моделирование сооружения для определения усилий и деформаций, возникающих в несущих элементах. Сооружение выполнено из линейных, плоскостных горизонтальных и вертикальных элементов. Несущий каркас центрального здания – железобетонный, каркас крайних корпусов – металлический.

Расчетная схема представлена на рисунке 3.1.

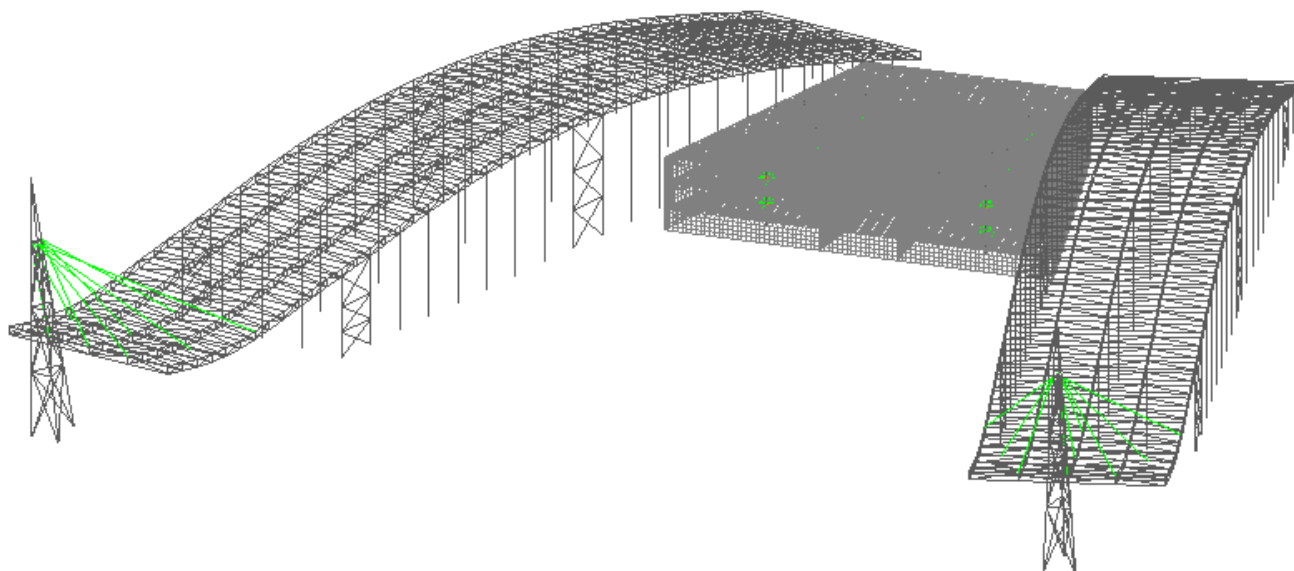


Рисунок 3.1 – Расчетная схема сооружения в ПК SCAD

Расчетная схема сооружения представлена в виде пространственной модели, состоящей из пластинчатых и стержневых элементов. Вантовые элементы задавались с помощью вкладки «Специальные элементы».

В процессе расчета рассматривались загрузки на основе п. 3.3 «Сбор нагрузок». Перечень загрузок и их характеристики представлены на рисунке 3.2.

№	Загрузки	Тип загрузки	Вид нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Доля длительности	Нормативное загрузка
1	1. Собственный вес	Постоянные нагру	Вес мета	1,05	1	☑
2	2 Кабинеты, прочие участки	Кратковременные	Полные и	1,3	0,35	☑
3	3 Коридоры	Кратковременные	Полные и	1,2	0,35	☑
4	4 Полы, кровля	Постоянные нагру	Вес бето	1,1	1	☑
5	5 Перегородки (фактич)	Постоянные нагру	Вес бето	1,1	1	☑
6	6 Перегородки (распред)	Постоянные нагру	Вес бето	1,1	1	☑
7	7 Снег	Кратковременные	Полные и	1,4	0,7	☑
8	8 Ветер +X	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	☑
9	9 Ветер -X	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	☑
10	10 Ветер +Y	Неактивное загруз	Нет	1,1	0	☑
11	11 Ветер -Y	Неактивное загруз	Нет	1,1	0	☑
12	12 Грунт	Постоянные нагру	Грунты н	1,15	1	☑
13	Пулс +X	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	
14	Пулс -X	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	
15	Пулс +Y	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	
16	Пулс -Y	Кратковременные	Ветровы	1,4	0	

Рисунок 3.2 – Загрузки расчетной схемы

При анализе для выявления наиболее неблагоприятных комбинаций и максимальных усилий в элементах каркаса задаются расчетные сочетания усилий, представленное на рисунке 3.3. Для веса перегородок и пульсационных нагрузок необходимо задать взаимоисключение, так как одновременное действие этих нагрузок невозможно.

Расчетные сочетания усилий и перемещений

Загрузки

Активное нагружение	Активное нагружение в РСР	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Знакопеременность	Участуют в групповых операциях	Объединения	Зависимости	Сопутствия	Коеф. надежности	Доля длительности	K ₁
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1. Собственный вес	Постоянные на	Вес металлических						1,05	1	1
2	<input checked="" type="checkbox"/>	2 Кабинеты, проч	Кратковременн	Полные нагрузки						1,3	0,35	1
3	<input checked="" type="checkbox"/>	3 Коридоры	Кратковременн	Полные нагрузки						1,2	0,35	1
4	<input checked="" type="checkbox"/>	4 Полы, кровля	Постоянные на	Вес бетонных (1,1	1	1
5	<input checked="" type="checkbox"/>	5 Перегородки (факт	Постоянные на	Вес бетонных (<input checked="" type="checkbox"/>		1,1	1	1
6	<input checked="" type="checkbox"/>	6 Перегородки (распре	Постоянные на	Вес бетонных (<input checked="" type="checkbox"/>		1,1	1	1
7	<input checked="" type="checkbox"/>	7 Снег	Кратковременн	Полные снегов						1,4	0,7	1
8	<input type="checkbox"/>	8 Ветер +X	Кратковременн	Ветровые нагр						1,4	0	1
9	<input type="checkbox"/>	9 Ветер -X	Кратковременн	Ветровые нагр						1,4	0	1
10	<input type="checkbox"/>	10 Ветер +Y	Неактивное за	Нет						1,1	0	1
11	<input type="checkbox"/>	11 Ветер -Y	Неактивное за	Нет						1,1	0	1
12	<input checked="" type="checkbox"/>	12 Грунт	Постоянные на	Грунты насыпн						1,15	1	1
13	<input checked="" type="checkbox"/>	Пулс +X	Кратковременн	Ветровые нагр				<input checked="" type="checkbox"/>		1,4	0	1
14	<input checked="" type="checkbox"/>	Пулс -X	Кратковременн	Ветровые нагр				<input checked="" type="checkbox"/>		1,4	0	1
15	<input checked="" type="checkbox"/>	Пулс +Y	Кратковременн	Ветровые нагр				<input checked="" type="checkbox"/>		1,4	0	1
16	<input checked="" type="checkbox"/>	Пулс -Y	Кратковременн	Ветровые нагр				<input checked="" type="checkbox"/>		1,4	0	1

Взаимоисключающие загрузки

Наименование	5	6	13	14	15	16
5 Перегородки (фактич		<input checked="" type="checkbox"/>				
6 Перегородки (распре	<input checked="" type="checkbox"/>					
13 Пулс +X				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14 Пулс -X				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15 Пулс +Y				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16 Пулс -Y				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Рисунок 3.3 – Расчетные сочетания усилий

В конце необходимо выполнить экспресс-контроль схемы на предмет ошибок и проверку готовности к расчету. После этого выполняется линейный расчет схемы и анализируются полученные результаты.

3.4.3 Результаты расчета

Расчет производится в ПК «SCAD 21.1» методом PARFES. Деформированная схема, величины перемещений и усилий от наиболее неблагоприятной комбинации представлены на рисунках 3.4-3.7.

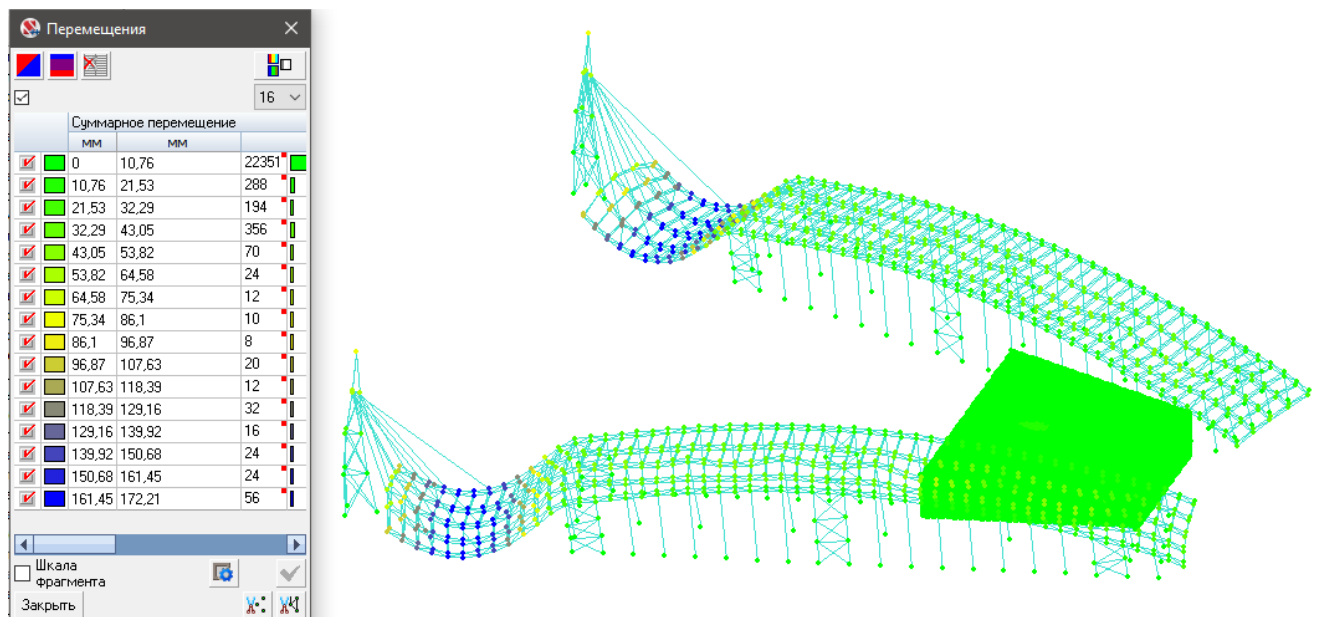


Рисунок 3.4 – Деформированная схема и величины перемещений

Усилия				
N				
	кН	кН		
✓	-1422,83	-1264,28	6	
✓	-1264,28	-1105,72	2	
✓	-1105,72	-947,16	4	
✓	-947,16	-788,61	4	
✓	-788,61	-630,05	2	
✓	-630,05	-471,49	4	
✓	-471,49	-312,94	4	
✓	-312,94	-154,38	68	
✓	-154,38	4,18	2248	
✓	4,18	162,73	1478	
✓	162,73	321,29	78	
✓	321,29	479,85	24	
✓	479,85	638,4	0	
✓	638,4	796,96	0	
✓	796,96	955,52	0	
✓	955,52	1114,07	18	

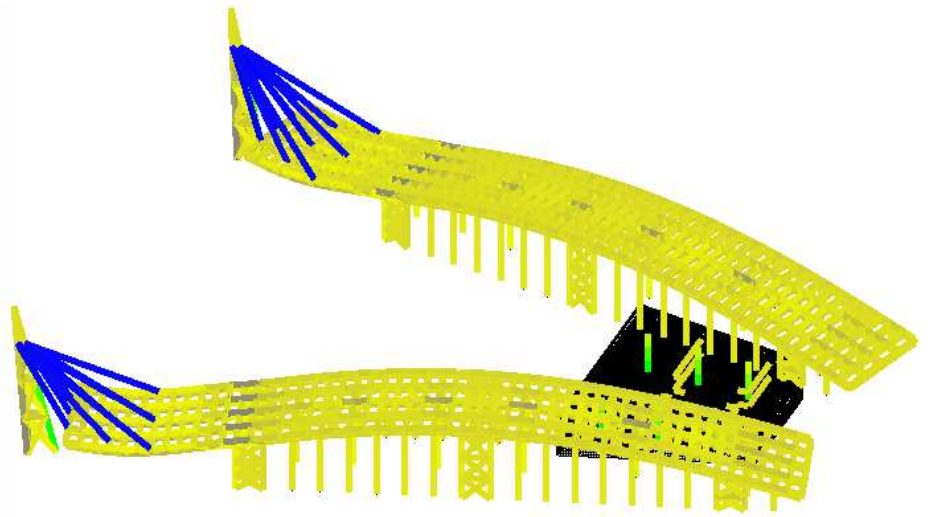


Рисунок 3.5 – Усилия N , кН

Усилия				
M_y				
	кН*м	кН*м		
✓	-113,23	-99,08	2	
✓	-99,08	-84,93	4	
✓	-84,93	-70,77	8	
✓	-70,77	-56,62	15	
✓	-56,62	-42,47	40	
✓	-42,47	-28,32	71	
✓	-28,32	-14,17	144	
✓	-14,17	-0,02	3502	
✓	-0,02	14,13	3794	
✓	14,13	28,28	137	
✓	28,28	42,43	71	
✓	42,43	56,58	40	
✓	56,58	70,73	15	
✓	70,73	84,89	8	
✓	84,89	99,04	4	
✓	99,04	113,19	2	

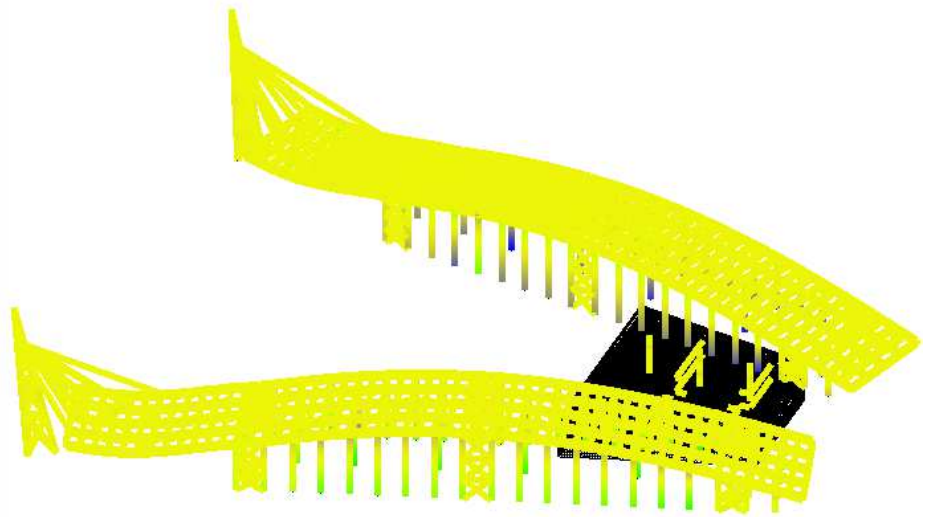


Рисунок 3.6 – Усилия M_y , кН*м

Усилия				
Q_z				
	кН	кН		
✓	-57,5	-50,31	1	
✓	-50,31	-43,13	2	
✓	-43,13	-35,94	1	
✓	-35,94	-28,75	4	
✓	-28,75	-21,57	26	
✓	-21,57	-14,38	7	
✓	-14,38	-7,2	46	
✓	-7,2	-0,01	3007	
✓	-0,01	7,18	3236	
✓	7,18	14,36	39	
✓	14,36	21,55	7	
✓	21,55	28,73	26	
✓	28,73	35,92	4	
✓	35,92	43,11	1	
✓	43,11	50,29	2	
✓	50,29	57,48	1	

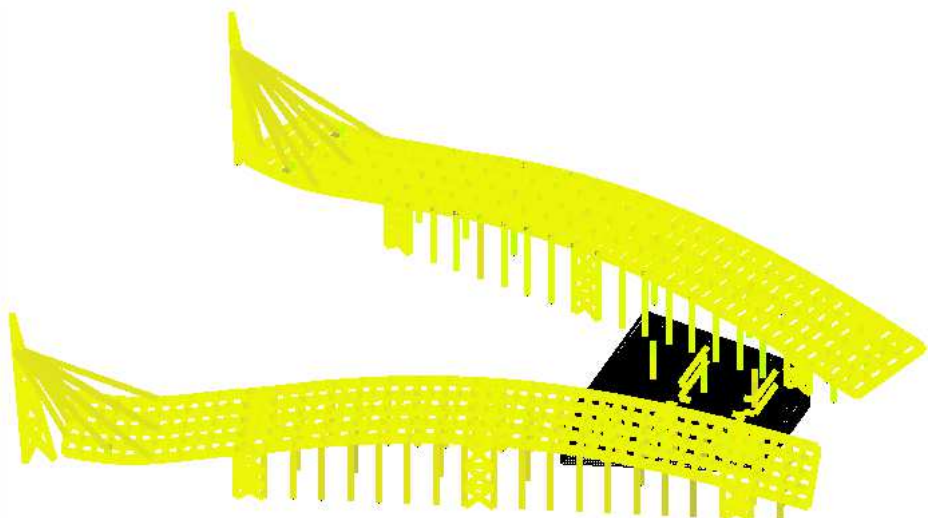


Рисунок 3.7 – Усилия Q_z , кН

Максимальное значение перемещения в консоли – 172,21 мм.

Согласно [15], при расчете строительных конструкций должно выполняться условие

$$f \leq f_u, \quad (3.7)$$

где f – прогиб и перемещение элемента конструкции;

f_u – предельный прогиб или перемещение, устанавливаемые нормами.

Предельный вертикальный прогиб в ферме консоли не должен превышать 1/300 её удвоенного вылета (согласно [табл. Д.1, 15]).

При вылете консоли 36 м предельный прогиб будет равен

$$f_u = \frac{36000 \cdot 2}{300} = 240 \text{ мм.}$$

Таким образом, условие (3.7) выполняется, прогиб в консоли меньше предельного.

Далее можно переходить к созданию конструктивных групп элементов и подбору арматуры в монолитных элементах и сечений стальных элементов. Создаются группы армирования вертикальных (стен и колонн) и горизонтальных (перекрытий) пластин и группы стальных конструкций: вертикальных (колонны) и горизонтальных (фермы покрытия, связи).

При создании данных групп задаются класс поперечной и продольной арматуры, диаметры, коэффициенты условий работы, расстояния до центра тяжести арматуры, коэффициент вертикального бетонирования (для стен) равный 0,85, случайный эксцентриситет и расчетную длину (для колонн), а также выбирается бетон (сталь) и его класс, коэффициент надежности и ответственности (здание является объектом повышенной ответственности).

На рисунках 3.8-3.11 представлены данные для задания конструктивных групп сооружения.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Группы конструктивных элементов для проверки сечений

Элементы

Сечение: Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83 40К2 I Заменить сечение

Сталь: Ст С345

Коэффициент расчетной длины

Расчетная длина

В плоскости X_1OZ_1 : 1

В плоскости X_1OY_1 : 0,7

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба (при нулевом значении используется длина элемента): 0 м

Коэффициент надежности по ответственности: 1,1

Коэффициент условий работы: γ_c 1

Предельные гибкости

$[\lambda]$ Сжатые элементы: 180 - 60а

Растянутые элементы: 400

Неупругая работа сечения не допускается

Максимально допустимые вертикальные перемещения:	Относительные		Абсолютные	
	к*L		мм	
<input type="checkbox"/> от всех нагрузок	0,01	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/> от временных нагрузок	0,01	▼	0,7	▼

Имя группы элементов: Колонны центр + Добавить ✗ Удалить

Список конечных элементов: 1466-1478 1740 1755-1761 1764-1767 17 📄 Копировать

Список групп: Колонны центр 📖 Справка

Тип конструктивной группы: Элемент общего вида ✔ Применить ✗ Выход

Дополнительная группа

Рисунок 3.8 – Данные для конструктивной группы «Колонны центральные»

Для крайних колонн данные для конструктивной группы аналогичные, меняется только сечение колонны.

Группы конструктивных элементов для проверки сечений

Элементы

Сечение: Круглые трубы по ГОСТ Р 54157-2010 133.0x5.0 ○ Заменить сечение

Сталь: Ст 09Г2С

Коэффициент расчетной длины

Коэффициенты расчетной длины отличаются от рекомендаций нормы

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба (при нулевом значении используется длина элемента): 0 м

Коэффициент надежности по ответственности: 1,1

Коэффициент условий работы: γ_c 1

Максимально допустимые вертикальные перемещения:	Относительные		Абсолютные	
	к*L		мм	
<input type="checkbox"/> от всех нагрузок	0,01	▼	0,7	▼
<input type="checkbox"/> от временных нагрузок	0,01	▼	0,7	▼

Имя группы элементов: Нижний пояс здание + Добавить ✗ Удалить

Список конечных элементов: 280 281 283 285 287 289 291 293 295 29 📄 Копировать

Список групп: Нижний пояс здание 📖 Справка

Тип конструктивной группы: Элемент пояса фермы ✔ Применить ✗ Выход

Дополнительная группа

Рисунок 3.9 – Данные для конструктивной группы «Нижний пояс фермы»

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

42

Остальные элементы фермы задаются в конструктивные группы аналогично.

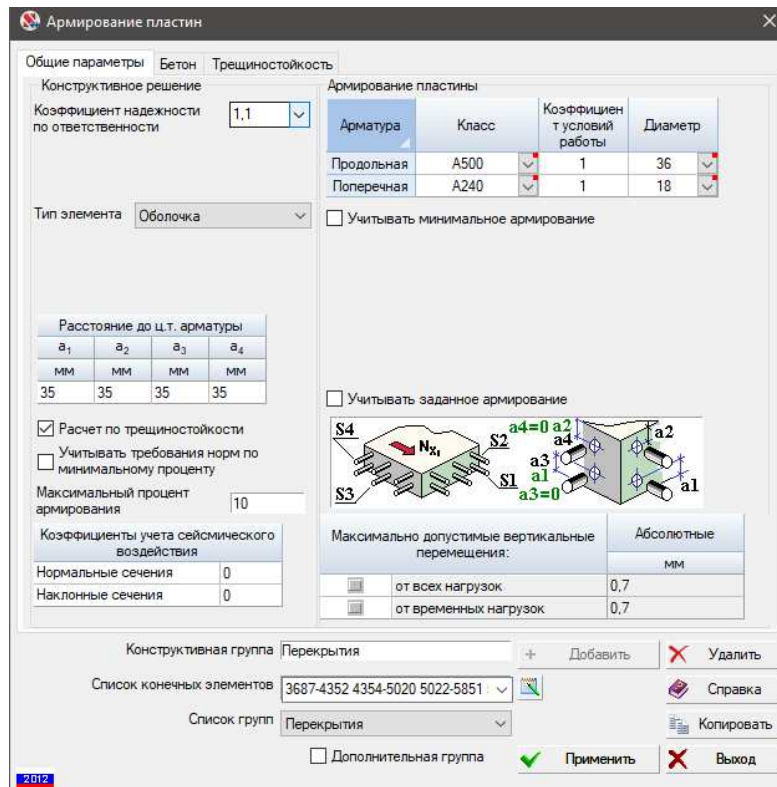


Рисунок 3.10 – Данные армирования для конструктивной группы «Ж/б перекрытия»

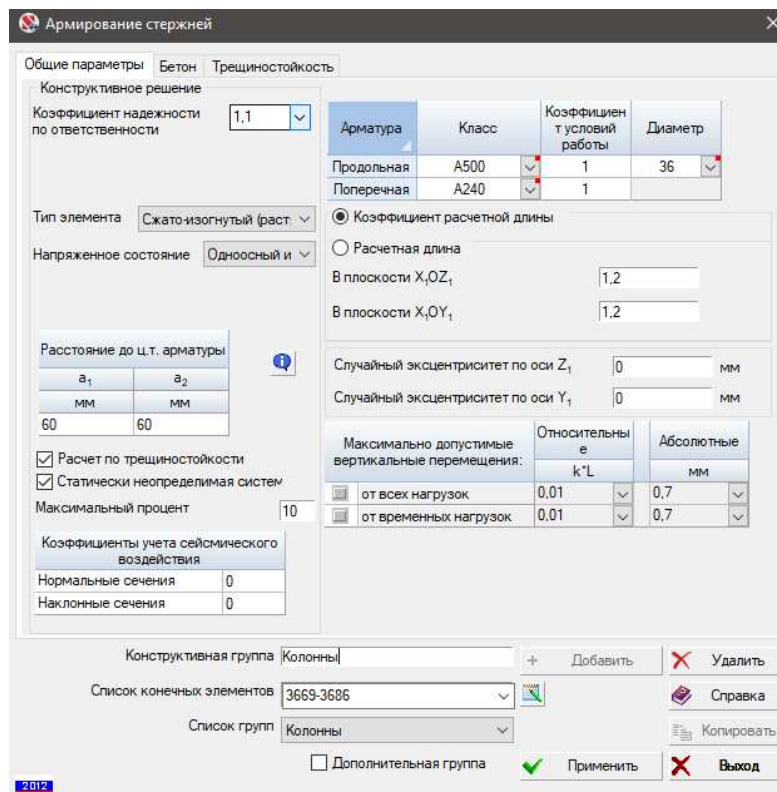


Рисунок 3.11 – Данные армирования для конструктивной группы «Ж/б колонны»

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

После задания всех конструктивных групп переходим к подбору сечений для балок и колонн. Заданные конструктивные группы элементов представлены на рисунках 3.12 и 3.13.

Группа	Количество
Нижний пояс консоль	60
Верхний пояс консоль	60
Нижний пояс здание	200
Верхний пояс здание	200
Верхний пояс прогоны консол	50
Нижний пояс прогоны консол	48
Верхний пояс прогоны здание	164
Нижний пояс прогоны здание	164
Пилон колонны	12
Колонны центр	38
Колонны левые	10
Колонны правые	13
Вертикальные связи	42
Стойки консоль	60
Раскосы консоль	103
Неопорные стойки здание	151
Пилон раскосы	18
Пилон пояса	9
Опорные стойки центр	32
Опорные стойки левые	10
Опорные стойки правые	12
Опорные раскосы поперечны	56
Неопорные раскосы попереч	108
Опорные раскосы продольны	108
Неопорные раскосы продоль	97

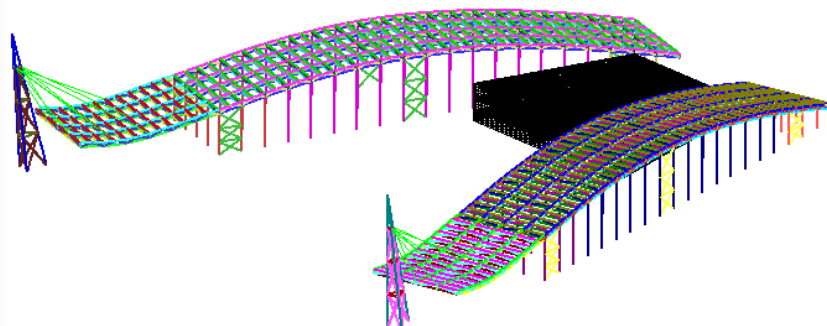


Рисунок 3.12 – Конструктивные группы металлических элементов

Группа	Количество
1 - Перекрытия	14500
2 - Стены	8610
3 - Колонны	18

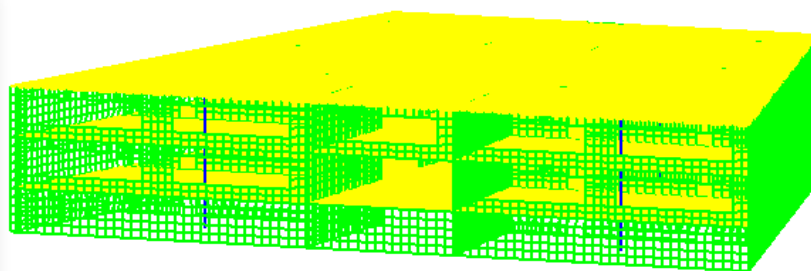


Рисунок 3.13 – Конструктивные группы железобетонных элементов (группы армирования)

Проверка подобранных сечений стальных конструкций осуществляется по критическому фактору K_{max} , возникающему в элементе. Данный критический фактор не должен превышать 1.

Так как количество элементов большое, рассмотрим проверку сечений на 3-х цветной шкале. Результат проверки представлен на рисунке 3.14.

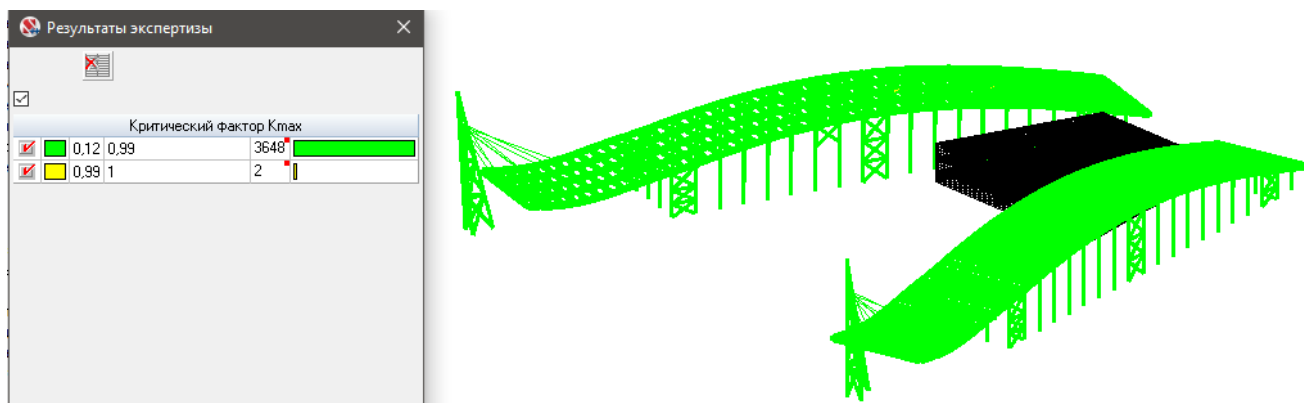


Рисунок 3.14 – Результат проверки подобранных сечений по критическому фактору K_{max}

По результатам экспертизы критический фактор K_{max} в стальных конструкциях не превышает 1, значит подбор сечений выполнен верно. Для данного сооружения принимаются сечения конструкций, представленные ниже в таблице 3.15.

Таблица 3.15 – Подобранные сечения стальных конструкций

Конструктивная группа	Результат подбора сечения
Нижний пояс консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 133.0x5.0
Верхний пояс консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 133.0x5.0
Нижний пояс здание	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 133.0x5.0
Верхний пояс здание	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 133.0x5.0
Верхний пояс прогоны консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 159.0x5.0
Нижний пояс прогоны консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 159.0x5.0
Верхний пояс прогоны здание	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 159.0x5.0
Нижний пояс прогоны здание	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 159.0x5.0
Пилон колонны	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 273.0x14.0
Колонны центр	Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83 40К2
Колонны левые	Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83 30К2
Колонны правые	Двутавр колонный (К) по ГОСТ 26020-83 20К1
Вертикальные связи	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L220x14
Стойки консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 57.0x3.0

Окончание таблицы 3.15

Конструктивная группа	Результат подбора сечения
Раскосы консоль	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 114.0x5.0
Неопорные стойки здание	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 57.0x3.0
Пилон раскосы	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 244.5x6.0
Пилон пояса	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 102.0x5.0
Опорные стойки центр	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 219.0x9.0
Опорные стойки левые	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 168.0x8.0
Опорные стойки правые	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 168.0x8.0
Опорные раскосы поперечные	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 152.0x5.0
Неопорные раскосы поперечные	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 108.0x5.0
Опорные раскосы продольные	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 114.0x5.0
Неопорные раскосы продольные	Круглые трубы по ГОСТ 32931-2015 73.0x4.0

После подбора сечений стальных конструкций переходим к подбору сечения арматуры в железобетонных элементах сооружения.

С помощью постпроцессора ПК SCAD производим расчет подбора арматуры и анализируем полученные результаты. Расчет выполняем с учетом требований по трещиностойкости.

Процент симметричного армирования для колонн не должен превышать 5%. Значения процентов симметричного армирования представлены на рисунке 3.15. По полученным результатам видно, что армирование не превышает 5%.

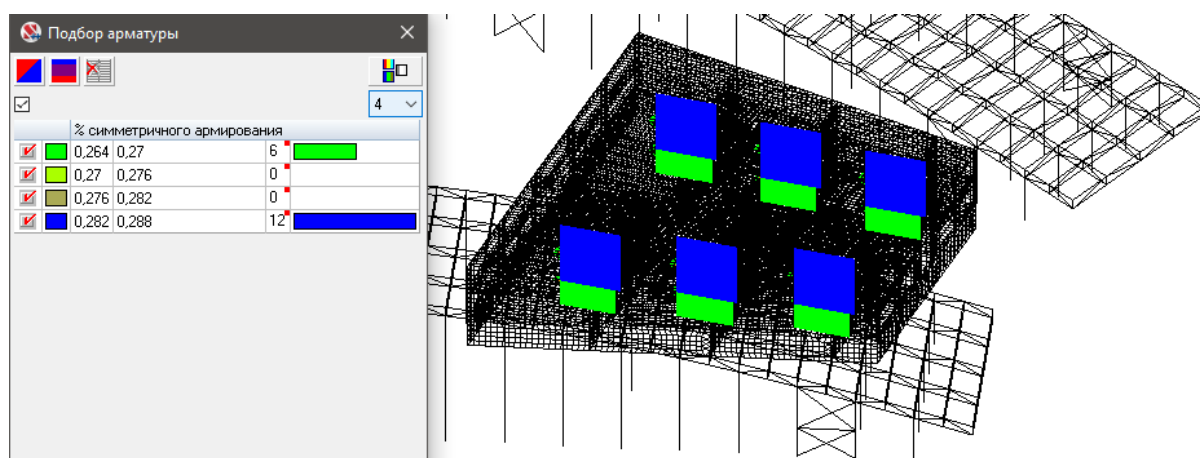


Рисунок 3.15 – Процент симметричного армирования колонн

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

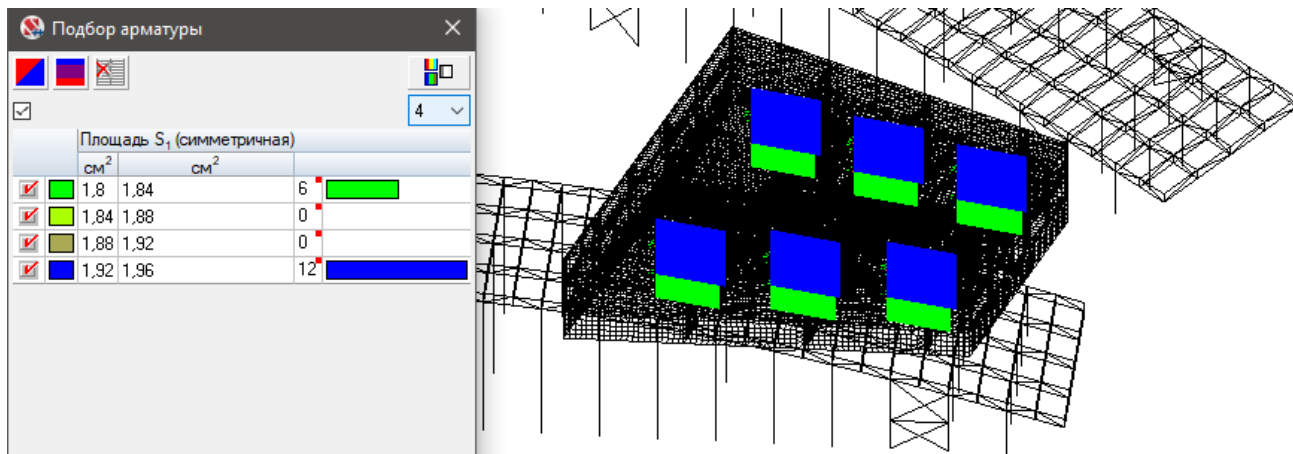


Рисунок 3.16 – Требуемая площадь армирования колонн

Для колонны 400x400 мм принимаем 4 продольных арматурных стержня. Требуемая площадь арматуры по одной стороне – 1,96 см². Минимальная площадь сечения одного стержня $A_{cm} = \frac{1,96 \cdot 2}{4} = 0,98 \text{ см}^2$. По сортаменту арматуры принимаю стержень Ø12 мм с $A_{cm} = 1,131 \text{ см}^2$. Минимальный процент армирования равен: $\frac{4 \cdot 1,131 \cdot 100}{1600} = 0,28 > 0,25$, соблюдается.

Изополя распределения требуемой арматуры в плите перекрытия представлены ниже на рисунках 3.17-3.20.

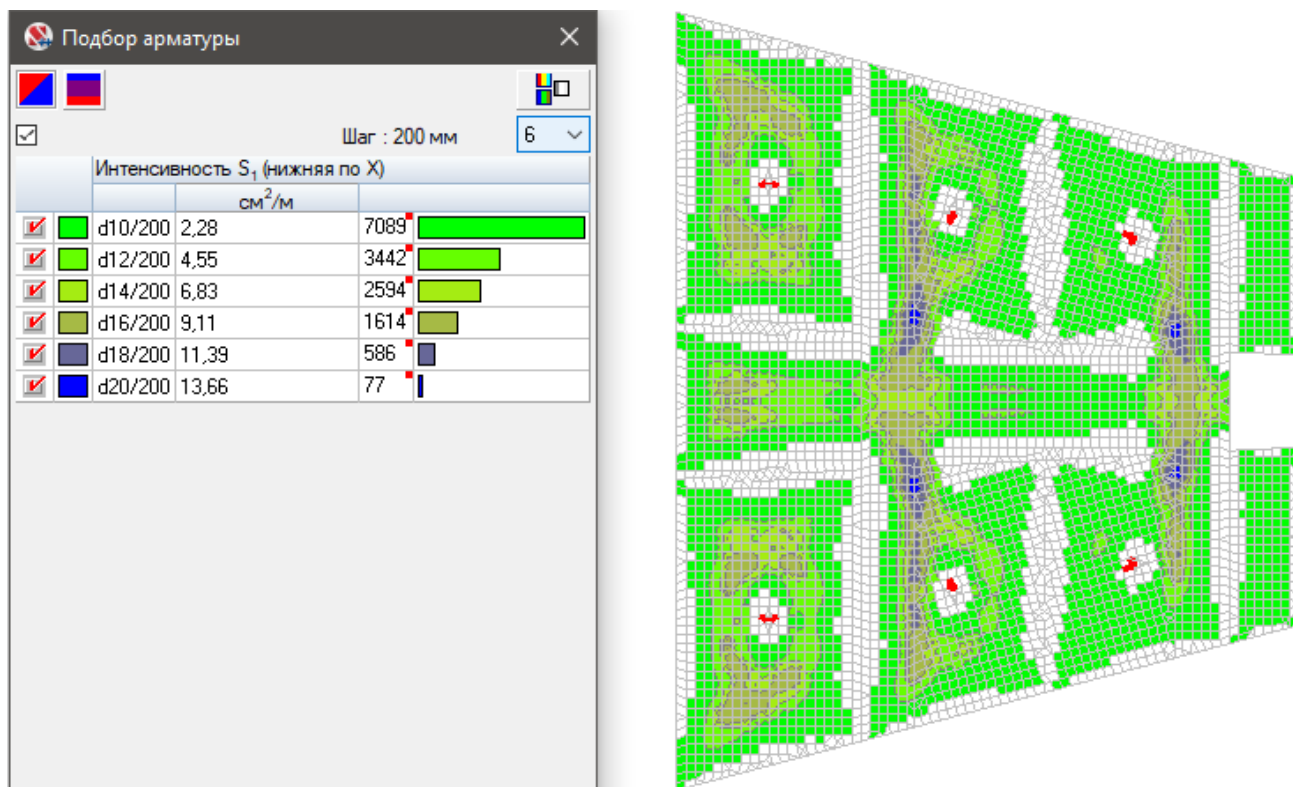


Рисунок 3.17 – Диаметры нижней арматуры по оси X при шаге 200 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

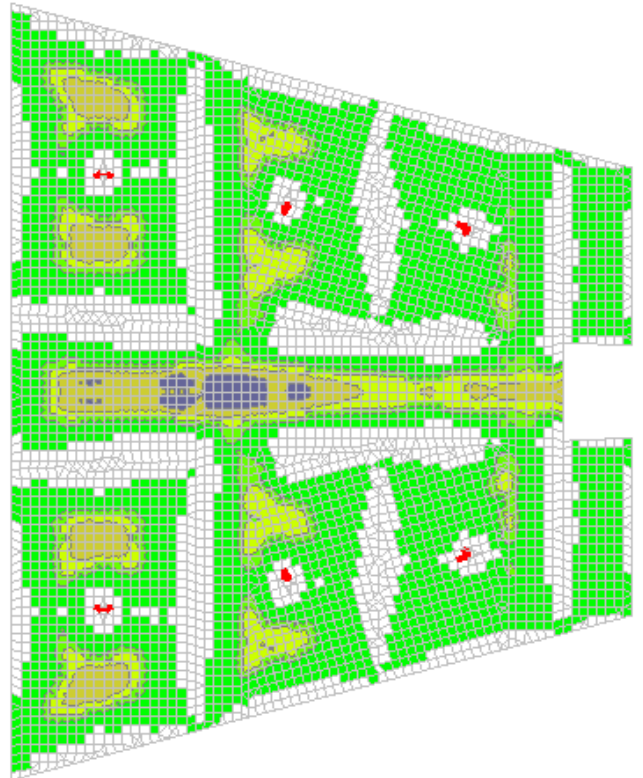
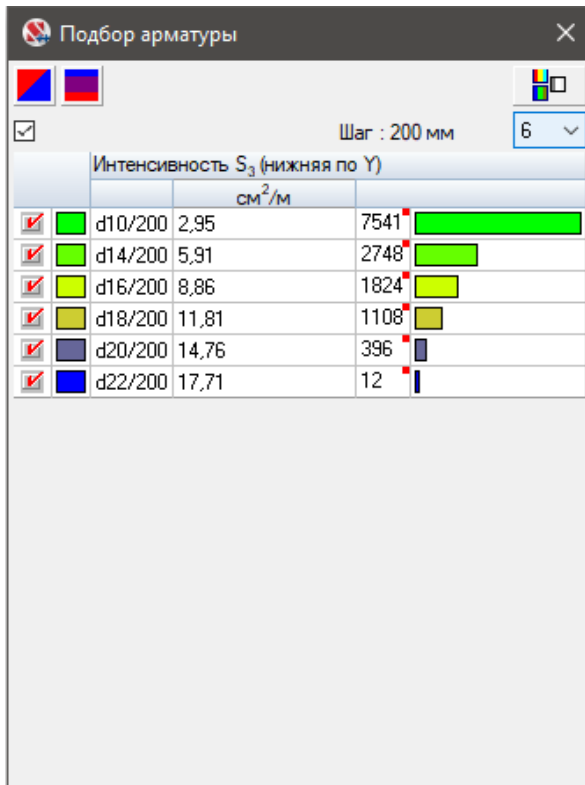


Рисунок 3.18 – Диаметры нижней арматуры по оси Y при шаге 200 мм

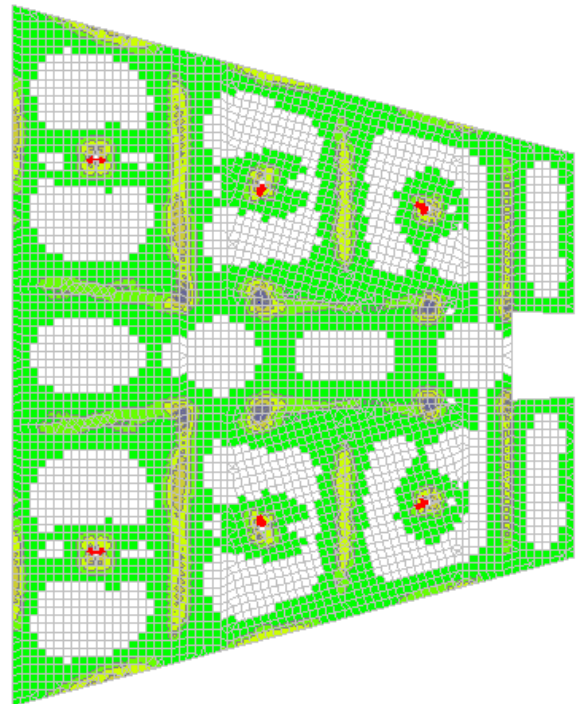
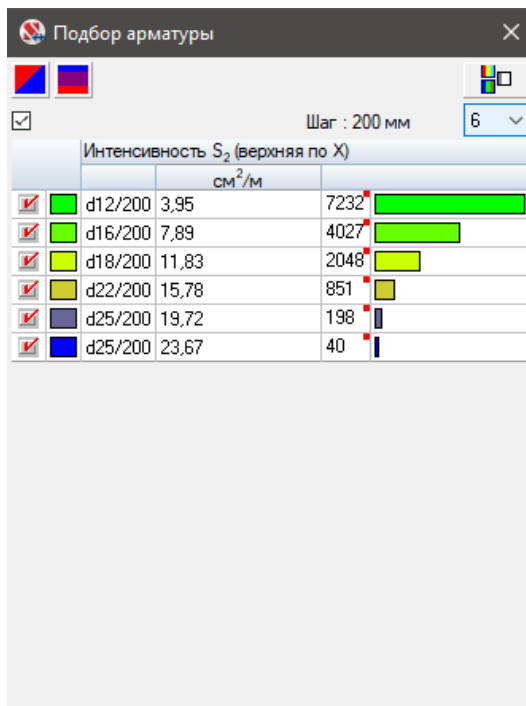


Рисунок 3.19 – Диаметры верхней арматуры по оси X при шаге 200 мм

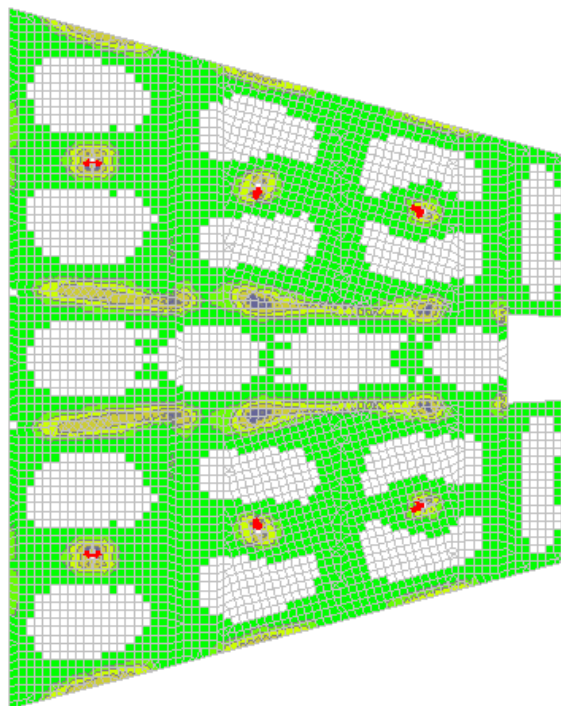
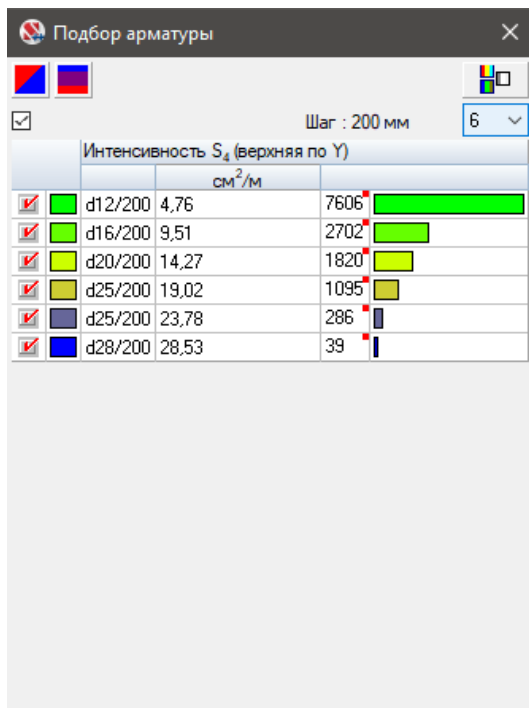


Рисунок 3.20 – Диаметры верхней арматуры по оси Y при шаге 200 мм

Основная нижняя рабочая арматура в обоих направлениях принята диаметром 10 мм, верхняя – диаметром 12 мм. Дополнительная нижняя арматура принята диаметром 10 мм с шагом 300 мм, верхняя – диаметром 10 мм с шагом 150 мм.

Схема расположения элементов представлена на листе 9 марки КЖ (см. перечень листов чертежей дипломного проекта).

3.5 Расчет колонны К1

Исходные данные

- тип сечения стержня колонны – двутавр 40К2 по [18];
- длина колонны $l = 15,72$ м (т.к. высота колонн переменная, расчет выполним для наивысшей колонны);
- расчетные усилия в колонне, полученные по результатам расчета: $M = 46,17$ кН·м; $N = -75,23$ кН;
- материал – сталь С345;
- группа конструкций – 3;
- расчетные характеристики стали: $R_y = 345$ Н/мм² при толщине проката, $R_{ин} = 470$ Н/мм²;
- сварка элементов колонны выполняется механизированной дуговой сваркой (МДС_{III}), сварочная проволока – Св-08Г2С по ГОСТ 2246.

Конструктивный расчет стержня колонны

Расчетная длина колонны в плоскости рамы

$$l_{ef,x} = \mu \cdot l = 1 \cdot 15,72 = 15,72 \text{ м}, \quad (3.8)$$

где $\mu = 1$ – коэффициент расчетной длины колонны.

Расчетная длина колонны из плоскости рамы

$$l_{ef,y} = 0,7 \cdot 15,72 = 11 \text{ м}. \quad (3.9)$$

Проверим устойчивость стержня колонны из двутавра 40К2, принятого по результату расчета в ПК SCAD. Геометрические характеристики сечения по сортаменту и стержня колонны:

$$A = 211 \text{ см}^2; I_x = 21350 \text{ см}^4; W_x = 3207 \text{ см}^3; i_x = 10,06 \text{ см}; \\ i_y = 17,44 \text{ см}; h = 400 \text{ мм}; b_f = 400 \text{ мм}; t_f = 20 \text{ мм}; t_w = 13 \text{ мм}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{15,72 \cdot 10^2}{10,06} = 156,26. \quad (3.10)$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 156,26 \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 6,4. \quad (3.11)$$

Проверим устойчивость стержня колонны в плоскости рамы, для чего вычислим коэффициент

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{75,23}{0,196 \cdot 211 \cdot 345 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,053 < 1. \quad (3.12)$$

Здесь коэффициент φ_e подсчитан по [табл. Д.3, 16] в зависимости от условной гибкости и $m_{ef,x} = \eta \cdot m = 0,13 \cdot 4,04 = 0,53$, где $\eta = 0,13$ вычислен по [табл. Д.2, 16] в зависимости от

$$\frac{A_f}{A_w} = \frac{400 \cdot 20}{(400 - 2 \cdot 20) \cdot 13} = 1,71; \quad (3.13)$$

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

$$e = \frac{M}{N} = \frac{46,17 \cdot 10^2}{75,23} = 61,37 \text{ см}; \quad (3.14)$$

$$m = \frac{e \cdot A}{W_x} = \frac{61,37 \cdot 211}{3207} = 4,04; \quad (3.15)$$

$$\begin{aligned} \eta &= (1,9 - 0,1 \cdot m) - 0,012 \cdot (6 - m) \cdot \varphi_e = \\ &= (1,9 - 0,1 \cdot 4,04) - 0,012 \cdot (6 - 4,04) \cdot 6,4 = 0,13. \end{aligned} \quad (3.16)$$

Так как коэффициент $\alpha < 1$, то устойчивость стержня колонны обеспечена в плоскости рамы.

Предельная гибкость колонны:

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot \alpha = 180 - 60 \cdot 0,053 = 176,8. \quad (3.17)$$

Фактическая гибкость:

$$\lambda_x = 156,26 < [\lambda] = 176,8.$$

Проверка устойчивости стержня колонны в плоскости рамы

$$\frac{N}{\phi_e \cdot A} = \frac{75,23 \cdot 10}{0,196 \cdot 211} = 18,19 \text{ Н / мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 345 \text{ Н / мм}^2. \quad (3.18)$$

Проверка устойчивости стержня колонны из плоскости действия момента

Гибкость стержня из плоскости рамы

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{11 \cdot 10^2}{17,44} = 63,07;$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 63,07 \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 2,58.$$

Максимальный момент в средней трети стержня колонны

$$M_x = \frac{2}{3} \cdot 46,17 = 30,78 \text{ кН} \cdot \text{м}. \quad (3.19)$$

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

Относительный эксцентриситет

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N_x \cdot W_x} = \frac{30,78 \cdot 10^2 \cdot 211}{75,23 \cdot 3207} = 2,69 < 5. \quad (3.20)$$

Коэффициент c , учитывающий влияние моментов на потерю устойчивости стержня колонны из плоскости рамы, при $m_x \leq 5$ подсчитывается по формуле

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} \leq 1. \quad (3.21)$$

Для рассчитываемой колонны по [табл. 21, 16]

$$\alpha = 0,65 + 0,05 \cdot m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,69 = 0,78. \quad (3.22)$$

при $\bar{\lambda}_y \leq 3,14$, $\beta = 1$.

Значение $\varphi_y = 0,79$ при $\bar{\lambda}_y = 2,58$.

Тогда

$$c = \frac{1}{1 + 0,78 \cdot 2,69} = 0,32.$$

Напряжение в стержне колонны

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A} = \frac{75,23 \cdot 10}{0,32 \cdot 0,79 \cdot 211} = 14,1 \text{ Н / мм}^2 < 345 \text{ Н / мм}^2. \quad (3.23)$$

Устойчивость стержня колонны из плоскости рамы обеспечена.

3.5.1 Расчет ребра жесткости колонны К1

Проверяем необходимость укрепления стенки колонны поперечными ребрами жесткости. Ребра необходимы, если $\lambda_w \geq 2,3$, где $\lambda_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$.

Для стержня колонны $h_{ef} = h - 2 \cdot (2 \cdot t_w) = 400 - 2 \cdot (2 \cdot 20) = 320 \text{ мм}$.

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

$$\lambda_w = \frac{320}{13} \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 1,01.$$

Так как $\lambda_w < 2,3$, поперечные ребра ставить не требуется, однако в соответствии с [п. 7.3.3, 16], рассматривая колонну как отправочный элемент (габариты колонны позволяют транспортировать ее полностью к месту монтажа), необходимо укрепить ее стенку не менее, чем двумя поперечными ребрами жесткости.

Минимальные размеры поперечных ребер жесткости:

$$b_r = \frac{h_w}{30} + 40 = \frac{400}{30} + 40 = 53,33 \text{ мм.}$$

$$t_r \geq 2 \cdot b_r \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 2 \cdot 53,33 \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 4,36 \text{ мм.}$$

Принимаем ребро жесткости размерами 360x194 мм толщиной 20 мм.

Поперечные ребра привариваются к колонне сплошным двусторонним швом с катетом $k_f = 6$ мм.

3.5.2 Расчет базы колонны К1

База колонны служит для распределения сосредоточенного давления от стержня колонны на фундамент и обеспечивает закрепление опорной части колонны в соответствии с принятой расчетной схемой. Жесткие базы имеют траверсы и закрепление четырьмя анкерными болтами, благодаря чему после затяжки болтов исключается двумя болтами поворот колонны на опоре в плоскости базы и двумя болтами из плоскости.

Диаметр анкерных болтов в центрально-сжатых колоннах принимают конструктивно для жестких баз $d = 24-36$ мм; длину заделки анкерного болта в фундамент, высоту выступающей части болта, длину нарезки и минимальный размер проушин принимают в зависимости от диаметра анкерного болта.

В сильно нагруженных колоннах для равномерной передачи давления на опорную плиту устанавливают траверсы и ребра. При расчете базы исходят из того, что вертикальное давление колонны рассредоточивается траверсами и ребрами и уравнивается реактивными напряжениями фундамента. Площадь опорной плиты в плане зависит от прочности бетона фундамента. Расчетная схема траверсы определяется конструкцией базы.

Расчетные усилия, действующие на фундамент:
 $N = -221 \text{ кН}$, $M = 128,1 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Фундамент из бетона класса В12,5 с
 $R_b = 0,75 \text{ кН} / \text{см}^2$, $R_{b,loc} = \varphi \cdot R_b = 1,3 \cdot 0,75 = 0,98 \text{ кН} / \text{см}^2$.

Ширина опорной плиты равна

$$B = b_f + 2 \cdot (t_{tr} + c), \quad (3.24)$$

где $t_{tr} = 12 \text{ мм}$ – толщина траверсы;
 $c = 38 \text{ мм}$ – вылет консольной части плиты.

$$B = 400 + 2 \cdot (12 + 38) = 500 \text{ мм}.$$

Длину плиты находим по формуле

$$\begin{aligned} L &= \frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,loc}} + \sqrt{\left(\frac{N}{2 \cdot B \cdot R_{b,loc}}\right)^2 + \frac{6 \cdot M}{B \cdot R_{b,loc}}} = \\ &= \frac{221}{2 \cdot 50 \cdot 0,98} + \sqrt{\left(\frac{221}{2 \cdot 50 \cdot 0,98}\right)^2 + \frac{6 \cdot 128,1}{50 \cdot 0,98}} = 58,1 \text{ см}. \end{aligned} \quad (3.25)$$

Принимаем опорную плиту с размерами в плане 500x600 мм.

Толщину опорной плиты следует определять расчетом на изгиб пластинки по формуле

$$t = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}}, \quad (3.26)$$

где M_{\max} – наибольший изгибающий момент, действующий на участках опорной плиты.

$$M_{\max} = 0,5 \cdot \frac{N}{A_{pl}} \cdot c^2 = 0,5 \cdot \frac{221}{50 \cdot 60} \cdot 3,8^2 = 0,53 \text{ кН} \cdot \text{см}. \quad (3.27)$$

Найдем толщину плиты

$$t > \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 0,53}{345 \cdot 10^{-1} \cdot 1}} = 0,3 \text{ см}. \quad (3.28)$$

Принимаем толщину плиты 20 мм.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Определим высоту траверсы. Расчетной схемой траверсы является двухконсольная балка, шарнирно опёртая на полки колонны. Нагрузка – реактивный опор фундамента с половины ширины опорной плиты:

$$q_{tr} = q \cdot \frac{B}{2} = \frac{N}{A_{pl}} \cdot \frac{B}{2} = \frac{221}{3000} \cdot \frac{50}{2} = 1,84 \text{ кН/см.} \quad (3.29)$$

Расчет ведем по металлу границы сплавления, так как

$$\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 265,5} = 0,69.$$

При катете шва $k_f = 10 \text{ мм}$ высота траверсы должна быть не менее

$$h_{tr} = \frac{q_{tr} \cdot L}{2 \cdot \beta_z \cdot R_{wz} \cdot k_f \cdot \gamma_c} = \frac{1,84 \cdot 60}{2 \cdot 1,05 \cdot 265,5 \cdot 10^{-1} \cdot 0,1 \cdot 1} = 19,8 \text{ см.} \quad (3.30)$$

Для запаса прочности принимаем высоту траверсы размером 300 мм .

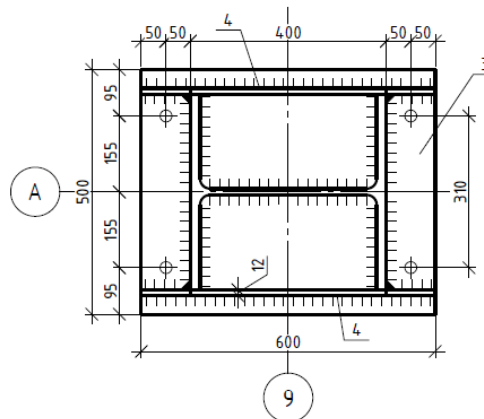


Рисунок 3.21 – Опорная плита базы колонны

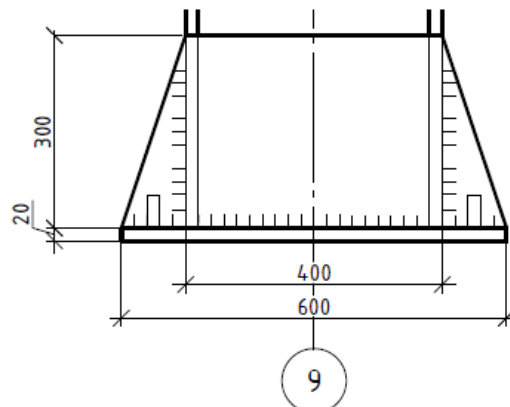


Рисунок 3.22 – Траверса базы колонны

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

55

3.6 Расчет колонны пилона К4

Исходные данные

- тип сечения стержня колонны – круглая труба 273x14 мм по [19];
- длина колонны $l = 35$ м;
- расчетные усилия в колонне, полученные по результатам расчета: $M = 3,45$ кН·м; $N = -1396$ кН;
- материал – сталь 09Г2С, что соответствует С345;
- группа конструкций – 3;
- расчетные характеристики стали: $R_y = 345$ Н/мм², $R_{tm} = 470$ Н/мм²;
- сварка элементов колонны выполняется механизированной дуговой сваркой (МДС_{III}), сварочная проволока – Св-08Г2С по ГОСТ 2246.

Конструктивный расчет стержня колонны

Расчетная длина колонны в плоскости рамы

$$l_{ef,x} = \mu \cdot l = 1 \cdot 35 = 35 \text{ м},$$

где $\mu = 1$ – коэффициент расчетной длины колонны.

Расчетная длина колонны из плоскости рамы

$$l_{ef,y} = 0,7 \cdot 35 = 24,5 \text{ м}.$$

Проверим устойчивость стержня колонны из трубы 273x14 мм, принятого по результату расчета в ПК SCAD. Геометрические характеристики сечения по сортаменту и стержня колонны:

$$A = 113,9 \text{ см}^2; I_x = 9579,75 \text{ см}^4; W_x = 701,8 \text{ см}^3; i_x = 9,17 \text{ см};$$
$$i_y = 9,17 \text{ см}; h = 273 \text{ мм}; b_f = 273 \text{ мм}; t_f = 14 \text{ мм}.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{i_x} = \frac{35 \cdot 10^2}{9,17} = 381,7.$$

$$\bar{\lambda}_x = \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 381,7 \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 15,6.$$

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

Проверим устойчивость стержня колонны в плоскости рамы, для чего вычислим коэффициент

$$\alpha = \frac{N}{\phi_e \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{1396}{0,412 \cdot 113,9 \cdot 345 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,86 < 1.$$

Здесь коэффициент ϕ_e подсчитан по [табл. Д.3, 16] в зависимости от условной гибкости и $m_{ef,x} = \eta \cdot m = 1,1 \cdot 0,04 = 0,044$, где $\eta = 1,1$ вычислен по [табл. Д.2, 16] в зависимости от

$$e = \frac{M}{N} = \frac{3,45 \cdot 10^2}{1396} = 0,25 \text{ см};$$

$$m = \frac{e \cdot A}{W_x} = \frac{0,25 \cdot 113,9}{701,8} = 0,04;$$

При $\bar{\lambda}_x > 5, m < 5 - \eta = 1,1$.

Так как коэффициент $\alpha < 1$, то устойчивость стержня колонны обеспечена в плоскости рамы.

Проверка устойчивости стержня колонны в плоскости рамы

$$\frac{N}{\phi_e \cdot A} = \frac{1396 \cdot 10}{0,412 \cdot 113,9} = 297,5 \text{ Н / мм}^2 < R_y \cdot \gamma_c = 345 \text{ Н / мм}^2.$$

Проверка устойчивости стержня колонны из плоскости действия момента

Гибкость стержня из плоскости рамы

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{24,5 \cdot 10^2}{9,17} = 267,2;$$

$$\bar{\lambda}_y = \lambda_y \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 267,2 \cdot \sqrt{\frac{345}{2,06 \cdot 10^5}} = 10,9.$$

Максимальный момент в средней трети стержня колонны

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

$$M_x = \frac{2}{3} \cdot 3,45 = 2,3 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Относительный эксцентриситет

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N_x \cdot W_x} = \frac{2,3 \cdot 10^2 \cdot 113,9}{1396 \cdot 701,8} = 0,03 < 5.$$

Коэффициент c , учитывающий влияние моментов на потерю устойчивости стержня колонны из плоскости рамы, при $m_x \leq 5$ подсчитывается по формуле

$$c = \frac{\beta}{1 + \alpha \cdot m_x} \leq 1.$$

Для рассчитываемой колонны по [табл. 21, 16]

$$\alpha = 0,7; \beta = 1.$$

Значение $\varphi_y = 0,62$ при $\bar{\lambda}_y = 10,9$.

Тогда

$$c = \frac{1}{1 + 0,7 \cdot 0,03} = 0,98.$$

Напряжение в стержне колонны

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A} = \frac{1396 \cdot 10}{0,98 \cdot 0,62 \cdot 113,9} = 201,72 \text{ Н / мм}^2 < 345 \text{ Н / мм}^2.$$

Устойчивость стержня колонны из плоскости рамы обеспечена.

3.7 Расчет вант

Исходные данные

- вант – канат двойной свивки типа ЛК-Р $d = 46,5 \text{ мм}$ по [21];
- статическая схема – шарнирная;

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

- коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,9$;
- коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1,1$;
- материал ванта – оцинкованная проволока;
- конструкция каната – $6 \times 19(1+6+6/6) + 7 \times 7(1+6)$;
- расчетные характеристики каната: маркировочная группа $R = 1770 \text{ Н / мм}^2$, минимальное суммарное разрывное усилие $[P] = 1415,1 \text{ кН}$ при диаметре $d = 46,5 \text{ мм}$.

Канаты типа ЛК-Р применяются при работе на открытом воздухе, а также при воздействии в процессе эксплуатации на канат агрессивных сред и большого знакопеременного изгиба. Высокая структурная прочность канатов дает возможность применять их в весьма напряженных условиях работы.

Проверка прочности сечения ванта

Согласно линейному расчету в ПК SCAD, наибольшее усилие растяжения в вантах при самой неблагоприятной комбинации нагрузок $N = 1118,32 \text{ кН}$.

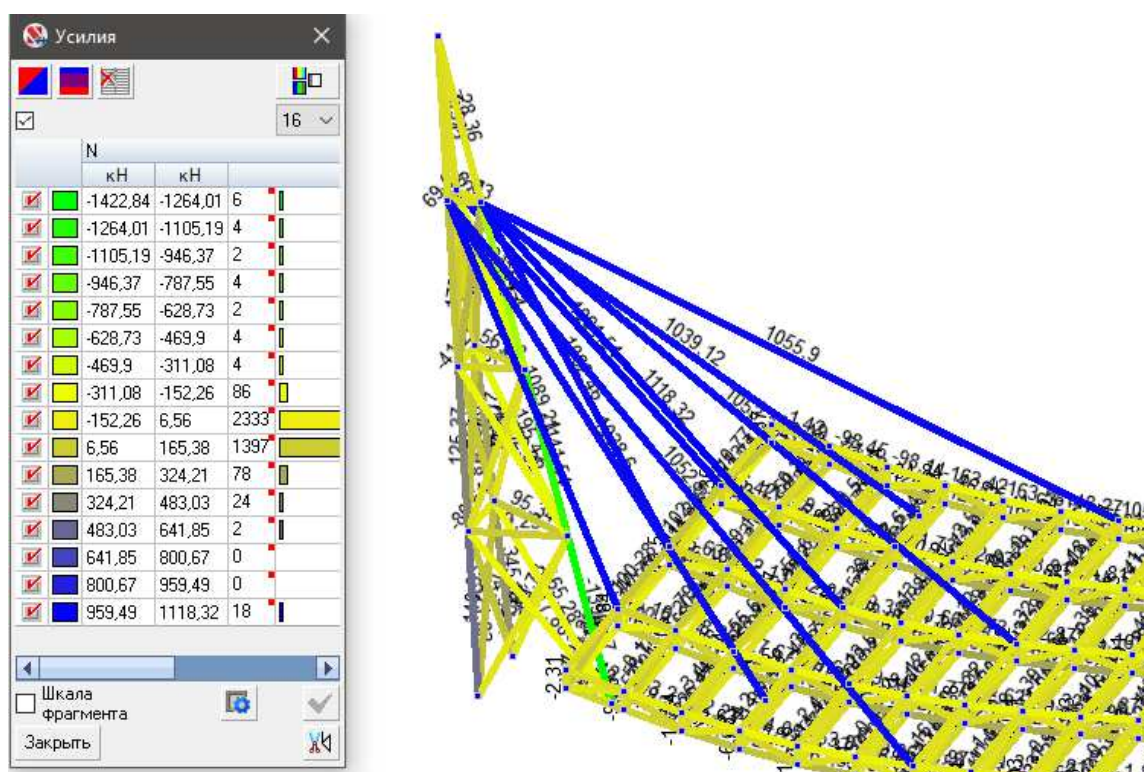


Рисунок 3.23 – Усилия N в вантах, кН

Проверим прочность сечения ванта по максимальному разрывному усилию по формуле

$$\frac{N \cdot \gamma_n}{[P] \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.31)$$

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

где N – расчетное усилие растяжения в вантах, $кН$;
 γ_n – коэффициент надежности по ответственности;
 $[P]$ – минимальное суммарное разрывное усилие каната, $кН$;
 γ_c – коэффициент условий работы.

Подставляем данные в формулу (3.31) и получаем

$$\frac{1118,32 \cdot 1,1}{1415,1 \cdot 0,9} = 0,966 < 1.$$

Условие прочности выполняется. Сечение каната подобрано верно.

3.8 Расчет узлов

Узлом конструкции является место, в котором сходятся два или более несущих элементов с целью принятия, перераспределения и передачи соответствующих усилий. Основным требованием ко всем возможным типам узлов конструкций является обеспечение равнопрочности стыкуемых и соединительных элементов.

При возможных ударных или вибрационных воздействиях в узлах несущих элементов, как правило, используются болтовые соединения на высокопрочных болтах с контролируемым предварительным натяжением, а также на болтах обычной прочности с применением устройств против раскручивания гаек.

Допускается также применение сварных соединений с полным проваром при обеспечении необходимых конструктивных мер, направленных на предотвращение возникновения концентрации напряжений и развития трещин.

3.8.1 Опорный узел фермы

Исходные данные

- максимальные расчетные усилия в опорной стойке: $N = -31,82 кН$, $Q_{max} = 57,48 кН$, $M_{max} = -55,29 кН \cdot м$;
- материал опорной стойки – сталь 09Г2С (С345);
- сечение опорной стойки – круглая труба 219х9,0 мм по [18];
- сечение колонны – двутавр 40К2 по [19];
- расчетные характеристики стали: $R_y = 345 Н/мм^2$, $R_{un} = 470 Н/мм^2$;
- сварка элементов колонны выполняется механизированной дуговой сваркой (МДС_{III}), сварочная проволока – Св-08Г2С по ГОСТ 2246.
- коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$.

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

Проверка прочности сварного соединения

Согласно [п. 14.1.16, 16] прочность сварного соединения опорной стойки с опорной пластиной проверяется из условия

$$\frac{N_{\max}}{\beta_f \cdot k_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} \leq 1, \quad (3.32)$$

где N_{\max} – расчетное усилие, действующее в стойке, κH ;

$\beta_f = 0,7$ – коэффициент, принимаемый в зависимости от режима сварки;

k_f – катет шва, $мм$;

l_w – длина сварного шва, $мм$;

$R_{wf} = 215 \text{ Н/мм}^2$ – расчетное сопротивление металла шва сварного соединения;

γ_c – коэффициент условий работы.

Толщину опорной пластины конструктивно принимаем 20 мм .

Опорная стойка приваривается к пластине по всему периметру, тогда длина сварного шва будет равна

$$l_w = \pi \cdot D = 3,14 \cdot 219 = 687,7 \text{ мм}.$$

Определим равнодействующее расчетное усилие в опорной стойке

$$N_{\max} = \sqrt{N^2 + Q_{\max}^2} = \sqrt{31,82^2 + 57,48^2} = 65,7 \text{ кН}.$$

Подставляем полученные данные в условие (3.32) и получаем

$$\frac{65,7 \cdot 1000}{0,7 \cdot 4 \cdot 687,7 \cdot 215 \cdot 0,9} = 0,18 < 1.$$

Условие выполняется, катет шва и длина сварного соединения удовлетворительны.

Данная опорная пластина соединяется с оголовком колонны на болтовом соединении. Определим толщину оголовка колонны и проверим болтовое соединение на срез и смятие.

Толщина оголовка колонны определяется по формуле

$$t_{pl} = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 40,73}{345 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9}} = 2,81 \text{ см}. \quad (3.33)$$

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

Принимаем толщину оголовка 30 мм.

Проверка болтового соединения на смятие и на срез

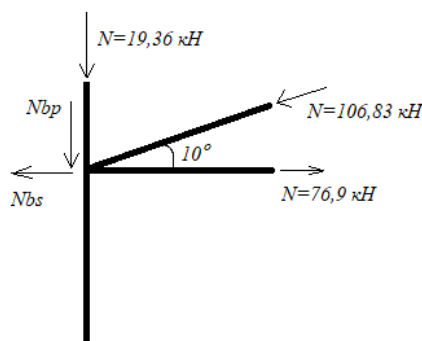


Рисунок 3.24 – Расчетная схема болтового соединения

Вычислим усилия среза и смятия по расчетной схеме:

$$N_{bs} = 106,83 \cdot \cos(10^\circ) - 76,9 = 28,3 \text{ кН} - \text{усилие среза};$$

$$N_{bp} = 19,36 + 106,83 \cdot \sin(10^\circ) = 37,91 \text{ кН} - \text{усилие смятия}.$$

Количество расчетных срезов болта $n_s = 1$ (при соединении двух пластин – 1 срез).

Для соединения принимаем болт М16 по ГОСТ Р ИСО 4014-2013 [22], класс прочности 5.6, с расчетными характеристиками: $A_g = 2,01 \text{ см}^2$, $d_g = 16 \text{ мм}$, $R_{bs} = 210 \text{ Н / мм}^2$, $R_{bp} = 620 \text{ Н / мм}^2$.

Определяем усилие среза, которое может быть воспринято одним болтом, по [п. 14.2.9, 16]

$$N_{bs}^1 = R_{bs} \cdot A_g \cdot n_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 210 \cdot 2,01 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 38 \text{ кН}. \quad (3.34)$$

Количество болтов определяем из отношения, согласно [п. 14.2.10, 16]

$$n = \frac{N_{bs}}{N_{bs}^1} = \frac{28,3}{38} = 0,74 \text{ шт}. \quad (3.35)$$

Конструктивно для равномерного распределения усилий в соединении принимаем 4 болта.

Определяем усилие смятия, которое может быть воспринято одним болтом, по [п. 14.2.9, 16]

$$N_{bp} = R_{bp} \cdot d_g \cdot \sum t \cdot \gamma_b \cdot \gamma_c = 620 \cdot 160 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 0,9 = 446,4 \text{ кН}, \quad (3.36)$$

где $\sum t$ – сумма толщин соединяемых деталей, мм.

Для болта М16 принята головка высотой $k = 10$ мм, шириной $s = 24$ мм, а также шайба диаметром $d = 30$ мм.

Вычислим необходимую длину болта М16 по формуле

$$l_b = h_1 + h_2 + s_{ш} + m + a + c, \quad (3.37)$$

где $h_1 = 20$ мм – толщина первой детали;

$h_2 = 30$ мм – толщина второй детали;

$s_{ш} = 0,15 \cdot d = 2,4$ мм – высота шайбы;

$m = 0,8 \cdot d = 12,8$ мм – высота гайки;

$a = 0,15 \cdot d = 2,4$ мм – выступ болта;

$c = 0,15 \cdot d = 2,4$ мм – фаска болта.

Подставляем данные в формулу (3.37) и получаем

$$l_b = 20 + 30 + 2,4 + 12,8 + 2,4 + 2,4 = 70 \text{ мм.}$$

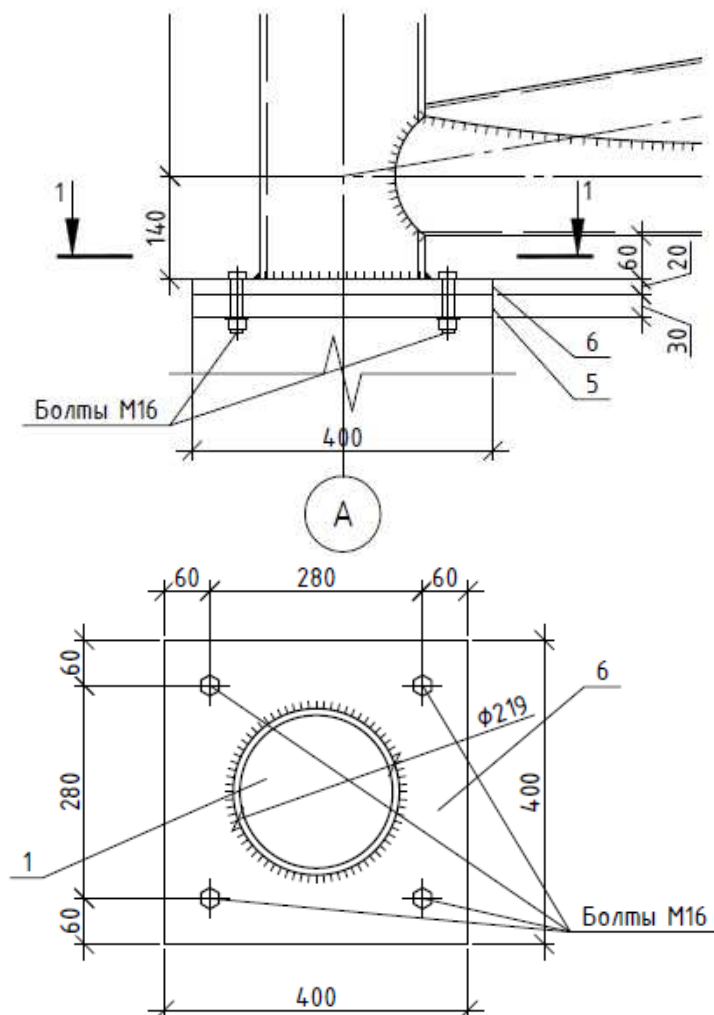


Рисунок 3.25 – Опорный узел фермы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.8.2 Опорный узел пилона

Расчетное усилие растяжения в узле $N = 421,68 \text{ кН}$.

Для соединения принимаем анкерный болт М24 с отгибом. Расчетные характеристики болта: класс прочности – 5.6, $R_{bt} = 225 \text{ Н / мм}^2$, $A_g = 3,53 \text{ см}^2$.

Определяем усилие растяжения, которое может быть воспринято одним болтом, по [п. 14.2.9, 16]

$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_g \cdot \gamma_c = 225 \cdot 3,53 \cdot 0,9 = 71,5 \text{ кН}. \quad (3.38)$$

Количество болтов определяем из отношения

$$n = \frac{N}{N_{bt}} = \frac{421,68}{71,5} = 5,9 \text{ шт.}$$

Принимаем 6 болтов, равномерно расположенных по диаметру 525 мм на опорной плите.

Ребра жесткости принимаем конструктивно высотой 180 мм и толщиной 10 мм.

Для болта М24 принята головка высотой $k = 15 \text{ мм}$, шириной $s = 36 \text{ мм}$, а также шайба диаметром $d = 44 \text{ мм}$.

Вычислим необходимую длину болта М24 по формуле (3.37)

$$l_g = h + s_w + t + a + c,$$

где $h = 20 \text{ мм}$ – толщина опорной плиты;

$s_w = 0,15 \cdot d = 3,6 \text{ мм}$ – высота шайбы;

$t = 0,8 \cdot d = 19,2 \text{ мм}$ – высота гайки;

$a = 0,15 \cdot d = 3,6 \text{ мм}$ – выступ болта;

$c = 0,15 \cdot d = 3,6 \text{ мм}$ – фаска болта.

Подставляем данные в формулу и получаем

$$l_g > 20 + 3,6 + 19,2 + 3,6 + 3,6 = 50 \text{ мм.}$$

Принимаем болт длиной 80 мм.

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

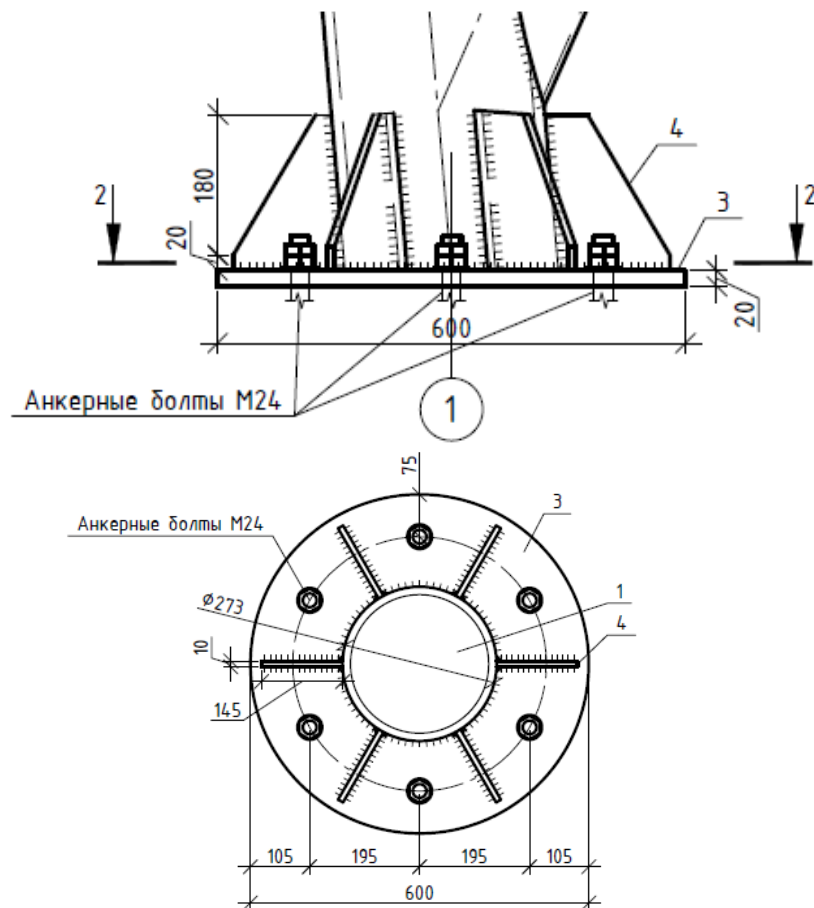


Рисунок 3.26 – Опорный узел пилона

3.8.3 Узлы крепления вант

Подбор ширины фаноски для крепления вантов

Фаноска работает на растяжение. Материал – сталь С345 по ГОСТ 27772-2015.

Определяем минимальную площадь фаноски для крепления к консоли

$$A = \frac{N}{R} = \frac{1118,32 \cdot 10}{345} = 32,4 \text{ см}^2. \quad (3.39)$$

Минимальная ширина фаноски $b = \frac{A}{2} = \frac{32,4}{2} = 16,2 \text{ см}$.

Для узла 8 конструктивно принимаем фаноску шириной 500 мм, для узла 9 – шириной 700 мм.

Определяем минимальную площадь фаноски для крепления к пилону

$$A = \frac{\sum N}{R} = \frac{(1062,46 + 1118,32 + 1053,35) \cdot 10}{345} = 93,74 \text{ см}^2.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Минимальная ширина фасонки $b = \frac{A}{2} = \frac{93,74}{2} = 46,9 \text{ см.}$

Для узла 7 конструктивно принимаем фасонку шириной 1040 мм.

Определение необходимого катета швов крепления фасонки

Согласно [п. 14.1.7, 16], катет углового шва k_f не должен превышать $1,2t$, где t – наименьшая из свариваемых толщин.

Толщину фасонки принимаем 20 мм конструктивно, катет шва не должен превышать 24 мм.

Минимальная величина катета шва для фасонки в узле 7

$$k_f = \frac{\sum N}{\beta_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{3234,13}{1 \cdot 1040 \cdot 215 \cdot 0,9} = 15,88 \text{ мм.} \quad (3.40)$$

Принимаем катет шва $k_f = 16 \text{ мм.}$

Минимальная величина катета шва для фасонки в узлах 8 и 9

$$k_f = \frac{N}{\beta_f \cdot l_w \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} = \frac{1118,32}{1 \cdot 500 \cdot 215 \cdot 0,9} = 11,56 \text{ мм.}$$

Принимаем катет шва $k_f = 12 \text{ мм.}$

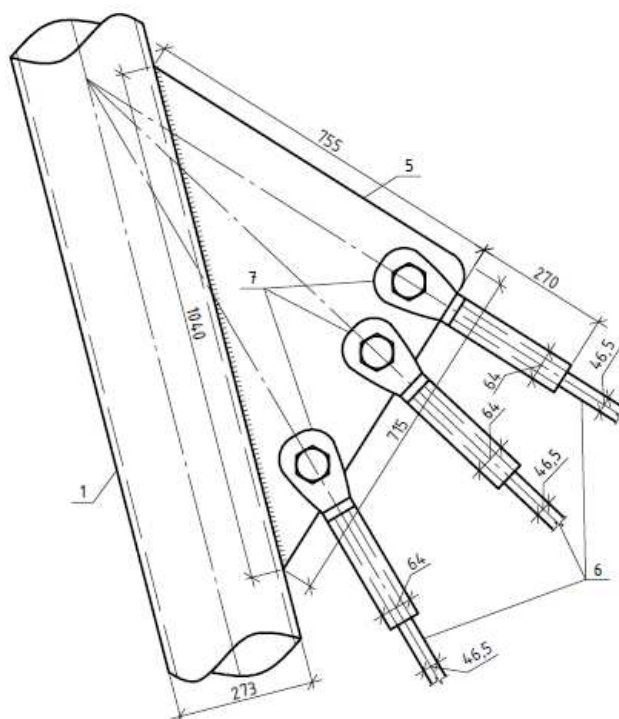


Рисунок 3.27 – Узел 7. Крепление вант к пилону

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

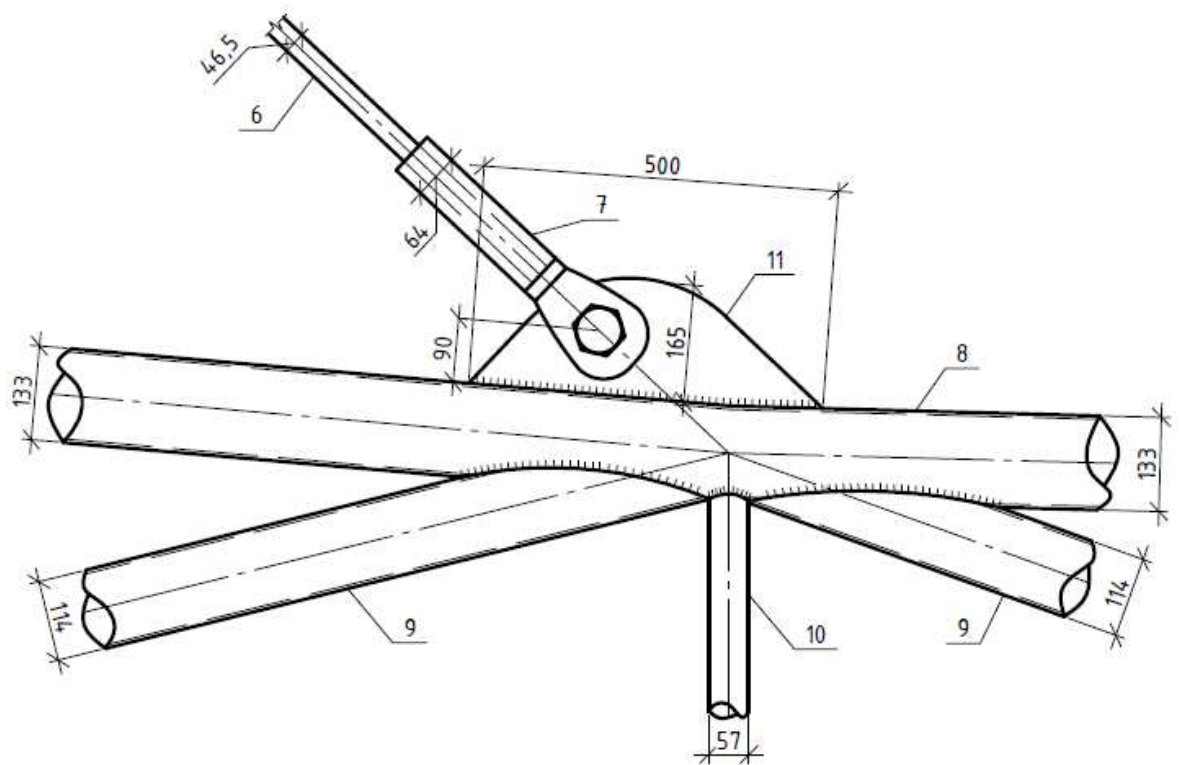


Рисунок 3.28 – Узел 8. Крепление вант к центру консоли

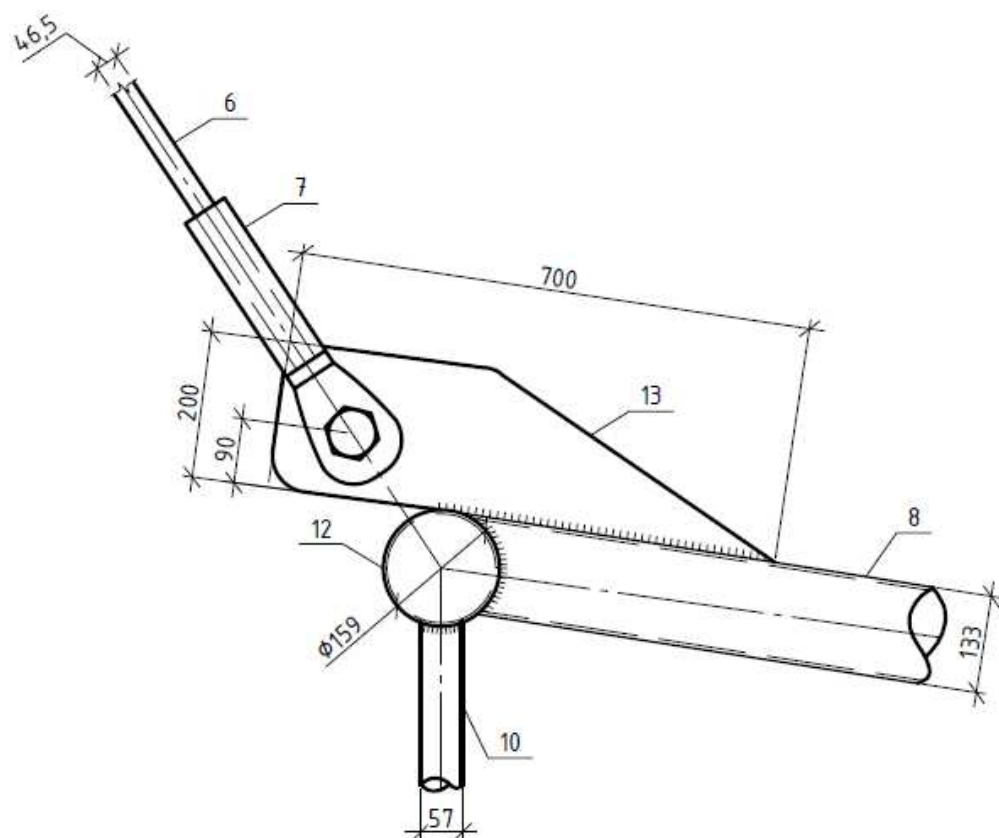


Рисунок 3.29 – Узел 9. Крепление вант к краю консоли

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

67

3.9 Проектирование фундаментов

Проектирование оснований и фундаментов заключается в выборе основания, типа конструкции и основных размеров фундамента и в их совместном расчете как одной из частей сооружения.

Основание, фундамент и конструкция сооружения неразрывно связаны, влияют друг на друга и должны рассматриваться как единая система.

В проекте необходимо предусмотреть соответствующие мероприятия, не допускающие или исключаяющие снижение несущей способности грунтов основания.

Задание на проектирование предполагает конструирование и расчет фундаментов здания в двух вариантах:

- фундамент мелкого заложения;
- свайный фундамент.

Окончательный выбор типа фундамента производится на основании сравнения технико-экономических показателей.

3.9.1 Исходные данные для проектирования

Фундамент проектируется под наиболее загруженную колонну каркаса сооружения. Самой загруженной оказалась металлическая колонна из двутавра 40К2.

Класс бетона ростверка по прочности на сжатие В12,5. Расчетное сопротивление бетона осевому растяжению $R_{br} = 0,66 \text{ МПа}$, призмная прочность $R_b = 7,5 \text{ МПа}$. Арматура из стали класса А400.

Район строительства – г. Красноярск.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунта в г. Красноярске составляет 2,5 м.

Инженерно-геологическая колонка представлена на рисунке 3.30. Геологическое строение изучено до глубины 15,2 м. В пределах площадки на период изысканий до глубины 15,2 м водоносный горизонт подземных вод не вскрыт.

При расчете в ПК SCAD с учетом неблагоприятного сочетания получили усилия на обресе:

$$\begin{aligned} N &= -221 \text{ кН}; \\ M &= 59,1 \text{ кН} \cdot \text{м}; \\ Q &= -21 \text{ кН}. \end{aligned}$$

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		68

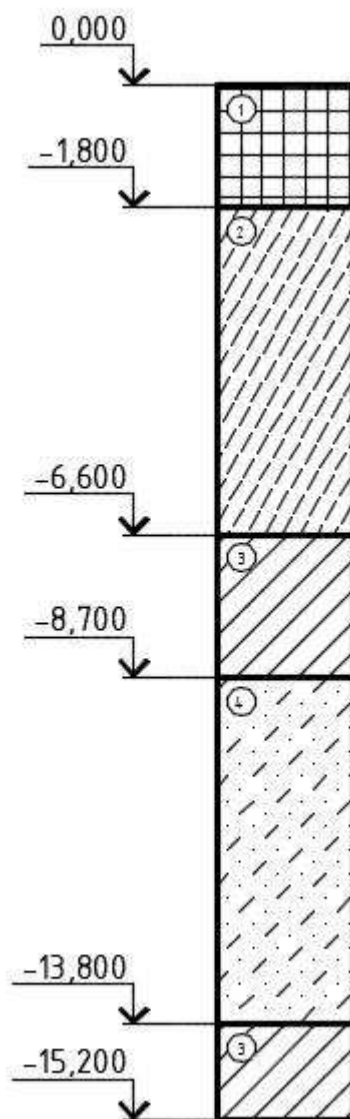


Рисунок 3.30 – Инженерно-геологический разрез

Мощность насыпного грунта – 1,8 м.

Ниже в пределах всей площадки изысканий залегает супесь пластичная слабопросадочная до глубины 6,6 м.

Ниже отметки -6,6 м в пределах всей площадки изысканий залегает суглинок полутвердый непросадочный до глубины 8,7 м.

Ниже суглинок в пределах всей площади изысканий до глубины 13,8 м залегает супесь пластичная непросадочная.

Ниже вновь залегает до глубины 15,2 м суглинок полутвердый непросадочный.

В таблице 3.16 представлены физико-механические характеристики грунтов.

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

Расчетные характеристики грунтовых условий

Расчитаем характеристики грунта и занесем полученные значения в таблицу 3.16.

Таблица 3.16 – Расчетные характеристики грунта

Полное наименование грунта	h, м	W, д.е.	W _L , д.е.	W _p , д.е.	e, д.е.	Плотность, т/м ³			γ (γ _{sb}), кН/м ³	I _L , д.е.	S _r , д.е.	Расчётные характеристики			R ₀ , кПа
						ρ	ρ _s	ρ _d				φ _п , град	С _п , кПа	Е, МПа	
Насыпной грунт рыхлый маловлажный	1,8	0,11	-	-	0,77	1,65	2,64	1,49	16,5	-	0,38	-	-	-	-
Супесь пластичная	4,8	0,18	0,31	0,17	0,86	1,7	2,68	1,44	17	0,07	-	21	11	7	120
Суглинок полутвердый	2,1	0,18	0,33	0,18	0,76	1,8	2,7	1,53	18	0	-	23	25	17	244
Супесь тяжелая пластичная	5,1	0,18	0,35	0,18	0,75	1,81	2,7	1,54	18,1	0	-	24	13	10	237,5
Суглинок тяжелый полутвердый	1,4	0,23	0,38	0,21	0,79	1,85	2,71	1,51	18,5	0,12	-	22,6	23,8	15,8	162

1. Плотность грунта ρ определяется по формуле

$$\rho_d = \frac{\rho_s}{(1 + e)}; \quad (3.41)$$

$$\rho = \rho_d \cdot (1 + w), \quad (3.42)$$

где ρ_d – плотность сухого грунта, т/м³;

ρ_s – плотность частиц грунта, т/м³;

e – коэффициент пористости;

w – влажность грунта.

2. Коэффициент водонасыщения грунта S_r определяется по формуле

$$S_r = \frac{w \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}, \quad (3.43)$$

где ρ_w – плотность воды, t/m^3 .

3. Коэффициент пористости грунта определяется по формуле

$$e = \frac{(\rho_s - \rho_d)}{\rho_d}. \quad (3.44)$$

4. Удельный вес водонепроницаемого грунта и выше уровня подземных вод γ определяется по формуле

$$\gamma = \rho \cdot g; \quad (3.45)$$

где g – ускорение свободного падения, m/c^2 .

4. Удельный вес водопроницаемого грунта ниже уровня подземных вод γ_{sb} определяется по формуле

$$\gamma_{sb} = \frac{g \cdot (\rho_s - 1)}{(1 + e)}. \quad (3.46)$$

5. Показатель текучести J_L для глинистых грунтов

$$J_L = \frac{(w - w_p)}{(w_L - w_p)}, \quad (3.47)$$

где w_L – влажность на границе текучести;

w_p – влажность на границе пластичности.

6. Нормативные значения удельного сцепления грунта (C_{II}), угла внутреннего трения (ϕ_{II}), модуля деформации (E) и расчетного сопротивления грунта определяем по [прил. А и Б, 24].

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

3.9.2 Проектирование фундамента неглубокого заложения

Определение глубины заложения фундамента

Глубина заложения фундамента принимается как наибольшая из следующих трех условий:

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

В пределах всей площади изысканий до глубины 15,2 м встречаются пучинистые грунты – суглинки и супеси. Поэтому глубина заложения фундамента принимается ниже расчетной глубины промерзания, чтобы исключить воздействие нормальных сил пучения грунта на подошву фундамента.

Расчетная глубина промерзания:

$$d_f = k_n \cdot d_{fn}; \quad (3.48)$$

$$d_f = 0,7 \cdot 2,5 \cdot 1,25 = 2,1875 \text{ м},$$

где d_{fn} – нормативная глубина промерзания грунта, м;

k_n – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, составляющий для наружных стен отапливаемых промышленных зданий с полами по грунту 0,7, для неотапливаемых зданий - 1,1.

Рекомендуется глубину заложения принимать кратной модулю 150 мм. При этом высота фундамента должна быть кратка модулю 300 мм.

С учетом условий местности и кратности глубина заложения фундамента принимается 2,7 м (ниже глубины промерзания 2,5 м).

Определение размеров подошвы фундамента

Площадь подошвы определяют по формуле

$$A = \frac{\sum N}{R_0 - \gamma_{cp} \cdot d}, \quad (3.49)$$

где $\sum N$ – сумма нормативных вертикальных нагрузок от сооружения, приложенная к обрезу фундамента, кН;

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

R_0 – расчетное сопротивление грунта, $\kappa\Pi\text{а}$;

γ_{cp} – осреднённое значение удельного веса грунта и бетона, равное $20 \kappa\text{Н}/\text{м}^3$;

d – глубина заложения фундамента, м .

$$\sum N = \frac{N_{\max}}{1,15} + \frac{N_{cm}}{1,1} = \frac{221}{1,15} + \frac{40}{1,1} = 228,5 \kappa\text{Н}.$$

Подставляя данные в формулу (3.49), получаем

$$A = \frac{228,5}{120 - 20 \cdot 2,7} = 3,46 \text{ м}^2.$$

Соотношение сторон прямоугольного фундамента $\eta = l/b$ рекомендуется ограничивать значением $\eta \leq 1,65$.

Примем, $\eta = 1,5$.

Тогда найдем стороны прямоугольной подошвы b :

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{3,46}{1,5}} = 1,52 \text{ м}, \text{ принимаю } b = 1,8 \text{ м}.$$

$$l = \eta \cdot b = 1,5 \cdot 1,8 = 2,7 \text{ м}.$$

Принимаем $b = 1,8 \text{ м}$; $l = 2,7 \text{ м}$ (кратно модулю 300 мм).

Определение расчетного сопротивления грунта

Расчетное сопротивление грунта для бесподвальных зданий, при $b < 10 \text{ м}$, найдем по формуле

$$R = \frac{\gamma_{C1} \cdot \gamma_{C2}}{K} \cdot [M_{\gamma} \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g \cdot d \cdot \gamma_{II}'' + M_C \cdot C_{II}]; \quad (3.50)$$

где γ_{C1} и γ_{C2} – коэффициенты условий работы [табл. 5,4, 24];

K – коэффициент, принимаемый равным единице, если прочностные характеристики грунта определены непосредственными испытаниями, и $K=1,1$, если они приняты по таблицам [прил. А, 24];

M_{γ} , M_g , M_C – коэффициенты, зависящие от угла внутреннего трения, принимаемые по табл. 5.5;

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

γ_{II} – расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

(средневзвешенное - при слоистом напластовании до глубины $z = b$);

γ_{II}' – то же для грунта выше подошвы фундамента;

C_n – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента, $кПа$;

d – глубина заложения фундамента бесподвального здания или приведенная глубина заложения, $м$.

Подставляем значения в формулу (3.50) и получаем

$$R = \frac{1,25 \cdot 1}{1,1} \cdot [0,56 \cdot 1,8 \cdot 17 + 3,24 \cdot 2,7 \cdot 16,63 + 5,84 \cdot 11] = 257,8 \text{ кПа}.$$

Так как найденное расчетное значение сопротивление грунта ($R = 257,8$ $кПа$) превышает расчетное сопротивление грунта более чем на 20% ($R_0 = 120$ $кПа$), которое было принято для предварительного определения размеров фундамента, необходимо найти новое значение площади подошвы.

Для этого в формулу (3.49) подставляем значение R , полученное в формуле (3.50).

$$A = \frac{228,5}{257,8 - 20 \cdot 2,7} = 1,12 \text{ м}^2.$$

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{1,12}{1,5}} \approx 0,9 \text{ м}; \quad l = \eta \cdot b = 1,5 \cdot 0,9 \approx 1,5 \text{ м}.$$

Полученные размеры фундамента не подходят из конструктивных соображений (база колонна имеет размер 500x600 $мм$, а с учетом минимального вылета ступеней 300 $мм$, по стороне b необходимая ширина не обеспечивается).

Принимаем окончательные размеры фундамента:

$$b = 1,5 \text{ м}; \quad l = 1,8 \text{ м}; \quad \eta = 1,8 / 1,5 = 1,2; \quad A = 2,7 \text{ м}^2.$$

Приведение нагрузок к подошве фундамента

Нагрузки, действующие по верхнему обрезу фундамента и указанные в задании, следует привести к подошве фундамента (к геометрическому центру фундамента, совпадающего с продольной осью колонны).

Приведение нагрузок к подошве фундамента определяется следующим образом

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

$$N' = N_k + N_{cm} + N_{\phi};$$

$$M' = M_k + Q \cdot d - N_{cm} \cdot a;$$

$$Q' = Q_k.$$

Здесь $N_{\phi} = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{cp} = 2,1 \cdot 1,5 \cdot 1,8 \cdot 20 = 113,4 \text{ кН}$ – нагрузка от веса фундамента.

$$a = (1,8 - 1,5) / 2 = 0,15.$$

$$N' = N_k + N_{cm} + N_{\phi} = 228,5 + 113,4 = 341,9 \text{ кН};$$

$$M' = M_k + Q \cdot d - N_{cm} \cdot a = 59,1 / 1,15 + 21 \cdot 2,7 / 1,15 - 40 \cdot 0,15 / 1,15 = 95,5 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q' = Q_k = 21 / 1,15 = 18,3 \text{ кН}.$$

Проверка условий расчета основания по деформациям

Целью расчета оснований по деформациям является ограничение абсолютных или относительных перемещений такими пределами, при которых гарантируется нормальная эксплуатация сооружения и не снижается его долговечность.

Основным расчетом основания является расчет по деформациям, при этом расчетная схема для определения осадки принимается в виде линейно деформационного полупространства, поэтому давление на основании не должно превышать расчетного сопротивления R , определяемого по формуле (3.50).

Таким образом, возможность данного расчета по деформациям проверяется следующими условиями

$$\left\{ \begin{array}{l} P_{II} < R \\ P_{\max} \leq 1,2R, \\ P_{\min} \geq 0 \end{array} \right.$$

где P_{II} – среднее давление под подошвой фундамента, кПа ;

P_{\max} – максимальное давление под подошвой фундамента, кПа ;

P_{\min} – минимальное давление под подошвой фундамента, кПа .

Среднее давление под подошвой фундамента определяют по формуле

$$P_{II} = \frac{N'}{A}. \quad (3.51)$$

Подставляем данные в формулу (3.51) и получаем

$$P_{II} = \frac{341,9}{2,7} = 126,63 \text{ кПа}.$$

Первое условие расчета по деформациям выполняется

$$P_{II} = 126,63 \text{ кПа} < R = 257,8 \text{ кПа}.$$

$$P_{\min}^{\max} = \frac{N'}{A} \pm \frac{M'}{W}, \quad (3.52)$$

где W – момент сопротивления подошвы фундамента, м^3 ;

M' – расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента.

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6} = \frac{1,5 \cdot 1,8^2}{6} = 0,81 \text{ м}^3.$$

Проверим выполнение следующих условий:

$$P_{\max} \leq 1,2R,$$

$$P_{\min} \geq 0.$$

$$P_{\max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W} = \frac{341,9}{2,7} + \frac{95,5}{0,81} = 244,53 \text{ кПа}.$$

Условие $P_{\max} = 244,53 \text{ кПа} < 1,2 \cdot R = 309,36 \text{ кПа}$ выполняется.

$$P_{\min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W} = \frac{341,9}{2,7} - \frac{95,5}{0,81} = 8,73 \text{ кПа}.$$

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

Условие $P_{min} = 8,73 \text{ кПа} > 0$ выполняется.

Так как все условия выполняются, размеры фундамента 1,5x1,8 м оставляем без изменений.

Определение средней осадки основания методом послойного суммирования

Расчет основания по деформациям заключается в проверке условия

$$S \leq S_u, \quad (3.53)$$

где S – ожидаемая деформация фундамента, определяемая расчетом при проектировании фундамента, см;

S_u – предельная совместная деформация основания и сооружения, назначаемая в соответствии с нормами проектирования (для одноэтажного каркасного здания $S_u = 15 \text{ см}$).

Расчет приведен в табличной форме ниже на рисунке 3.31. При этом используется следующий порядок расчета:

1. На инженерно-геологический разрез наносят контуры фундамента; на разрезе проставляют все относительные отметки кровли слоя, уровня подземных вод, подошвы фундамента.

2. Напластования грунтов ниже подошвы фундамента разделяют на слои мощностью не более $0,4b$ ($0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ м}$); границы слоев должны совпадать с отметкой подошвы фундамента, границами напластований и уровнем подземных вод.

3. Определяют природное бытовое давление на границе слоев и строят эпюру. Сначала определяют давление σ_{zg0} на уровне подошвы фундамента, равное $\gamma'd$ ($\sigma_{zg0} = 1,8 \cdot 16,5 + 0,9 \cdot 17 = 45 \text{ кПа}$), затем прибавляют давление от каждого нижележащего слоя $\gamma_i h_i$.

4. Определяется дополнительное давление под подошвой фундамента $p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg0}$, где p_{cp} – большее из 2-х комбинаций среднее давление от фундамента.

$$p_0 = 126,63 - 45 = 80,63 \text{ кПа}.$$

5. Определяются напряжения на границах слоев:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot p_0,$$

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый по [табл. 5, 24].

6. Определяется условная граница сжимаемой толщи: она будет находиться там, где удовлетворяется условие $\sigma_{zp,i} \leq 0,2\sigma_{zg,i}$, (для слабых

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

грунтов с $E \leq 10 \text{ МПа}$: $\sigma_{zp,i} \leq 0,1\sigma_{zg,i}$.

В данном случае $\sigma_{zg5} = 90,9 \cdot 0,2 = 18,18 \text{ кПа} > \sigma_{zp5} = 12,34 \text{ кПа}$.

7. Для каждого слоя в пределах сжимаемой толщи определяется среднее напряжение $(\sigma_{zp,i} + \sigma_{zp,i+1})/2$.

8. Определяется осадка каждого слоя по формуле: $S_i = \frac{\sigma_{zp,ср,i} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta$, где E_i

– модуль деформации i -го слоя; $\beta = 0,8$ – коэффициент.

9. Полученная суммарная осадка $\sum S_i = 1,29 \text{ см} < 0,4 \cdot S_u = 6 \text{ см}$ – условие выполняется.

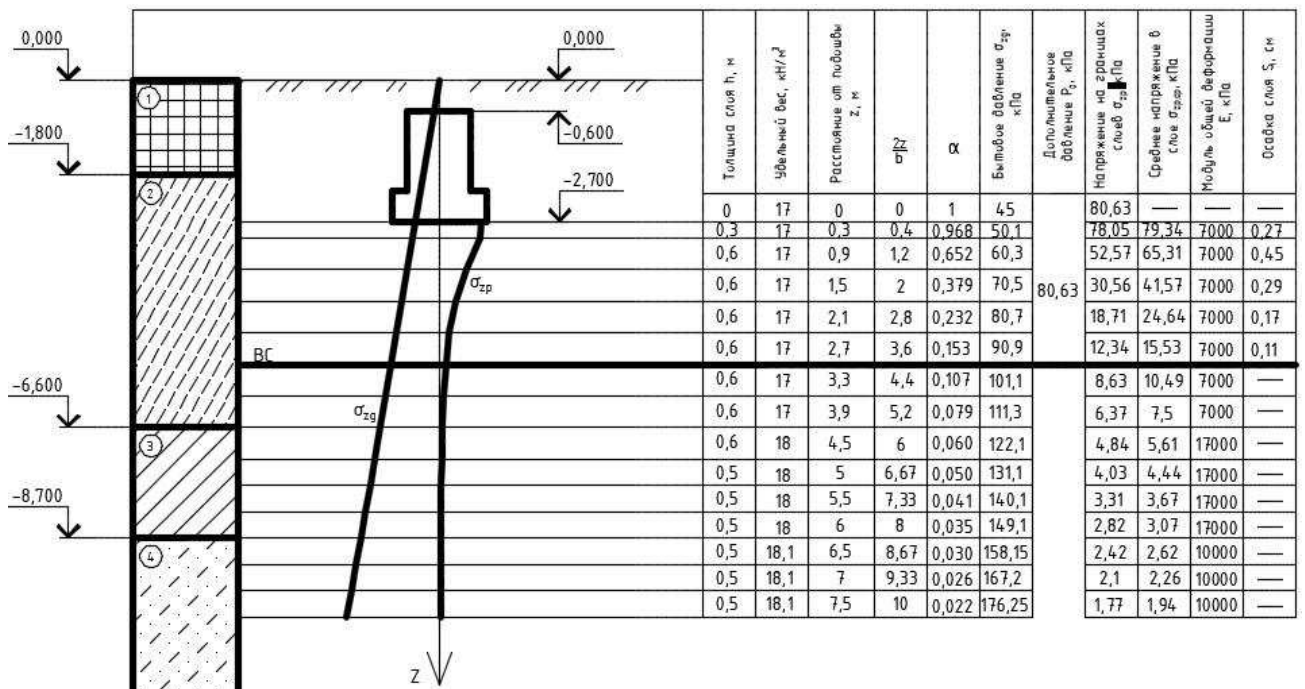


Рисунок 3.31 – Определение осадки методом послойного суммирования

Конструирование столбчатого фундамента

Столбчатый фундамент состоит из плиты и подколонника для сопряжения с металлической колонной. Плита и подколонник армируются.

Конструирование фундамента рекомендуется выполнять ступенчатой формы с количеством ступеней от 1 до 3 и число ступеней по обеим его сторонам не должно отличаться более чем на одну.

Размеры фундамента должны быть модульными, в плане и по высоте кратны 300 мм, при этом высота ступеней равна 300 и 600 мм.

Так как база колонны имеет размер 500x600 мм, принимаем размер подколонника 900x1200 мм.

Вылет ступени по стороне l : $(l-l_{ef})/2=(1,8-1,2)/2=0,3$ м.

Вылет ступени по стороне b : $(b-b_{ef})/2=(1,5-0,9)/2=0,3$ м.

Высота ступеней $h_{ef} = 600$ мм, количество – по одной в каждую сторону.

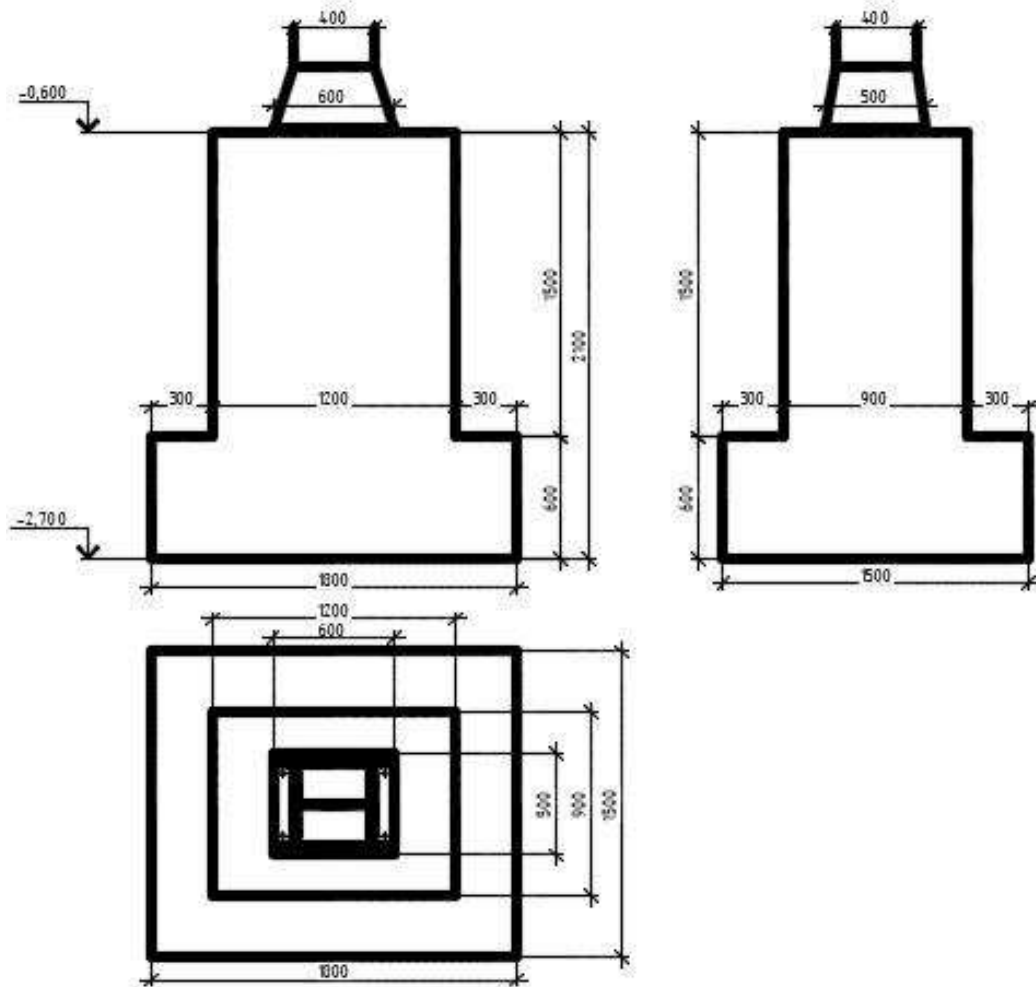


Рисунок 3.32 – Схема столбчатого фундамента

Расчет плиты фундамента на продавливание

Делаем проверку на продавливание плитной части фундамента под колонником

$$F \leq b_m \cdot h_{0,p} \cdot R_{br}, \quad (3.54)$$

где F – сила продавливания по одной, наиболее загруженной грани фундамента, кН;

h_{0p} – рабочая высота плитной части фундамента, м.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$F = A_0 \cdot p_{\max}, \quad (3.55)$$

где p_{\max} – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок в уровне верха плитной части, определяемое по формуле (3.52), *кПа*.

$$h_{0p} = h - h_{cf} - 0,05 \text{ м} = 2,1 - 1,5 - 0,05 = 0,55 \text{ м}.$$

$$b - b_{cf} = 1,5 - 0,9 = 0,6 \text{ м},$$

при $b - b_{cf} = 0,6 \leq 2 \cdot h_{0p} = 1,1,$

$$b_m = 0,5 \cdot b + b_{cf} = 0,5 \cdot 1,5 + 0,9 = 1,65 \text{ м}.$$

$$\begin{aligned} A_0 &= 0,5 \cdot b \cdot (l - l_{cf} - 2 \cdot h_{0p}) - 0,25 \cdot (b - b_{cf} - 2 \cdot h_{0p})^2 = \\ &= 0,5 \cdot 1,5 \cdot (1,8 - 1,2 - 2 \cdot 0,55) - 0,25 \cdot (1,5 - 0,9 - 2 \cdot 0,55)^2 = 0,44 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

Подставляем данные в формулу (3.55) и находим

$$F = 0,44 \cdot 244,53 = 107,6 \text{ кН}.$$

Теперь подставляем в формулу (3.54) найденные значения

$$F = 107,6 \text{ кН} \leq 1,65 \cdot 0,55 \cdot 750 = 680 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Расчет несущей арматуры плитной части фундамента

Расчет изгибающейся арматуры в нижней части плиты фундамента ведем по изгибающим моментам в наиболее опасных сечениях фундамента.

Моменты, возникающие в сечениях фундамента, определяем по формуле

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l} \cdot \left(1 + \frac{6e_{0x}}{l} - \frac{4e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2}\right), \quad (3.56)$$

где N – вертикальная сила, *кН*;

e_{0x} – эксцентриситет нагрузки, *м*;

c_i – вылет ступеней, *м*.

Таким же образом определяют изгибающие моменты в сечениях, действующих в плоскости, параллельной меньшей стороне фундамента b . Формула расчета имеет вид

$$M_{yi} = \frac{N \cdot c_{yi}^2}{2b}. \quad (3.57)$$

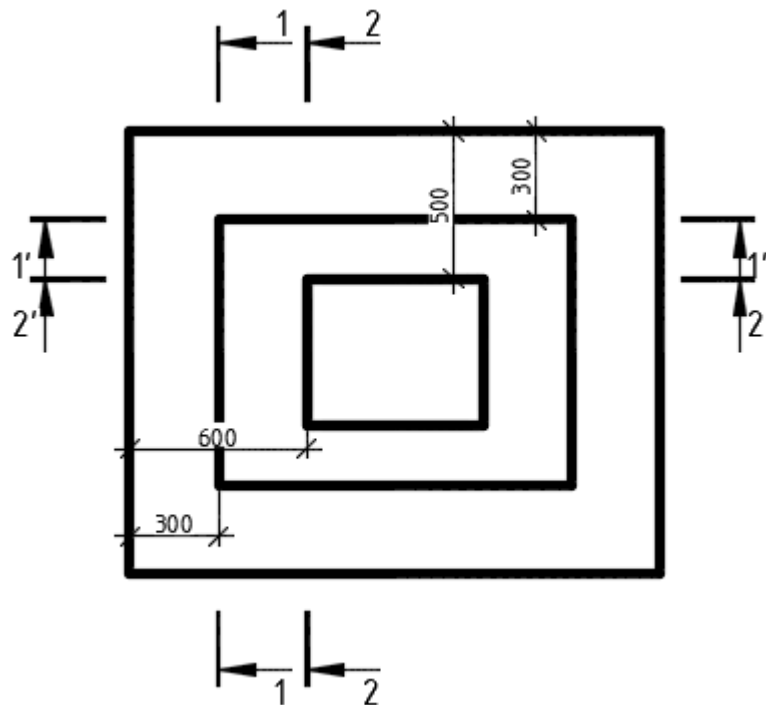


Рисунок 3.33 – Схема к расчету плиты фундамента на изгиб

Найдем расчетные усилия N , M и эксцентриситет e_{0x} .

$$N = N_{\max} + N_{cm} = 221 + 40 = 261 \text{ кН}.$$

$$M = M_k + Q \cdot h - N_{cm} \cdot a = 59,1 + 21 \cdot 2,1 - 40 \cdot 0,15 = 97,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

$$e = \frac{M}{N} = \frac{97,2}{261} = 0,37.$$

Расчет ведем в табличной форме.

Таблица 3.17 – Результаты расчета арматуры

Сечение	Вылет c_i , м	$\frac{N \cdot c_i^2}{2l(b)}$	$1 + \frac{6e_0}{l} - \frac{4e_0 \cdot c_i}{l^2}$	M , кН·м	α_m	ζ	h_{0i}	b_i , м	A_s , см ²
1-1	0,3	6,53	2,1	13,71	0,003	0,9985	0,55	1,5	0,65
2-2	0,6	26,1	1,96	51,16	0,002	0,999	2,05	0,9	0,7
1'-1'	0,3	7,83	1	7,83	0,001	0,9995	0,55	1,8	0,37
2'-2'	0,5	21,75	1	21,75	0,00005	0,9999	2,05	1,2	0,3

В ходе расчета находим коэффициент α_m по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (3.58)$$

где M_i – изгибающий момент в сечении, $кН \cdot м$;

b_i – ширина сжатой зоны, $м$;

R_b – сопротивление бетона сжатию, $МПа$;

h_{0i} – рабочая высота сечения, $м$.

По коэффициенту α_m находим по таблице коэффициент ζ .

Площадь рабочей арматуры определяем по формуле

$$A_s = \frac{M_i}{\zeta \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.59)$$

где R_s – расчетное сопротивление арматуры, $кПа$ (для арматуры класса А400 периодического профиля диаметром 10-40 мм принимаю $R_s = 350 МПа$).

Конструируем сетку С1.

Шаг арматуры в обоих направлениях 200 мм, число стержней в направлении b – 9, в направлении l – 8. Длины стержней: 1450 мм и 1750 мм соответственно.

В направлении b принимаем 9 $\varnothing 10$ А400 с $A_s = 7,07 см^2 > 0,7 см^2$.

В направлении l принимаем 8 $\varnothing 10$ А400 с $A_s = 6,28 см^2 > 0,37 см^2$.

Сетки С2 и С3 для армирования подколонника принимаем конструктивно.

Для сетки С2 продольные стержни А400 $\varnothing 10$ длиной 2050 мм расставляем с шагом 200 мм, поперечные стержни А240 $\varnothing 6$ длиной 1150 мм расставляем с шагом 600 мм.

Для сетки С3 используются 8 стержней А400 $\varnothing 8$ длиной 850 мм и 1150 мм.

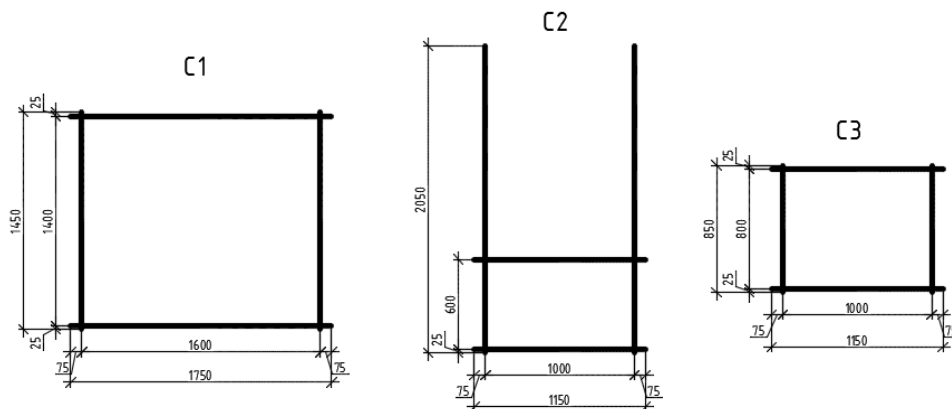


Рисунок 3.34 – Арматурные сетки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.9.3 Проектирование свайного фундамента из забивных свай

При проектировании свайного фундамента расчетное сопротивление под нижним концом сваи и на боковой поверхности определяется в соответствии с указаниями [п. 7.2, 26].

Выбор глубины заложения ростверка и длины сваи

Проектирование кустового свайного фундамента начинается с выбора глубины заложения ростверка и длины сваи.

Длина сваи выбирается в зависимости от инженерно-геологических условий и уровня расположения подошвы ростверка.

В данном случае проектируются висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью. Минимальное заглубление нижнего конца сваи в малосжимаемые грунты, а также в пески крупные, составляет не менее 0,5 м, а в прочие виды нескальных грунтов - не менее 1,0 м.

Отметку головы сваи принимают на 0,3-0,5 м выше отметки подошвы ростверка с последующей срубкой.

Глубина заложения подошвы ростверка зависит от конструктивного решения подземной части здания и высоты ростверка.

Учитывая, что верх ростверка проектируется на отметке -0,6 м, а высота ростверка должна быть кратной 300 мм, принимаем высоту ростверка 0,9 м, а глубину заложения, соответственно, -1,5 м. Отметка головы сваи принимается на 0,3 м выше подошвы на отметке -1,2 м.

В пучинистых грунтах, чтобы избежать воздействия нормальных сил морозного пучения на подошву ростверка при промерзании грунта ниже глубины заложения устраивают воздушный зазор толщиной 150-200 мм, ограждая его асбестоцементными листами или другим материалом (досками, кирпичом на ребро и др.).

В качестве несущего слоя выбираем супесь пластичную, залегающую с отметки -1,800 м. Поскольку заглубление сваи в несущий глинистый грунт должно быть не менее 1 м, а нагрузка от колонны небольшая, то принимаем сваю длиной 4 м (С40.30) по ГОСТ 19804-2012; отметка нижнего конца составит -5,2 м, а заглубление в супесь – 3,4 м.

Определение несущей способности сваи

Данные для расчета несущей способности сваи приведены в табличной форме на рисунке 3.35.

Значения R и f определяем по [табл. 7.2 и 7.3, 26].

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

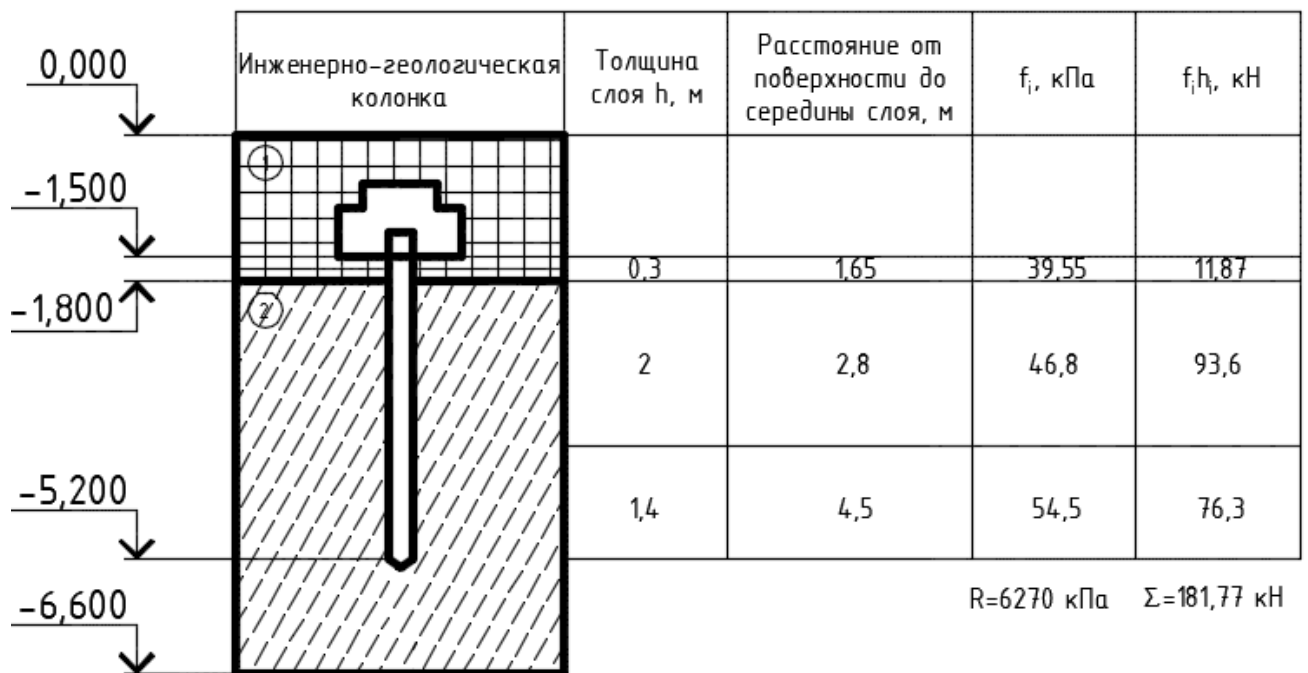


Рисунок 3.35 – Данные для расчета несущей способности

Расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи $R = 6270$ кПа.
Суммарное сопротивление сваи по боковой поверхности – 181,77 кН.

Определяем несущую способность сваи по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (3.60)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаем равным 1;
 γ_{CR} – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаем равным 1;
 γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи, принимаем равным 1;
 R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;
 A – площадь опирания на грунт сваи, м²;
 u – периметр поперечного сечения сваи, м.

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

$$u = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ м.}$$

Вычислим несущую способность по грунту основания забивной сваи, подставив данные в формулу (3.60)

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 6270 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 181,77) = 782,4 \text{ кН.}$$

Допускаемая нагрузка на одну сваю, с учетом коэффициента надежности

$$\frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} = \frac{1 \cdot 782,4}{1,1 \cdot 1,4} = 558,86 \text{ кН.}$$

Для свесей принимаемое в практике значение допускаемой нагрузки на сваю находится в пределах 300-500 кН. Ограничим значение, принимая его 300 кН.

Определение числа свай в фундаменте и конструирование ростверка

Число свай в фундаменте определяется исходя из условия максимального использования их несущей способности.

Количество свай определяем по формуле

$$n = \frac{\sum N_i}{\left(\frac{F_d}{\gamma_k} \right) - \bar{A} \cdot d_p \cdot \gamma_{cp}}, \quad (3.61)$$

где $\sum N_i = N_{\max} + N_{cm}$ – наибольшая вертикальная расчетная нагрузка, действующая на обресе ростверка, кН;

γ_k – коэффициент надежности, при определении несущей способности расчетом принимается равным 1,4;

F_d – несущая способность сваи, кН;

γ_{cp} – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обресах, принимаемый 20 кН/м³;

d_p – глубина заложения ростверка, м;

A – площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю, м².

Подставляем данные в формулу (3.61) и получаем

$$n = \frac{221 + 40}{300 - 0,9 \cdot 1,5 \cdot 20} = 1,03 \text{ шт} \approx 2 \text{ шт.}$$

Чтобы обеспечить максимально возможное совпадение центра тяжести ростверка с точкой приложения усилия и исключить все неблагоприятные факторы, необходимо увеличить количество свай в кусте до 4. Это обеспечит симметричное расположение свай в кусте.

Принимаем 4 сваи.

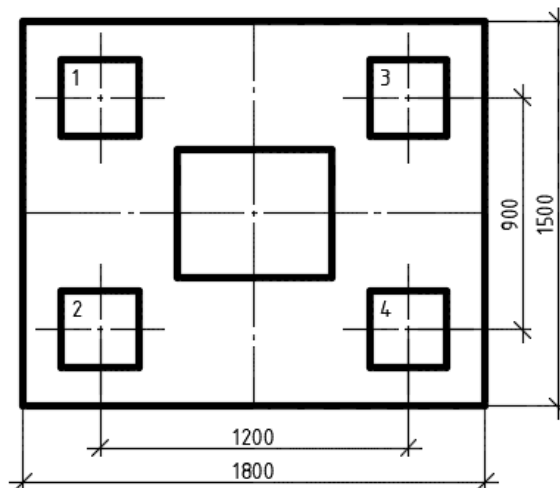


Рисунок 3.36 – План свайного куста

Приведение нагрузок к подошве ростверка

Свайный куст рассчитывается от нагрузок, действующих по подошве ростверка, по 1-ой группе предельных состояний. Поэтому все нагрузки приводятся к центру ростверка (продольной оси колонны) в уровне подошвы.

$$N' = N_k + N_{cm} + G_p;$$

$$M' = M_k + Q \cdot d - N_{cm} \cdot a;$$

$$Q' = Q_k.$$

Здесь $G_p = 1,1 \cdot b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mt} = 1,1 \cdot 1,5 \cdot 1,8 \cdot 0,9 \cdot 20 = 53,46 \text{ кН}$ – ориентировочный вес ростверка.

$$N' = N_k + N_{cm} + N_\phi = 221 + 40 + 53,46 = 314,46 \text{ кН};$$

$$M' = M_k + Q \cdot (d - 0,15) - N_{cm} \cdot a = 59,1 + 21 \cdot (0,9 - 0,15) - 40 \cdot 0,15 = 55,9 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q' = Q_k = 21 = 21 \text{ кН}.$$

Определение нагрузки на каждую сваю

Основным критерием проектирования свайных фундаментов является условие

$$N_{св} \leq \frac{F_d}{\gamma_k};$$

где $N_{св}$ – наибольшая расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

При наличии моментов от ветровых нагрузок должно соблюдаться условие

$$N_{св} \leq 1,2 \cdot \frac{F_d}{\gamma_k}$$

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов определяется по формуле

$$N_{св} = \frac{N'}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\sum(y_i^2)} + 1,1 \cdot 10 \cdot g_{св}, \quad (3.62)$$

где $g_{св} = 0,93 \text{ т}$ – масса сваи;

n – число свай в фундаменте;

y – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до оси сваи, усилие в которой определяется, м ;

y_i – расстояние от главной оси до оси каждой из свай, м .

Подставляем данные в формулу (3.62) и находим нагрузку на каждую сваю

$$N_{св}^{1,2} = \frac{314,46}{4} - \frac{55,9 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,93 = 65,55 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4} = \frac{314,46}{4} + \frac{55,9 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,93 = 112,14 \text{ кН}.$$

$$N_{св} = 112,14 \text{ кН} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} \cdot 1,2 = 360 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, несущая способность свай обеспечена.

Конструирование свайного фундамента

Размеры ростверка должны быть кратны 300, расстояние от его грани до ближайшей сваи – не менее 150 мм.

Проектируемый ростверк имеет размеры 1500x1800 мм.

Сопряжение ростверка со сваями – жесткое, т.к. присутствуют пучинистые грунты. Таким образом, проверка свай по деформациям на действие горизонтальных нагрузок не нужна.

На головы свай укладываются арматурные сетки плиты.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Стержни сеток, попадающие на сваи, вырезаются, а сетки укладываются с защитным слоем в 50 мм.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие – не ниже В12,5.

Армирование подошвы осуществлять сетками из стержней арматуры класса А400.

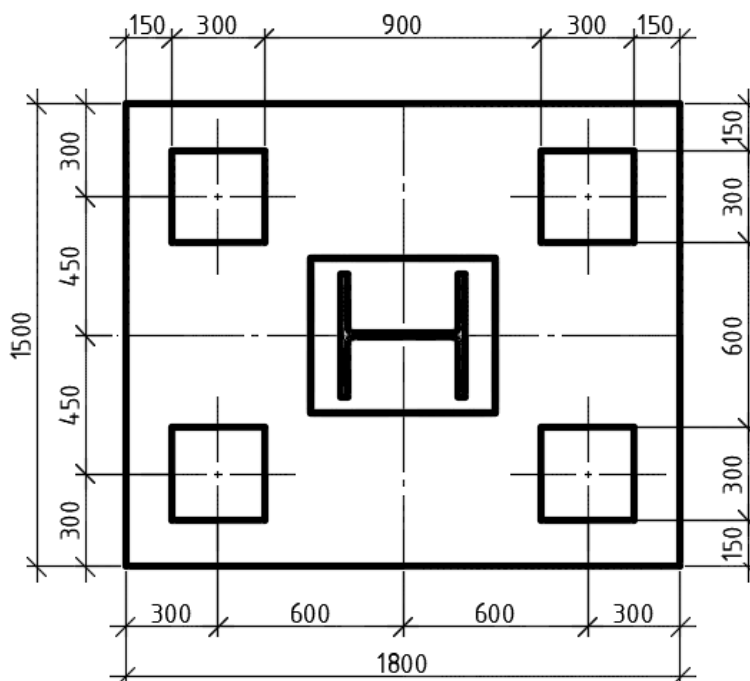


Рисунок 3.37 – Конструирование свайного куста под колонну

Расчет ростверка на продавливание колонной

Расчетом на продавливание плитной части колонной проверяется достаточность принятой высоты ростверка.

При данном расчете улавливаются, что пирамида продавливания начинается от дна стакана с гранями, составляющими угол 45° с вертикалью или касающимися внутренних граней свай.

Проверка на продавливание производится из условия

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{0p}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{0p}}{c_1} \cdot (b_c + c_2) + \frac{h_{0p}}{c_2} \cdot (l_c + c_1) \right], \quad (3.63)$$

где F – расчетная продавливающая сила, кН, которая определяется от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В12,5 принимается равным 600 кПа;

c_1, c_2 – расстояние от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания (не более h_{0p} и не менее $0,4h_{0p}$), м;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

h_{0p} - рабочая высота сечения ростверка, м;

α – коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы N через стенки стакана (не менее 0,85).

$$\alpha = 1 - \left(\frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_c}{N_{\max}} \right) = 1 - 0 = 1,$$

где A_c – площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента.

Так как сопряжение колонна - фундамент шарнирное, то $A_c = 0$.

$h_{0p} = 0,9 - 0,05 = 0,85$ м – рабочая высота сечения.

$$F = 2 \cdot (65,55 + 112,12) = 355,34 \text{ кН}.$$

Подставим полученные значения и выполним проверку

$$F = 355,34 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 600 \cdot 0,85}{1} \cdot \left[\frac{0,85}{0,34} \cdot (0,5 + 0,34) + \frac{0,85}{0,34} \cdot (0,6 + 0,34) \right] = 4539 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, продавливания не происходит. Высота ростверка и класс бетона подобраны верно.

Расчет плиты ростверка на продавливание угловой сваей

Проверка на продавливание угловой сваей производится по формуле:

$$N_{cs} \leq R_{bt} \cdot h_{o1} \cdot [\beta_1 \cdot (b_{o2} + 0,5 \cdot c_{o2}) + \beta_2 \cdot (b_{o1} + 0,5 \cdot c_{o1})], \quad (3.64)$$

где N_{cs} – наибольшее усилие в угловой свае, принимаем равным 112,14 кН;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В12,5 принимается равным 600 кПа;

h_{o1} – рабочая высота ступени ростверка, м;

b_{o1}, b_{o2} – расстояния от внутренних граней свай до наружных граней ростверка, м;

c_{o1}, c_{o2} – расстояние от внутренней грани свай до колонны, м;

β_1, β_2 – безразмерные коэффициенты, зависящие от h_{o1}/c , но не менее 0,6 и не более 1.

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

Выполним проверку

$$N_{св} = 112,14 \leq 600 \cdot 0,85 \cdot [1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,34) + 1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,34)] = 632,4.$$

Условие выполняется, продавливание не происходит.

Выбор сваебойного оборудования

Сваебойное оборудование выбирают с учетом его производительности, соотношения массы молота и массы забиваемой сваи, климатических факторов и т.д.

Определенная несущая способность сваи должна быть подтверждена при забивке достижением сваей расчетного отказа S_a , который устанавливается по формуле

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (3.65)$$

где E_d – расчетная энергия удара для выбранного молота, равная 33 кДж;

m_1 – полная масса молота, равная 2,6 т;

m_2 – масса сваи, равная 0,93 т;

m_3 – масса наголовника, равная 0,2 т;

A – площадь поперечного сечения сваи, m^2 ($A=0,09 m^2$);

η – коэффициент, принимаемый для железобетонных свай равным 1500 кН/м²;

F_d – несущая способность сваи, равная $300 \cdot 1,4 = 420$ кН.

Значение расчетного отказа должно быть больше 0,002 м, желательно в интервале 0,005-0,01 м; при значении меньше 0,002 м применяют молот с большей массой ударной части.

Для забивки используем трубчатый дизель-молот типа С-995.

Определим расчетный отказ по формуле (3.65)

$$S_a = \frac{33 \cdot 1500 \cdot 0,09}{420 \cdot (420 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{2,6 + 0,2 \cdot (0,93 + 0,2)}{2,6 + 0,93 + 0,2} = 0,014 м > 0,002 м.$$

Расчетный отказ находится в оптимальных пределах. Сваебойное оборудование подобрано верно.

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

Расчет плиты ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Моменты в сечениях ростверка определяются по формулам

$$\begin{aligned} M_{x_i} &= N_{св,i} \cdot x_i, \\ M_{y_i} &= N_{св,i} \cdot y_i, \end{aligned} \tag{3.66}$$

где $N_{св,i}$ – расчетная нагрузка на сваю, кН;

x_i, y_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения, м.

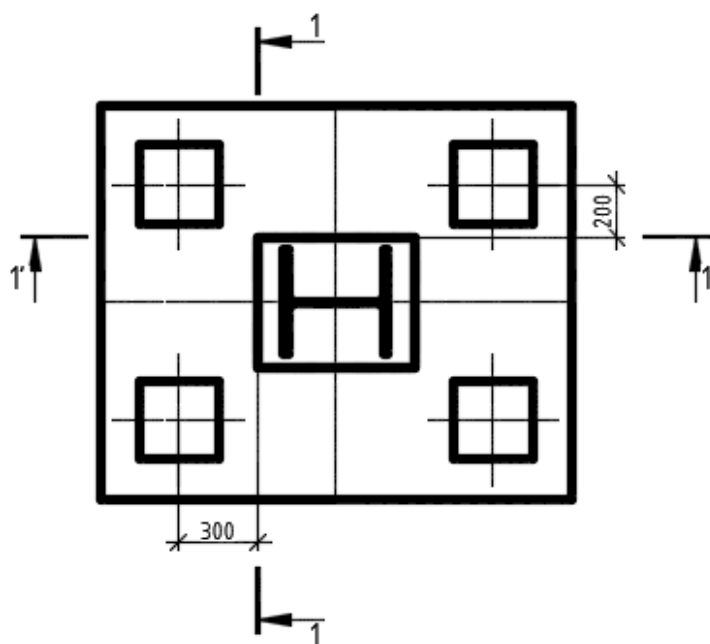


Рисунок 3.38 – Схема расчета плиты ростверка на изгиб

$$M_{1-1} = 2 \cdot 65,55 \cdot 0,2 = 26,22 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = (65,55 + 112,12) \cdot 0,3 = 53,31 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчет сечения арматуры производим в табличной форме.

Таблица 3.18 – Расчет арматуры для свайного фундамента

Сечение	$M, \text{кН} \cdot \text{м}$	α_m	ζ	$h_{0i}, \text{м}$	$A_s, \text{см}^2$
1-1	26,22	0,003	0,9985	0,85	0,88
1'-1'	53,31	0,0055	0,9973	0,85	1,8

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

91

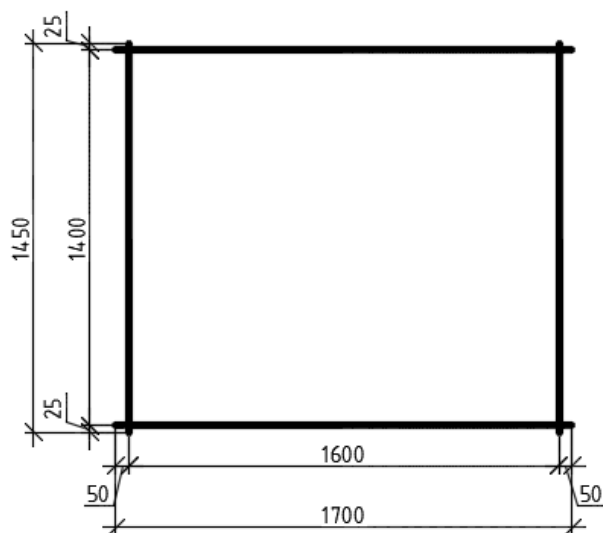


Рисунок 3.39 – Арматурная сетка С1

Так как ростверк без подколонника, то конструируем только сетку С1.

Шаг арматуры в обоих направлениях 200 мм, число стержней в направлении b – 9, в направлении l – 8. Длины стержней: 1450 мм и 1700 мм соответственно.

В направлении b принимаем $9 \varnothing 10$ А400 с $A_s = 7,07 \text{ см}^2 > 1,8 \text{ см}^2$.

В направлении l принимаем $8 \varnothing 10$ А400 с $A_s = 6,28 \text{ см}^2 > 0,88 \text{ см}^2$.

3.9.4 Техничко-экономическое сравнение вариантов фундамента

Подсчёт объемов работ, стоимости и трудозатрат для обоих вариантов представлены ниже в таблицах 3.19 и 3.20.

Таблица 3.19 – Стоимость и трудоемкость работ по возведению столбчатого фундамента

№ расценки	Наименование работ	Ед. Изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел.-час	
				На ед.	На объем	На ед.	На объем
1. Земляные работы							
1-169	Разработка грунта 2-ой группы экскаватором	1000 м ³	0,12	112	13,44	10,2	1,22
1-368	Транспортировка грунта в отвал на расстояние до 3 км	т	204	0,39	79,56	-	-
1-936	Ручная разработка грунта под подошвой фундамента	м ³	0,34	1,01	0,343	1,64	0,56

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

92

Окончание таблицы 3.19

№ расценки	Наименование работ	Ед. Изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел.-час	
				На ед.	На объем	На ед.	На объем
1-368	Транспортировка грунта для обратной засыпки	т	199	0,39	77,61	-	-
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м ³	0,117	14,9	1,74	-	-
2. Бетонные работы							
6-1	Устройство бетонной подготовки	м ³	0,34	29,37	9,98	1,37	0,47
6-6	Устройство железобетонного фундамента до 5 м ³	м ³	3,24	40,94	132,65	5,17	16,75
Ценник	Арматура стержневая класса А240, А400	т	0,036	240	8,64	-	-
	Итого				323,96		19

Таблица 3.20 – Стоимость и трудоемкость работ по возведению свайного фундамента

№ расценки	Наименование работ	Ед. Изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел.-час	
				На ед.	На объем	На ед.	На объем
1. Земляные работы							
1-169	Разработка грунта 2-ой группы экскаватором	1000 м ³	0,093	112	10,42	10,2	0,95
1-368	Транспортировка грунта в отвал на расстояние до 3 км	т	158	0,39	61,62	-	-
1-368	Транспортировка грунта для обратной засыпки	т	153	0,39	59,67	-	-
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м ³	0,09	14,9	1,34	-	-
2. Бетонные работы							
6-5	Устройство ростверка объемом до 3 м ³	м ³	2,43	42,76	103,9	6,68	16,23
Ценник	Арматура стержневая класса А400	т	0,017	240	4,08	-	-

Окончание таблицы 3.20

№ расценки	Наименование работ	Ед. Изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел.-час	
				На ед.	На объем	На ед.	На объем
3. Свайные работы							
5-2	Погружение свай длиной до 6 м в грунт 2 гр	м ³	1,44	18,5	26,64	3,55	5,11
5-31	Срубка голов свай	шт	4	1,19	4,76	0,96	3,84
Ценник	Сваи 300x300 длиной до 8 м	м	16	7,48	119,68	-	-
	Итого				392,11		26,13

Вывод: из расчета видно, что устройство столбчатого фундамента обойдется немного дешевле (на 17%) при меньших затратах труда (на 27%).

Однако, при устройстве фундамента в пучинистых грунтах, предпочтение отдается свайному варианту, так как промораживание грунтов у свайного фундамента практически не окажет влияния на его устойчивость.

Таким образом, учитывая показатели технико-экономического сравнения и данные грунтовых условий, наиболее рационален выбор устройства свайного фундамента.

Предполагаемый срок службы свайных фундаментов колеблется в пределах от 100 до 150 лет.

3.9.5 Проектирование свайного фундамента под колонну пилона

Глубина заложения ростверка, длина сваи и допускаемая нагрузка на сваю принимается аналогичной, как в пункте 1.4.

Глубина заложения ростверка – -1,500 м.

Учитывая, что верх ростверка проектируется в уровне земли, высота ростверка принимается равной 1,5 м.

В качестве несущего слоя выбрана супесь пластичная, залегающая с отметки -1,800 м. Принята свая длиной 4 м (С40.30) по [27]; отметка нижнего конца составит -5,2 м, а заглубление в супесь – 3,4 м.

При расчете в ПК SCAD с учетом неблагоприятного сочетания получили усилия в пилоне на обресе:

$$N = -1396 \text{ кН};$$

$$M = 3,45 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q = -1,39 \text{ кН}.$$

Определение числа свай в фундаменте и конструирование ростверка

Количество свай определяем по формуле (3.61).

$$n = \frac{\sum N_i}{\left(\frac{F_d}{\gamma_k}\right) - \bar{A} \cdot d_p \cdot \gamma_{cp}} = \frac{1396}{300 - 0,9 \cdot 1,5 \cdot 20} = 5,11 \text{ шт} \approx 6 \text{ шт.}$$

Принимаем 6 свай. Расстановка свай в кусте показана ниже.

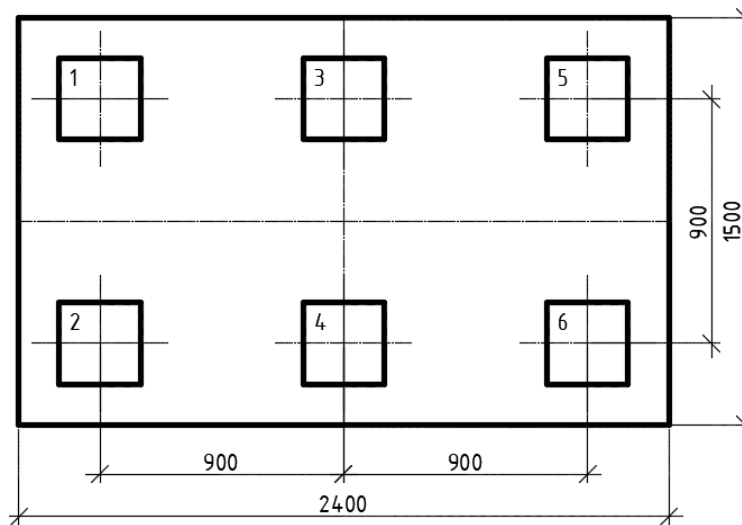


Рисунок 3.40 – План свайного куста

Приведение нагрузок к подошве ростверка

Свайный куст рассчитывается от нагрузок, действующих по подошве ростверка, по 1-ой группе предельных состояний. Поэтому все нагрузки приводятся к центру ростверка (продольной оси колонны) в уровне подошвы.

$$N' = N_k + N_{cm} + G_p;$$

$$M' = M_k + Q \cdot d - N_{cm} \cdot a;$$

$$Q' = Q_k.$$

Здесь $G_p = 1,1 \cdot b_p \cdot l_p \cdot d_p \cdot \gamma_{mi} = 1,1 \cdot 1,5 \cdot 2,4 \cdot 1,5 \cdot 20 = 118,8 \text{ кН}$ – ориентировочный вес ростверка.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

95

$$N' = N_k + N_\phi = 1396 + 118,8 = 1514,8 \text{ кН};$$

$$M' = M_k + Q \cdot (d - 0,15) = 3,45 + 1,39 \cdot (1,5 - 0,15) = 5,33 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$Q' = Q_k = 21 = 1,39 \text{ кН}.$$

Определение нагрузки на каждую сваю

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов определяется по формуле (3.62).

Подставляем данные в формулу (3.62) и находим нагрузку на каждую сваю

$$N_{св}^{1,2} = \frac{1514,8}{6} - \frac{5,33 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,93 = 260,5 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4} = \frac{1514,8}{6} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,93 = 262,7 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{5,6} = \frac{1514,8}{6} + \frac{5,33 \cdot 0,6}{4 \cdot 0,6^2} + 1,1 \cdot 10 \cdot 0,93 = 264,9 \text{ кН}.$$

$$N_{св} = 264,9 \text{ кН} \leq \frac{F_d}{\gamma_k} \cdot 1,2 = 360 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, несущая способность свай обеспечена.

Конструирование свайного фундамента

Проектируемый ростверк имеет размеры 1500x2400 мм.

Сопряжение ростверка со сваями – жесткое, т.к. присутствуют пучинистые грунты. Таким образом, проверка свай по деформациям на действие горизонтальных нагрузок не нужна.

На головы свай укладываются арматурные сетки плиты.

Стержни сеток, попадающие на сваи, вырезаются, а сетки укладываются с защитным слоем в 50 мм.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие – не ниже В12,5.

Армирование подошвы осуществлять сетками из стержней арматуры класса А400.

По длинной стороне устраивается ступень с вылетом 600 мм, по короткой стороне ступень с вылетом 300 мм. Высота ступени – 600 мм. Размер подколонника – 900x1200 мм.

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

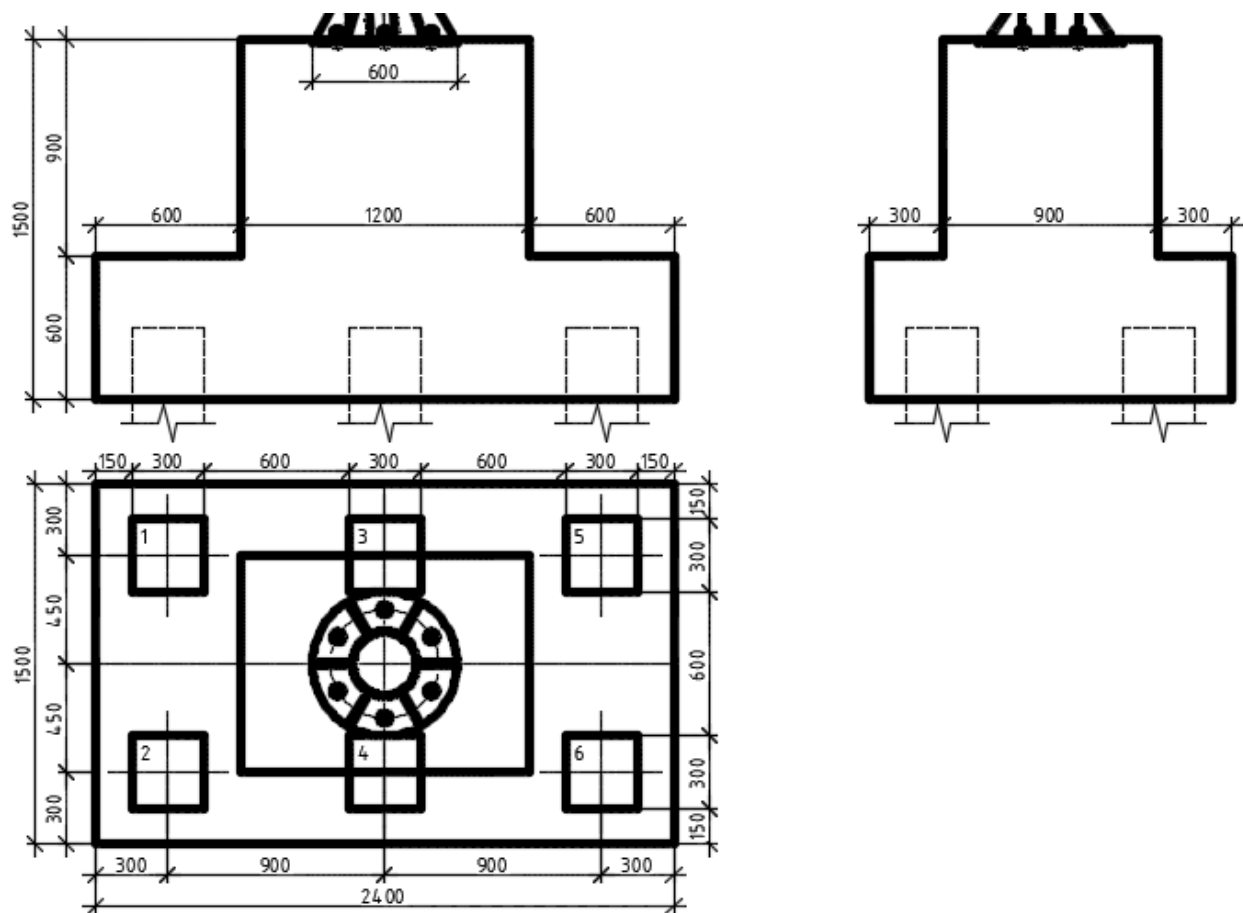


Рисунок 3.41 – Конструирование свайного куста под колонну

Расчет ростверка на продавливание колонной

Расчетом на продавливание плитной части колонной проверяется достаточность принятой высоты ростверка.

При данном расчете улавливаются, что пирамида продавливания начинается от дна стакана с гранями, составляющими угол 45° с вертикалью или касающимися внутренних граней свай.

Проверка на продавливание производится из условия (3.63)

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt} \cdot h_{0P}}{\alpha} \cdot \left[\frac{h_{0P}}{c_1} \cdot (b_c + c_2) + \frac{h_{0P}}{c_2} \cdot (l_c + c_1) \right],$$

где F – расчетная продавливающая сила, κH , которая определяется от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В12,5 принимается равным 600 кПа ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

c_1, c_2 – расстояние от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания (не более h_{op} и не менее $0,4h_{op}$), м;

h_{op} – рабочая высота сечения ростверка, м;

α – коэффициент, учитывающий частичную передачу продольной силы N через стенки стакана (не менее 0,85).

$$\alpha = 1 - \left(\frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_c}{N_{\max}} \right) = 1 - 0 = 1,$$

где A_c – площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента.

Так как сопряжение колонна - фундамент шарнирное, то $A_c = 0$.

$h_{op} = 0,6 - 0,05 = 0,55$ м – рабочая высота сечения.

$$F = 2 \cdot (260,5 + 262,7 + 264,9) = 1576,2 \text{ кН}.$$

Подставим полученные значения и выполним проверку:

$$F = 1576,2 \text{ кН} \leq \frac{2 \cdot 600 \cdot 0,55}{1} \cdot \left[\frac{0,55}{0,22} \cdot (0,6 + 0,22) + \frac{0,55}{0,22} \cdot (0,6 + 0,22) \right] = 2706 \text{ кН}.$$

Условие выполняется, продавливания не происходит. Высота ростверка и класс бетона подобраны верно.

Расчет плиты ростверка на продавливание угловой сваей

Проверка на продавливание угловой сваей производится по формуле (3.64).

$$N_{cs} \leq R_{bt} \cdot h_{o1} \cdot [\beta_1 \cdot (b_{o2} + 0,5 \cdot c_{o2}) + \beta_2 \cdot (b_{o1} + 0,5 \cdot c_{o1})],$$

где N_{cs} – наибольшее усилие в угловой свае, принимаем равным 264,9 кН;

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, для бетона класса В12,5 принимается равным 600 кПа;

h_{o1} – рабочая высота ступени ростверка, м;

b_{o1}, b_{o2} – расстояния от внутренних граней свай до наружных граней ростверка, м;

c_{o1}, c_{o2} – расстояние от внутренней грани свай до колонны, м;

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

β_1, β_2 – безразмерные коэффициенты, зависящие от h_{oi}/c , но не менее 0,6 и не более 1.

Выполним проверку

$$N_{св} = 264,9 \leq 600 \cdot 0,55 \cdot [1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,22) + 1 \cdot (0,45 + 0,5 \cdot 0,22)] = 369,6.$$

Условие выполняется, продавливание не происходит.

Выбор сваебойного оборудования

В пункте 3.9.3 для забивки был принят трубчатый дизель-молот типа С-995.

Так как тип сваи принят аналогичным, значение расчетного отказа будет таким же, равным 0,014 м. Расчетный отказ находится в оптимальных пределах. Сваебойное оборудование подобрано верно.

Расчет плиты ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Моменты в сечениях ростверка определяются по формулам

$$M_{xi} = N_{св,i} \cdot x_i,$$

$$M_{yi} = N_{св,i} \cdot y_i,$$

где $N_{св,i}$ – расчетная нагрузка на сваю, кН;

x_i, y_i – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения, м.

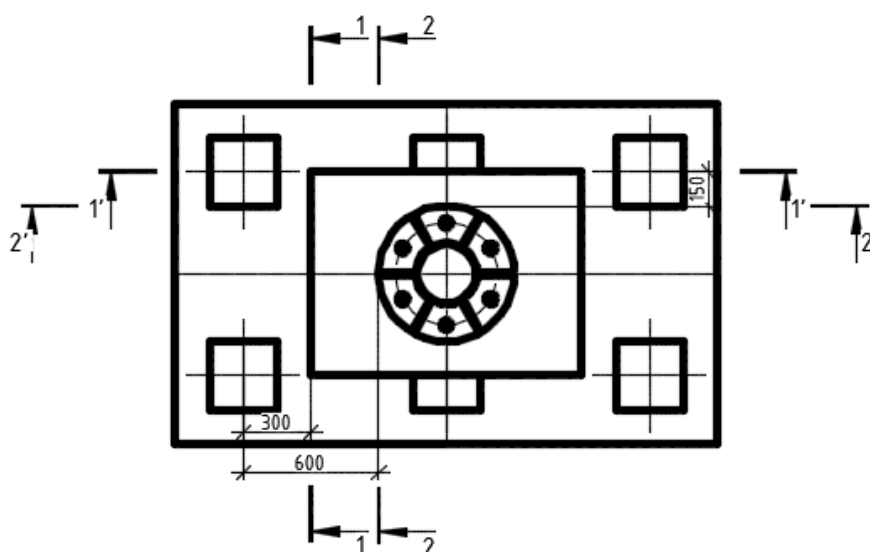


Рисунок 3.42 – Схема расчета плиты ростверка на изгиб

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

99

$$M_{1-1} = 2 \cdot 260,5 \cdot 0,3 = 156,3 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{2-2} = 2 \cdot 260,5 \cdot 0,6 = 312,6 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

$$M_{1'-1'} = (260,5 + 262,7 + 264,9) \cdot 0 = 0;$$

$$M_{2'-2'} = (260,5 + 262,7 + 264,9) \cdot 0,15 = 118,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчет сечения арматуры производим в табличной форме.

Таблица 3.21 – Расчет арматуры для свайного фундамента

Сечение	M , кН·м	α_m	ζ	h_{oi} , м	A_s , см ²
1-1	156,3	0,046	0,9765	0,55	8,31
1'-1'	312,6	0,013	0,9935	1,45	6,2
2-2	0	-	-	0,55	-
2'-2'	118,2	0,003	0,9985	1,45	2,33

Конструируем сетку С1.

Шаг арматуры в обоих направлениях 200 мм, число стержней в направлении b – 12, в направлении l – 8. Длины стержней: 1450 мм и 2300 мм соответственно.

В направлении b принимаем 12 $\varnothing 10$ А400 с $A_s = 9,42 \text{ см}^2 > 8,31 \text{ см}^2$.

В направлении l принимаем 8 $\varnothing 10$ А400 с $A_s = 6,28 \text{ см}^2 > 2,33 \text{ см}^2$.

Сетку С2 для армирования подколонника принимаем конструктивно.

Для сетки С2 продольные стержни А400 $\varnothing 10$ длиной 1450 мм расставляем с шагом 200 мм, поперечные стержни А240 $\varnothing 6$ длиной 1150 мм расставляем с шагом 600 мм.

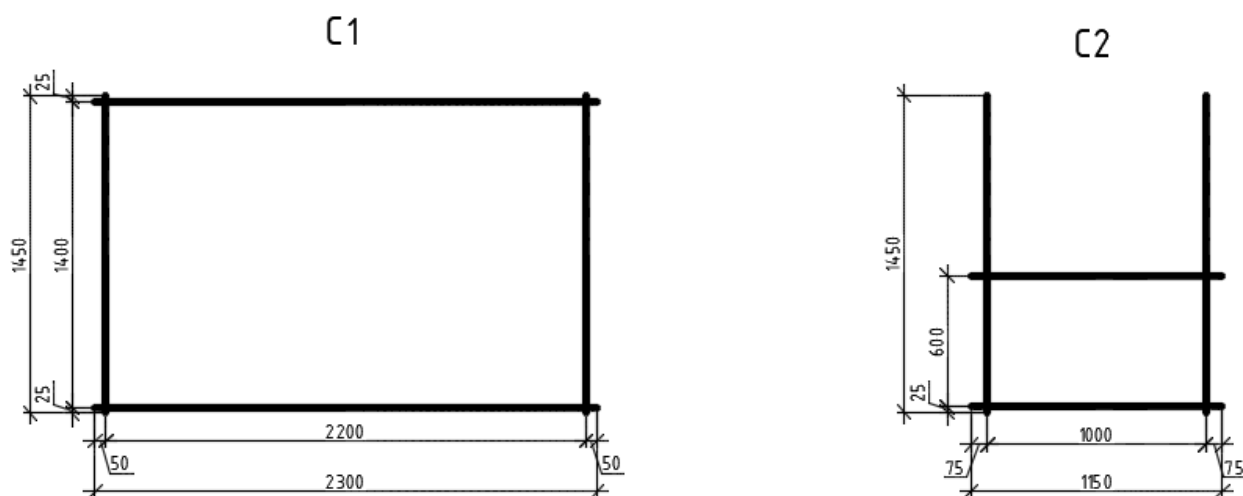


Рисунок 3.43 – Арматурные сетки ростверка

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

100

4 Организация строительного производства

4.1 Характеристики района строительства и условий строительства

Проект организации строительства авиационного учебного центра составлен на основании:

- задания на проектирование;
- данных инженерных изысканий;
- технических решений, принятых в других разделах проекта;
- исходных данных.

Место расположения объекта капитального строительства: Красноярский край, г. Красноярск. В связи с назначением здания строительство ведется в районе Международного аэропорта Красноярск вблизи ПГТ Емельяново. Рабочие и квалифицированные специалисты подбираются из местной рабочей силы.

Рельеф участка строительства: спокойный, без резких перепадов высот. Имеется почвенно-растительный слой толщиной около 15 мм.

Участок строительства находится вблизи городских автодорог. Данная дорожная сеть имеет хорошую транспортную проходимость, что позволит выполнять необходимые для строительства перевозки.

Строительная площадка оснащена временным электроснабжением, теплоснабжением, водоснабжением и освещением в темное время суток.

Доставка материалов на строительный объект производится автотранспортом на расстояние до 25 км.

Строительство затрагивает как летний, так и зимний период.

Так как расстояние перевозки материалов незначительное, нет необходимости готовить строительные смеси на объекте: строительные растворы и бетонные смеси доставляются на строительную площадку автобетоносмесителями.

4.1.1 Сведения о возможности использования рабочей силы при осуществлении строительства

Обеспечение строительства рабочими кадрами осуществляется за счет местных трудовых ресурсов. Необходимость использования вахтового метода работы отсутствует. Обоснование потребности строительства в кадрах приведено далее расчетом в п. 4.2.4.

Привлекаемый исполнитель работ должен иметь лицензии на осуществлении тех видов строительной деятельности, которые подлежат лицензированию в соответствии с действующим законодательством.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Строительно-монтажные работы выполняются подрядным способом. Основными строительными подрядными организациями служат строительные компании г. Красноярск.

В подготовительный период обязательно выполнить мероприятия, согласно [гл. 4, 28]. После выполнения работ подготовительного периода приступить к строительству здания.

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

Перечень мероприятий по привлечению квалифицированных специалистов для осуществления строительства, в том числе для выполнения работ вахтовым методом не требуется.

4.1.3 Характеристика земельного участка, предоставленного для строительства

На участке строительства будет возведен Центр авиাপодготовки, состоящий из двухэтажного центрального здания и пристроенных учебных корпусов.

На земельном участке, предоставленном для строительства, есть возможность складирования конструкций, материалов и изделий в зоне действия монтажных кранов, а также имеется связь с дорогой общего пользования. Размеры площадок для складирования материалов, конструкций, оборудования, укрупненных модулей и стендов для их сборки приняты согласно расчету, приведенного далее в п. 4.2.7. На стройгенплане открытые склады показаны условно общей площадью.

Размещение проектируемых объектов не требует использования для строительства земельных участков вне земельного участка, предоставляемого для строительства объекта капитального строительства.

4.1.4 Калькуляция трудовых затрат на возведение объекта

В калькуляции определяются трудовые затраты и заработная плата рабочих на производство работ по каждому процессу, а также по всему комплексу работ по возведению здания. Подсчет объемов работ выполняется в единицах измерения, принятых в ЕНиР. Состав звена определяется также по ЕНиР.

Калькуляция трудовых затрат на возведение всего здания представлена в таблице 4.1.

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		102

Таблица 4.1 – Калькуляция трудовых затрат

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
Земляные работы									
1	Е2-1-5, табл. 1, 5-б	Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-25, группа грунта II	1000 м ²	31,24	Машинист 6 р. - 1	1,1	1,17	34,36	36,55
2	Е2-1-11, табл. 4, 2-б	Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой	100 м ³	208,7	Машинист 6 р. - 1	3,2	3,39	667,83	707,49
3	Е2-1-34, табл. 1, 4-б	Засыпка траншей и котлованов бульдозером ДЗ-9, группа грунта II	100 м ³	146,3	Машинист 6 р. - 1	0,28	0,297	40,96	43,45
Устройство фундамента									
4	Е12-28, табл. 2, 4-в	Вертикальное погружение одиночных свай	1 свая	468	Машинист копра 6 р. – 1 Копровщик 5 р. – 1 Копровщик 3 р. – 1	0,9	0,846	421,2	395,93
5	Е12-39, табл. 2, 14-в	Срубка голов одиночных свай	1 свая	468	Бетонщик 3 р. – 2	0,29	0,203	135,72	95
6	Е4-1-34, табл. 2, 3-а	Устройство опалубки фундаментов из щитов площадью св. 2 м ²	1 м ²	1318,7	Плотник 4 р. – 1 Плотник 2 р. - 1	0,4	0,29	527,47	382,42
7	Е4-1-34, табл. 2, 3-б	Разборка опалубки фундаментов из щитов площадью св. 2 м ²	1 м ²	1318,7	Плотник 3 р. – 1 Плотник 2 р. - 2	0,1	0,07	131,97	92,38
8	Е4-1-46, 1-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями до 12 мм	1 т	1,97	Арматурщик 4 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	12	8,58	23,7	16,94
9	Е4-1-49, табл. 1, 2	Укладка бетонной смеси в конструкцию	1 м ³	281,22	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	0,34	0,24	95,61	67,49
10	У6-1	Устройство бетонной подготовки	м ³	33,41	Машинист 6 р. – 1 Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	1,7	1,17	56,8	39,09
11	Е4-1-34, табл. 2, 3-а	Устройство опалубки фундаментов из щитов площадью св. 2 м ²	1 м ²	735,5	Плотник 4 р. – 1 Плотник 2 р. - 1	0,4	0,29	294,2	213,3
12	Е4-1-34, табл. 2, 3-б	Разборка опалубки фундаментов из щитов площадью св. 2 м ²	1 м ²	735,5	Плотник 3 р. – 1 Плотник 2 р. - 2	0,1	0,07	73,55	51,49
13	Е4-1-46, 3-г	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями до 18 мм	1 т	0,79	Арматурщик 5 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	14	10,85	11,06	8,57

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

103

Продолжение таблицы 4.1

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
14	Е4-1-49, табл. 2, 2	Укладка бетонной смеси в конструкцию	1 м ³	80,18	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	0,23	0,16	18,44	12,83
15	Е11-37, табл. 1, 2-в	Окрасочная гидроизоляция	100 м ²	14,12	Гидроизолировщик 4 р - 1 Гидроизолировщик 2 р - 1	8,3	5,93	117,23	83,76
Возведение подземной части									
16	Е4-1-46, 8-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в перекрытии до 12 мм	1 т	26,4	Арматурщик 4 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	21	15	554,4	396
17	Е4-1-46, 9-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в стенах до 12 мм	1 т	11,54	Арматурщик 5 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	17	13,2	196,18	152,33
18	Е4-1-46, 4-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в колонне до 12 мм	1 т	0,11	Арматурщик 5 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	16	12,4	1,76	1,36
19	Е4-1-34, табл. 3, 2-а	Устройство опалубки колонн из щитов периметром поп. сеч. св. 1200 мм	1 м ²	26,88	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,4	0,286	10,75	7,69
20	Е4-1-34, табл. 5, 3-а	Устройство опалубки перекрытия при площади перекрытия между осями колонн св. 10 м ²	1 м ²	1719,32	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,22	0,157	378,25	269,93
21	Е4-1-34, табл. 6, 3-а	Устройство опалубки стен обшивкой каркаса щитами одновременно с двух сторон	1 м ²	935,48	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,25	0,179	233,87	167,45
22	Е4-1-49, табл. 2, 15	Укладка бетонной смеси в конструкцию (безбалочное перекрытие)	1 м ³	337,13	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	0,57	0,408	192,16	137,55
23	Е4-1-49, табл. 2, 4	Укладка бетонной смеси в конструкцию (колонна)	1 м ³	2,7	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	1,5	1,07	4,05	2,89
24	Е4-1-49, табл. 2, 1-г	Укладка бетонной смеси в конструкцию (стена)	1 м ³	233,87	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	1,2	0,858	280,64	200,66
25	Е4-1-34, табл. 3, 2-б	Разборка опалубки колонн из щитов периметром поп сеч. св. 1200 мм	1 м ²	26,88	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,15	0,101	4,03	2,71
26	Е4-1-34, табл. 5, 3-б	Разборка опалубки перекрытия при площади перекрытия между осями колонн св. 10 м ²	1 м ²	1719,32	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,09	0,06	154,74	103,16

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

104

Продолжение таблицы 4.1

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
27	Е4-1-34, табл. 6, 3-б	Разборка опалубки стен обшивкой каркаса щитами одновременно с двух сторон	1 м ²	1870,96	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,16	0,107	299,35	200,19
28	Е11-37, табл. 1, 2-в	Окрасочная гидроизоляция	100 м ²	4,68	Гидроизолировщик 4 р - 1 Гидроизолировщик 2 р - 1	8,3	5,93	38,81	27,73
Возведение надземной части									
29	Е4-1-46, 8-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в перекрытии до 12 мм	1 т	79,2	Арматурщик 4 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	21	15	1663,2	1188
30	Е4-1-46, 9-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в стенах до 12 мм	1 т	27,21	Арматурщик 5 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	17	13,2	462,57	359,17
31	Е4-1-46, 4-в	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями в колонне до 12 мм	1 т	0,25	Арматурщик 5 р. – 1 Арматурщик 2 р. - 1	16	12,4	4	3,1
32	Е4-1-34, табл. 3, 2-а	Устройство опалубки колонн из щитов периметром поп. сеч. св. 1200 мм	1 м ²	63,36	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,4	0,286	25,34	18,12
33	Е4-1-34, табл. 5, 3-а	Устройство опалубки перекрытия при площади перекрытия между осями колонн св. 10 м ²	1 м ²	5157,96	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,22	0,157	1134,75	809,8
34	Е4-1-34, табл. 6, 3-а	Устройство опалубки стен обшивкой каркаса щитами одновременно с двух сторон	1 м ²	2205,06	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,25	0,179	551,27	394,71
35	Е4-1-49, табл. 2, 15	Укладка бетонной смеси в конструкцию (безбалочное перекрытие)	1 м ³	701,61	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	0,57	0,408	399,92	286,26
36	Е4-1-49, табл. 2, 4	Укладка бетонной смеси в конструкцию (колонна)	1 м ³	6,34	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	1,5	1,07	9,51	6,78
37	Е4-1-49, табл. 2, 1-г	Укладка бетонной смеси в конструкцию (стена)	1 м ³	551,27	Бетонщик 4 р. – 1 Бетонщик 2 р. – 1	1,2	0,858	661,52	472,99
38	Е4-1-34, табл. 3, 2-б	Разборка опалубки колонн из щитов периметром поп сеч. св. 1200 мм	1 м ²	63,36	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,15	0,101	9,5	6,4
39	Е4-1-34, табл. 5, 3-б	Разборка опалубки перекрытия при площади перекрытия между осями колонн св. 10 м ²	1 м ²	5157,96	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,09	0,06	464,22	309,48

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

105

Продолжение таблицы 4.1

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
40	Е4-1-34, табл. 6, 3-б	Разборка опалубки стен обшивкой каркаса щитами одновременно с двух сторон	1 м ²	4410,12	Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	0,16	0,107	705,62	471,88
41	Е5-1-9, 1, 2-аб	Монтаж стальных колонн	1 шт.	108	Машинист 6 р – 1 Монтажник 6 р – 1 Монтажник 4 р – 2	4,2	3,572	453,6	385,78
42		Добавлять на 1 т	1 т	170,95	Монтажник 3 р – 1	0,9	0,765	153,86	130,78
43	Е5-1-6, табл. 2, 1,2-г	Монтаж отдельных конструктивных элементов (крестовые связи)	1 шт.	32	Машинист 6 р – 1 Монтажник 5 р – 1 Монтажник 4 р – 1	0,85	0,735	27,2	23,52
44		Добавлять на 1 т	1 т	22,42	Монтажник 3 р – 1	4	3,46	89,68	77,57
45	ТК	Устройство конструкций покрытия	-	-	-	-	-	11760,5	10092,4
46	Е11-41, 1-а	Теплоизоляция наружных стен	1 м ²	392,28	Изолировщик 4 р – 1 Изолировщик 3 р – 1 Изолировщик 2 р – 1	0,48	0,341	188,29	133,77
47	ГЭСН-2001-09, табл. 09-04-010-01	Монтаж витражного остекления	100 м ²	72,01	Монтажник 5 р – 1 Монтажник 3 р – 1	92,05	78,14	6628,1	5626,5
48	Е3-12, 2	Устройство кирпичных перегородок	1 м ²	6197,2	Каменщик 4 р – 1 Каменщик 2 р – 1	0,87	0,623	5399	3861,1
49	Е3-16, 1	Укладка брусков перемычек	1 проем	74	Машинист 5 р – 1 Каменщик 4 р – 1 Каменщик 3 р – 1 Каменщик 2 р – 1	0,6	0,457	44,4	33,82
50	Е4-1-10, табл. 1, 5	Установка лестничных маршей массой до 2,5 т	шт.	6	Машинист 6 р – 1 Монтажник 4 р – 1 Монтажник 3 р – 1 Монтажник 2 р – 1	2,12	1,685	12,72	10,11
Кровля									
51	Е7-4, табл. 1, 2	Очистка основания от мусора механизированным способом	100 м ²	16,86	Кровельщик 3 р – 1 Кровельщик 2 р – 1	0,41	0,275	6,91	4,64
52	Е7-4, табл. 1, 5	Огрунтовка поверхности основания битумными мастиками механиз. способом	100 м ²	16,86	Кровельщик 4 р – 1	0,65	0,514	10,96	8,67
53	Е7-13, табл. 1, 1	Пароизоляция основания под кровлю рулонными материалами	100 м ²	94,19	Изолировщик 3 р – 1 Изолировщик 2 р – 1	6,7	4,49	631,1	422,93
54	Е7-14, табл. 1, 13	Укладка утеплителя толщиной 100-300 мм	100 м ²	94,19	Изолировщик 3 р – 1 Изолировщик 2 р – 1	18	12,06	1695,5	1135,99

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

106

Продолжение таблицы 4.1

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
55	Е7-15, табл. 1, 9	Укладка цементного раствора слоем до 50 мм с подачей раствора растворонасосом	100 м ²	16,86	Изолировщик 4 р – 1 Изолировщик 3 р – 1	6,8	4,89	114,64	82,44
56	Е7-5, табл. 1, 4-а	Покрытие кровли профилированными листами	1 м ²	7733,57	Кровельщик 4 р – 1 Кровельщик 3 р – 1	0,28	0,209	2165,4	1616,32
57	Е7-1, табл. 1, 1	Покрытие кровли рулонными материалами с помощью машины	100 м ²	94,19	Кровельщик 5 р – 1 Кровельщик 3 р – 2	1,8	1,39	169,55	130,93
Заполнение проемов									
58	Е6-13, табл. 1, 3-а, -б	Заполнение дверных проемов площадью до 2 м ²	100 м ²	1,1	Машинист 5 р – 1 Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	27	21,06	29,6	23,09
59	Е6-13, табл. 1, 2-а, -б	Заполнение дверных проемов площадью до 1,5 м ²	100 м ²	0,13	Машинист 5 р – 1 Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	31,5	24,58	4,17	3,25
60	Е6-13, табл. 1, 7-а, -б	Заполнение дверных проемов площадью до 4,0 м ² и св.	100 м ²	0,26	Машинист 5 р – 1 Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	17,1	13,34	4,52	3,53
61	Е6-13, табл. 1, 7-а, -б	Заполнение оконных проемов площадью до 4,0 м ² и св.	100 м ²	1,48	Машинист 5 р – 1 Плотник 4 р – 1 Плотник 2 р – 1	17,1	13,34	25,31	19,74
Полы									
62	Е19-32, табл. 2, 3-б	Устройство цементно-песчаной стяжки толщиной 40 мм	100 м ²	81,56	Бетонщик 4 р – 1 Бетонщик 3 р – 1 Бетонщик 2 р – 1	7,5	5,33	611,71	434,72
63	Е19-19, табл. 1, 3-е	Устройство покрытий пола из керамических плиток	1 м ²	8156,08	Облицовщик 4 р – 1 Облицовщик 3 р – 1	0,4	0,298	3262,43	2430,51
64	Е11-40, табл. 1, 2-а	Оклеенная гидроизоляция	100 м ²	1,47	Гидроизолировщик 4 р – 1 Гидроизолировщик 3 р – 1 Гидроизолировщик 2 р – 1	10,5	7,46	15,46	10,98
Отделка									
65	Е8-1-2, табл. 2, а	Оштукатуривание поверхностей стен (улучшенное)	100 м ²	166,17	Штукатур 4 р – 2 Штукатур 3 р – 2 Штукатур 2 р – 1	31,8	23,91	5284,31	3973,2
66	Е8-1-2, табл. 2, б	Оштукатуривание поверхностей потолка (улучшенное)	100 м ²	96,65	Штукатур 4 р – 2 Штукатур 3 р – 2 Штукатур 2 р – 1	40,3	30,29	3894,83	2927,4
67	Е8-1-15, табл. 6, 5-б	Грунтование за один раз известковыми составами стен	100 м ²	86,55	Маляр 3 р – 1	2,2	1,54	190,41	133,29

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

107

Окончание таблицы 4.1

№	Обоснование	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу		На объем	
			Ед. изм.	Кол-во		Н _{вр} , чел/ч	Расц, руб-коп	Q, чел/ч	З/П, руб-коп
68	Е8-1-15, табл. 6, 5-г	Грунтование за один раз известковыми составами потолков	100 м ²	96,65	Маляр 3 р – 1	2,7	1,89	260,94	182,66
69	Е8-1-15, табл. 6, 21-б	Окрашивание масляными составами стен пистолетом-распылителем	100 м ²	86,55	Маляр 5 р – 1	4,2	3,82	363,51	330,62
70	Е8-1-15, табл. 6, 21-г	Окрашивание масляными составами потолков пистолетом-распылителем	100 м ²	96,65	Маляр 5 р – 1	5,1	4,64	492,89	448,44
71	Е8-1-35, табл. 1, 1-а	Облицовка керамической плиткой в сан узлах	1 м ²	220,13	Облицовщик 4 р – 1 Облицовщик 3 р – 1	1,9	1,42	418,25	312,58
72	Е8-3-8, табл. 1, 8	Монтаж подвесного потолка	10 м	199,52	Монтажник 4 р – 1 Монтажник 3 р – 1	0,43	0,32	85,79	63,85
73	Е8-3-1, табл. 1, а	Облицовка стен навесными панелями	1 м ²	392,28	Штукатур 4 р – 2 Штукатур 3 р – 2	0,42	0,31	164,76	121,61
Инженерные сети									
74	Наружные сети		%	8	Разнорабочие 5р. – 2, 4 р. – 1, 3р. - 1	-	-	3567,61	2795,69
75	Внутренние сантехнические работы		%	10	Сантехник 5 р - 2, Сантехник 4 р – 2	-	-	4459,51	3494,61
76	Внутренние электромонтажные работы		%	8	Электромонтажник 4, 3 р – 2	-	-	3567,61	2795,69
77	Внутренние слаботочные работы		%	5	Электромонтажник 4, 3 р – 2	-	-	2229,76	1747,31
78	Благоустройство территории		%	5	Разнорабочие 5р. – 2, 4 р. – 1, 3р. - 1	-	-	2229,76	1747,31
79	Прочие работы		%	5	Разнорабочие 5р. – 2, 4 р. – 1, 3р. - 1	-	-	2229,76	1747,31
80	Сдача объекта		дней	14	-	-	-	-	-
Итого:								74034,8	57767,7

4.1.5 Подготовка строительного производства

Перед началом строительства сооружения выполняется ряд работ по подготовке строительной площадки:

– общая организационно-техническая подготовка, выполняемая до начала работ на строительной площадке;

– подготовка к строительству объекта, в течение которой производятся вне- и внутриплощадочные работы, связанные с освоением и организацией строительной площадки и примыкающей к ней территории;

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					108	

– подготовка к производству строительно-монтажных работ.

Общая организационно-техническая подготовка проводится заказчиком и выполняется в соответствии с правилами о договорах подряда на капитальное строительство и включает в том числе:

- обеспечение стройки проектно-сметной документацией;
- оформление финансирования строительства;
- заключение договоров подряда и субподряда на строительство;
- оформление разрешений и допусков на производство работ;
- обеспечение строительства подземными путями, электро-, водо- и теплоснабжением, системой связи и помещениями бытового обслуживания кадров строителей;

- организацией поставки на строительство оборудования, конструкций, материалов и готовых изделий;

Работы подготовительного периода:

- внеплощадочные: создание заказчиком опорной геодезической сети – красные линии, реперы, главные оси, опорная строительная сетка;

- строительство подъездных дорог;

- строительство линий связи и электропередачи с трансформаторными подстанциями;

- строительство водопроводных и канализационных сетей;

- внутриплощадочные: расчистка территории строительной площадки;

- инженерная подготовка площадки с выполнением работ по планировке территории;

- устройство внутриплощадочных временных дорог;

- устройство сетей водо-, тепло- и электроснабжения;

- прокладка инженерных коммуникаций;

- установка временных помещений для обогрева рабочих, приема пищи, сушки, хранения рабочей одежды и санузлов;

- установка противопожарного инвентаря;

Окончание внеплощадочных и внутриплощадочных работ подтверждается актом, составленным заказчиком и генподрядчиком с участием субподрядчиков.

К строительным работам генподрядчик приступает при наличии утвержденного проекта производства работ (ППР). Перед началом выполнения строительно-монтажных работ необходимо оформить акт-допуск по форме [прил. В, 31].

При подготовке к производству СМР производятся следующие процессы: принимаются на местности знаки геодезической основы, разрабатываются и осуществляются мероприятия по организации труда и обеспечению строительных бригад необходимым оборудованием (инструментом, средствами малой механизации, монтажной оснасткой в комплекте и составе

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

предусмотренном проектом), оборудуются площадки, создается необходимый запас конструкций и материалов, устанавливаются на рабочие места строительные машины и другие механизированные установки, подбирается качественный состав бригад.

Строительство проектируемого объекта относится к объекту 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.

4.1.6 Обоснование решений по организации строительства

Строительство объекта можно разбить на пять этапов:

1 этап – подготовительный период состоит из вертикальной планировки, прокладки подземных сетей, устройства временных дорог. Вертикальная планировка производится бульдозером ДЗ-25. Прокладку подземных сетей производим с учетом очередности «снизу-вверх», т. е. начиная с коммуникаций наибольшего заглубления (канализации), затем менее глубоких (водопровода, теплотрассы) и заканчивая сетями мелкого заложения – 50 см (сети связи). Над проложенными коммуникациями мелкого заложения не допускаются никакие механизированные работы, и поэтому их выполняют после нивелировки территории. Построенные дороги должны быть выполнены до работ по подземной части.

2 этап – строительство подземной части, ведущим процессом принимаем устройство свайного фундамента. Разработку котлована выполняем экскаватором ЭО-3111В. Далее выполняется устройство фундаментов. Затем выполняются работы по монтажу колонн, стен, перекрытий подвального этажа. До засыпки пазух котлована снаружи выполняют устройство выпусков и вводов коммуникаций.

3 этап – цикл возведения надземной части здания. Устройство надземной части здания производится двумя самоходными гусеничными кранами Liebherr LR1100. В первую очередь возводится каркас здания: монолитные колонны и перекрытия, стальные колонны и конструкции покрытия. Параллельно ведется монтаж лестниц. Затем выполняется устройство кровли. После возведения каркаса приступаем к возведению наружного ограждения и витражного остекления. В завершении цикла ведут установку дверных и оконных проемов.

4 этап – цикл организации отделочных работ. До начала отделочных работ должны быть выполнены сантехнические, электротехнические работы первого этапа, установлены дверные коробки и оконные блоки, устроена кровля.

5 этап – благоустройство территории. Выполняется посадка деревьев и кустарников, установка скамеек, а также производится уборка мусора.

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

Конструкции поставляются на объект с завода-изготовителя автомобильным транспортом и складированы на заранее подготовленной площадке на приобъектных складах.

Для выполнения специальных работ привлекаются ресурсы других предприятий, поэтому применяется подрядный метод, так как он позволяет добиться наилучшего качества за счет узкой специализации кадрового состава и современной материальной базы.

4.1.7 Основные требования по выполнению геодезических построений и геодезического контроля точности СМР

При производстве геодезических работ необходимо руководствоваться нормативными требованиями.

Выполняется геодезическая разбивка строительной площадки, что является основой геодезического обеспечения производства всех строительных работ, которая заключается в:

- создание опорной геодезической сети, разбивка площадки на квадраты с закреплением вершин реперами, поверочное нивелирование территории;
- разбивка здания на местности, привязка его к опорной геодезической сети;
- устройство обноски вокруг здания, закрепление осей;
- разбивку производят с помощью геодезических инструментов – теодолита и нивелира;
- основой точности возведения здания является комплекс геодезических разбивочных работ;
- создание разбивочного геодезического плана с закреплением осей;
- перенос по вертикали основных разбивочных осей на перекрытие каждого этажа, т. е. на новый монтажный горизонт;
- разметка необходимых по условиям монтажа установочных рисок;
- определение монтажного горизонта на этажах.

Геодезический контроль точности выполнять в соответствии с требованиями СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве» п.п. 2, 4.

Обязательным является систематический контроль за осадками фундаментов и деформациями каркаса здания. По результатам исполнительной съемки составляются исполнительные схемы, а для подземных инженерных сетей – исполнительные чертежи.

4.1.8 Мероприятия по производству работ в зимнее время

Мероприятия по производству работ в зимних условиях обосновываются технико-экономическими расчетами и разрабатываются в специальном ППР с

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		111

использованием соответствующих технологических карт. Строительно-монтажные работы при среднесуточной температуре ниже $+5^{\circ}\text{C}$ и минимальной суточной температуре ниже 0°C , а также при оттепелях производить в соответствии с «Указаниями по производству работ в зимних условиях». При этом необходимо помнить:

- организация работ на открытой территории должна соответствовать требованиям СанПиН 2.2.3.1384-03 (глава 2.2.3 гл. VIII);

- работа землеройных машин с подготовленным к разработке грунтом должна производиться круглосуточно во избежание промерзания грунта во время перерывов. Грунт, подлежащий использованию для обратной засыпки котлованов и траншей, должен укладываться в отвалы с применением мер против его промерзания. Обратную засыпку котлованов и траншей следует производить с соблюдением следующих требований:

- количество мерзлых комьев в грунте, которым засыпают пазухи не должно превышать 15% от общего объема засыпки;

- при засыпке пазух внутри зданий применение мерзлого грунта не допускается;

- при производстве бетонных работ в зимнее время дополнительно контролируют качество основания, опалубки и точность установки арматуры, качество бетонной смеси при ее транспортировании и подаче, укладку и уплотнение. При выгрузке бетонной смеси из транспортных средств контролируют ее температуру и подвижность. Температура укладываемой бетонной смеси должна быть не меньше $+15^{\circ}\text{C}$. Особое внимание уделяют контролю за послойной укладкой и уплотнением смеси. При производстве бетонных работ в зимнее время необходимо использовать бетонные смеси с положительной температурой, добавления в бетонную смесь хлористых солей, прогрев методом «термоса», электроподогрев непосредственно перед укладкой, электроподогрев и паропрогрев уложенного бетона. Метод выдерживания бетона (когда прочность бетона конструкций должна составлять к моменту возможного промерзания не менее 50 кг/см^2 и не менее 50% проектной прочности) определяется в проекте производства работ. Бетон следует укрывать участками по 3-4 м во избежание охлаждения и промерзания наружного слоя бетона (3-4 см);

- опалубка и арматура перед бетонированием должны быть очищены от снега и наледи;

- сварка деталей металлоконструкций из малоуглеродистых сталей при температуре наружного воздуха менее минус 30°C и конструкций из среднеуглеродистых сталей при температуре ниже минус 20°C – запрещается;

- при складировании конструкций во избежание образования на них наледи следует применять высокие подкладки и другие меры, защищающие от намокания сверху и исключают обледенение стыкуемых поверхностей зданий.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		112

Внутренние отделочные работы в зимнее время должны выполняться при постоянно действующих системах отопления и вентиляции. Применять открытые жаровни и печи-временки запрещается. Температура в помещении должна быть не менее +8°C, относительная влажность – не более 70%.

Штукатурные работы допускается производить только после оттаивания кладки с внутренней стороны не менее ½ толщины стены.

Внутренние малярные работы производить в утепленных помещениях.

При невозможности пуска тепла в здание применяют искусственный обогрев здания теплогенератором.

Оштукатуриваемые поверхности не должны иметь наледей. Все слои штукатурки наносят одновременно или с малыми перерывами, чтобы раствор только успевал загустевать. При затирке поверхности используют растворы солей в воде.

4.1.9 Обоснование календарного планирования

В ходе организационно-технологического анализа сложности объекта выявлено, что объект относится к классу средней сложности. В связи с этим принимается поточная организация строительства. Строительство ведется поточным методом.

Начало строительства – 1 июня 2020 г., окончание – 30 марта 2022 г.

Продолжительность строительства составляет 667 календарных дней.

Календарный график производства работ представлен на листе 13 графической части.

Монтаж основных несущих конструкций производится двумя самоходными гусеничными кранами Liebherr LR1100. При необходимости кран, во время перерывов, может использоваться на других работах, что ведет к снижению затрат, связанных с простоем крана. Лестничные марши, каркасы, опалубка и прочие материалы складированы на открытых складах, в зоне действия монтажного крана.

При производстве работ по устройству рулонной кровли подача материала на крышу осуществляется с помощью электрических подъемников, расположенных в торцах здания. Применение крана для подачи материала нерационально, так как он не будет использоваться на всю мощность, будут значительные простои в его работе.

Отделочные работы внутри здания начинают после завершения устройства кровли и закрытия внешнего контура объекта. При шпатлевании, окраске потолков и стен используют средства малой механизации. Все работы выполняются в строгой технологической последовательности (штукатурка стен, шпатлевание потолков, шпатлевание стен, окраска потолков, окраска стен, устройство полов).

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

Работы по благоустройству территории начинаются после демонтажа подвесных люлек и лесов. Эти работы заключаются в очистке площадки, бытовых и вспомогательных помещений от строительного мусора. Мероприятия по облагораживанию территорий вокруг возводимого объекта выполняются силами заказчика весной. Эти мероприятия включают в себя: работы по озеленению прилегающей территории (посадка деревьев, кустов, устройство клумб, газонов), устройство тротуаров из плитки, подъездов и автостоянок, установка скамеек. При необходимости сюда входят также работы по созданию дополнительного освещения территорий в темное время суток.

4.2 Расчет элементов СГП

4.2.1 Подбор крана

Для уменьшения технических параметров крана подбираем для монтажа объекта стреловой кран, оборудованный гуськом. Для определения вылета крюка и длины стрелы используем графический метод.

Подбор осуществляем для укрупненного блока конструкции покрытия массой 4,189 т. В качестве грузозахватных средств используем строп 4СК1-10-6 массой 0,063 т.

Определяем монтажные характеристики:

а) Монтажная масса монтируемого элемента:

$$M = M_г + M_с = 4,189 + 0,063 = 4,25 \text{ т.} \quad (4.1)$$

б) Монтажная высота подъема крюка:

$$H_к = h_0 + h_з + h_ф + h_с = 15,72 + 0,3 + 1,3 + 6 = 23,32 \text{ м,} \quad (4.2)$$

где $h_0 = 15,72 \text{ м}$ – наибольшая высота колонны;

$h_з = 0,3 \text{ м}$ – запас по высоте;

$h_ф = 1,3 \text{ м}$ – высота фермы;

$h_с = 6 \text{ м}$ – высота стропа.

в) Требуемый вылет крюка:

Для определения вылета крюка, длины основной стрелы и длины гуська используем графический метод (рисунок 4.1). Порядок построения чертежа:

– в масштабе вычерчиваем поперечный контур здания (высота здания 17,33 м, ширина 24 м), получаем точки ABCD;

– определяем положение точки E на расстоянии 1 м по вертикали и горизонтали от крайней точки контура (от точки C);

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		114

- определяем положение оси М-Н: 2 м от уровня стоянки крана (земли);
- через точку Е под углом 83 градуса к оси М-Н проводим прямую ЕК до пересечения с прямой, проходящей через центр тяжести самого удаленного элемента от крана (точка Р);
- определяем положение оси вращения крана 0-0 (на оси М-Н по горизонтали от точки К откладываем 1,5 м), получаем точку Т на уровне стоянки крана;
- в треугольник FPK на высоте, равной требуемой высоте подъема крюка, вписываем горизонтальный отрезок (гусёк);
- измеряем в масштабе длины линий: АТ; SL; LK. Получаем соответственно длину основной стрелы крана $L_c = 21,48$ м; длину гуська $L_e = 24,39$ м; вылет крюка $L = 28,5$ м.

В результате для монтажа объекта принимаем гусеничный кран Liebherr LR1100 – грузоподъемность 6,1 т при длине основной стрелы 23 м и длине удлинителя 35 м, вылет крюка равен 38 м.

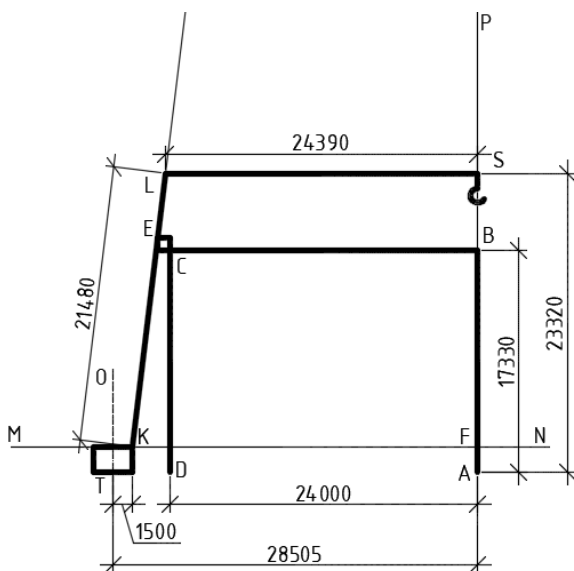


Рисунок 4.1 – Подбор стрелового крана графическим методом

4.2.2 Привязка стрелового крана к зданию

Минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания

$$B = R_{нов} + n = 4,7 + 1 = 5,7 \text{ м}, \quad (4.3)$$

где $R_{нов} = 4,7$ м – наибольший радиус поворотной части;

$n = 1$ м – габарит приближения.

Принимаем расстояние от оси движения крана до здания 5,7 м.

4.2.3 Зоны действия крана

При размещении строительных кранов следует выявить зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

В целях благоприятных условий действующие нормативы предусматривают различные зоны: монтажную, обслуживания краном, опасные зоны работы крана.

Монтажная зона – пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Граница опасной зоны от падения предмета со здания определяется по формуле

$$R_{\text{монт.з.}} = L_2 + X, \quad (4.4)$$

где L_2 – наибольший габарит перемещаемого груза, м;

X – минимальное расстояние отлета груза, м.

Расстояние отлета груза зависит от высоты здания. При высоте здания до 20 м минимальное расстояние отлета падающего груза принимается равным 5 м. Самым большим грузом, который может упасть со здания, является профилированный лист с наибольшим габаритным размером в 6 м.

Определяем радиус монтажной зоны по формуле (4.4)

$$R_{\text{монт.з.}} = 6 + 5 = 11 \text{ м.}$$

Зона обслуживания краном, или рабочая зона, – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана. Данная зона равна максимальному вылету стрелы крана равному $R_p = 38 \text{ м}$.

Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания, определяется по формуле

$$R_{\text{опас.з.}} = R_p + 0,5 \cdot B_2 + L_2 + X, \quad (4.5)$$

где R_p – максимальный вылет крюка, м;

B_2 – наименьший габарит перемещаемого груза, м;

L_2 – наибольший габарит перемещаемого груза, м;

X – минимальное расстояние отлета груза, перемещаемого краном, м, зависит от высоты здания: при высоте возможного падения до 20 м – $X = 7 \text{ м}$.

Радиус опасной зоны вокруг здания по формуле (4.5) равен

$$R_{\text{опас.з.}} = 38 + 0,5 \cdot 1,2 + 6 + 7 = 51,6 \text{ м.}$$

4.2.4 Расчет численности персонала

В списочный состав работающих на строительной площадке включены рабочие, принимающие непосредственное участие в строительном процессе, а также в транспортных и обслуживающих хозяйствах. Основанием для расчета состава персонала строительства является общий график движения рабочих. Максимальная численность рабочих (определяется по календарному графику) составляет 85% от общей численности персонала, занятого на строительстве в смену.

Численность служащих, инженерно-технических работников и младшего рабочего персонала принимаем соответственно 2%, 8% и 5% от общего количества рабочих, занятого в строительстве в смену.

Общая численность персонала, занятого на строительстве, определяется по формуле

$$N_{\text{общ}} = \frac{N_{\text{max}} \cdot 100}{85}, \quad (4.6)$$

где N_{max} – максимальная численность рабочих по календарному графику, чел.

Численность инженерно-технических работников определяется по формуле

$$N_{\text{ИТР}} = N_{\text{общ}} \cdot 0,08. \quad (4.7)$$

Численность служащих определяется по формуле

$$N_{\text{служ}} = N_{\text{общ}} \cdot 0,02. \quad (4.8)$$

Численность младшего обслуживающего персонала определяется по формуле

$$N_{\text{МОП}} = N_{\text{общ}} \cdot 0,05. \quad (4.9)$$

Итоговая численность персонала, занятого на строительстве, находится по формуле

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		117

$$N_{итог} = N_{общ} + N_{ИТР} + N_{служ} + N_{МОП}. \quad (4.10)$$

Максимальная численность рабочих по календарному графику принимается равной $N_{\max} = 50 \text{ чел}$, подставим данное значение в формулу (4.6) и получим

$$N_{общ} = \frac{N_{\max} \cdot 100}{85} = \frac{50 \cdot 100}{85} = 59 \text{ чел}.$$

Найдем численность ИТР, служащих, МОП по формулам (4.7-4.9)

$$N_{ИТР} = N_{общ} \cdot 0,08 = 59 \cdot 0,08 = 5 \text{ чел};$$

$$N_{служ} = N_{общ} \cdot 0,02 = 59 \cdot 0,02 = 1 \text{ чел};$$

$$N_{МОП} = N_{общ} \cdot 0,05 = 59 \cdot 0,05 = 3 \text{ чел}.$$

Подставляем полученные данные в формулу (4.10) и получаем

$$N_{итог} = N_{общ} + N_{ИТР} + N_{служ} + N_{МОП} = 59 + 5 + 1 + 3 = 68 \text{ чел}.$$

4.2.5 Потребность во временных зданиях и сооружениях

Временные здания и сооружения возводятся только на период строительства, поэтому их объем должен быть минимальным. В качестве временных зданий и сооружений устанавливаются передвижные инвентарные здания и сооружения. По назначению делят на производственные, складские, административные, санитарно-бытовые, жилые и общественные.

Площадь конкретного помещения F определяется по формуле

$$F = f \cdot N, \quad (4.11)$$

где f – площадь на одного человека, м^2 ;

N – количество работников, пользующихся данным типом помещения, чел .

Расчет требуемых площадей временных зданий и сооружений приведен в таблицах 4.2 и 4.3.

Таблица 4.2 – Экспликация временных зданий и сооружений

№	Наименование помещения	Кол-во чел.	Площадь, м ²		Принятый тип бытового помещения	Площадь, м ²		Кол-во зданий	
			На одного чел.	Расчетная		Одного здания	Всех зданий		
1	Гардеробная	68	0,9	60,9	1129-020	15,5	62	4	
2	Умывальная	68	0,05	16,9	ГОССД-6	24	24	1	
3	Душевая	68	0,2						
4	Сушильная	68	0,2	24,4	420-04-10	29,5	29,5	1	
5	Помещение для обогрева	68	0,16						
6	Помещения для отдыха и приема пищи	68	0,16	10,8	4078	18	18	1	
7	Прорабская	5	4,8	22,6	420-01-03	23	23	1	
8	Туалет женский	10	2 очка на 30 чел.	1 очко	биотуалет	1,56	1,56	1	
9	Туалет мужской	58	2 очка на 70 чел.	2 очка	биотуалет	1,56	3,12	2	
10	Столовая	68	1 место на 4 чел.	17 мест	420-04-33 (на 10 мест)	32,4	64,8	2	
11	Помещение для личной гигиены женщин	10	0,18	1,8	Э420-02	8,4	8,4	1	
Итого							234,4		

Общая площадь участка для бытового городка составит 234,4 м².

Таблица 4.3 – Потребность в инвентарных зданиях производственного назначения

Номенклатура инвентарных зданий	Единица измерения	Нормативный показатель на 1 млн СМР	Расчетный показатель
Ремонтно-механическая	м ²	30	30,93
Авторемонтная	м ²	67	69,08
Арматурная	м ²	12	12,37
Санитарно-техническая	м ²	20	20,62
Электротехническая	м ²	20	20,62
Плотничная	м ²	23	23,71
Итого			177,3

Общая площадь участка для мастерских составит 177,3 м².

4.2.6 Проектирование временных дорог и подъездов

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане обеспечивает подъезд в зону действия монтажного крана и погрузо-разгрузочных механизмов, к складам, мастерским, бытовым помещениям.

При трассировке дороги должны соблюдаться минимальные расстояния:

– между дорогой и складской площадкой – 1 м;

– между дорогой и ограждением строительной площадки – 1,5 м.

На стройгенплане отмечены въезды и выезды транспорта, направление движения, стоянки при разгрузке, ограничение скорости.

Ширина проезжей части однополосных дорог – 3,5 м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м. Радиусы закругления дорог – 12 м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 до 5 м.

Конструкция временной дороги – естественная грунтовая профилированная дорога.

4.2.7 Проектирование площадок для складирования материалов

Приобъектные склады организованы для временного хранения материалов, полуфабрикатов, изделий, конструкций и оборудования.

Запас хранения материалов определяется исходя из принятого темпа работ (продолжительности выполнения работ) и потребности на определенную конструктивно-технологическую часть здания (этаж).

Приобъектный склад строящегося здания проектируется из расчета хранения на нём нормативного запаса $P_{скл}$ по формуле

$$P_{скл} = \frac{P_0}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.12)$$

где P_0 – количество материалов, конструкций и изделий, необходимых для выполнения работ в расчётный период (m^2 , m^3 , *шт.* и т.д.), принимаемое по ведомости потребности в основных материалах, конструкциях, изделиях;

T – продолжительность расчётного периода, *дн.*, определяемая по календарному плану строительства или ведомости объёмов СМР;

T_n – норма запаса материала, *дн.*;

K_1 – коэффициент учёта неравномерности поставки материалов на склад, зависящий от вида транспорта (для железнодорожного и автомобильного он равен 1,1; для водного – 1,2);

K_2 – коэффициент учёта неравномерности потребления материалов равный 1,3.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

Площадь склада для основных материалов и изделий S_{TP} находят по формуле

$$S_{TP} = P_{скл} \cdot q, \quad (4.13)$$

где $P_{скл}$ – расчётный запас материала ($m^2, m^3, шт.$);

q – норма складирования на $1 m^2$ площади пола с учётом проездов и проходов.

В таблице 4.4 представлен расчет площади складов.

Таблица 4.4 – Расчет площади приобъектного склада

Материалы и изделия	Время использования материала, дни	Потребность P_0 / T	Коэффициенты $K_1 \cdot K_2$	Запас материалов T_n , дни	Расчетный запас материалов, $P_{скл}$	Площадь склада S_{mp}, m^2	Фактическая складская площадь на стройгенплане, m^2
Стальные конструкции	114	6,04	1,43	5	43,15	53,94	54
Арматура	119	1,86	1,43	5	13,28	16,6	17
Щиты опалубки	119	4,87	1,43	5	34,73	43,41	44
Кирпичи на поддонах	43	9,77	1,43	5	69,84	153,64	154
Итого							269

Для хранения оконных и дверных блоков, отделочных материалов можно задействовать первый этаж здания. Кроме того, после возведения каркаса здания возможно использование площади складов для хранения необходимых для дальнейшего строительства материалов.

4.2.8 Временное водоснабжение и канализация

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

При проектировании временного водоснабжения необходимо определить потребность в воде, выбрать источник водоснабжения, наметить схему, рассчитать диаметры трубопроводов, привязать трассу и сооружения на стройгенплане.

Потребность в воде подсчитывают, исходя из принятых методов производства работ, объемов и сроков выполнения. Расчет производят на период строительства с максимальным водопотреблением.

Суммарный расход воды определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{маш}} + Q_{\text{хоз-быт}} + Q_{\text{пож}} \quad (4.14)$$

Расход воды на производственные нужды

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sum \frac{V \cdot q_1 \cdot K_4}{t \cdot 3600} = 1,2 \cdot 5,28 = 6,34, \quad (4.15)$$

где q_1 – удельный расход воды на единицу объема работ, л;
 V – объем СМР, м^3 ;
 K_4 – коэффициент часовой неравномерности водоснабжения;
 t – количество часов потребления в смену, ч.

Расход воды на машины для охлаждения двигателей ведется по формуле

$$Q_{\text{маш}} = W \cdot q_2 \cdot K_4 / 3600 = 4 \cdot 400 \cdot 2 / 3600 = 0,89 \text{ л/с}, \quad (4.16)$$

где W – количество машин, шт.;

q_2 – норма удельного расхода воды на соответствующий измеритель (для грузовых машин – 400-700 л), л;

K_4 – коэффициент часовой неравномерности потребления воды для данного вида потребителей (для транспорта – 2).

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды

$$Q_{\text{хоз-быт}} = Q_{\text{хоз-пит}} + Q_{\text{душ}} = 0,17 + 0,33 = 0,5 \text{ л/с}, \quad (4.17)$$

$$\text{где } Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{q_3 \cdot N_{\text{max}}^{\text{см}} \cdot K_4}{8 \cdot 3600} = \frac{25 \cdot 68 \cdot 2,8}{8 \cdot 3600} = 0,17 \text{ л/с}, \quad (4.18)$$

q_3 – норма расхода воды на хозяйственно-питьевые нужды на 1-го человека в смену, л;

$N_{\text{max}}^{\text{см}}$ – максимальное количество работающих в смену, чел.;

K_4 – коэффициент часовой неравномерности для данной группы потребителей.

$$Q_{\text{душ}} = \frac{q_4 \cdot N_{\text{max}}^{\text{см}} \cdot K_n}{t_{\text{душ}} \cdot 3600} = \frac{30 \cdot 68 \cdot 0,35}{0,6 \cdot 3600} = 0,33 \text{ л/с}, \quad (4.19)$$

где q_4 – норма удельного расхода воды на 1 пользующегося душем, равная 30 л;

K_n – коэффициент, учитывающий число пользующихся душем (0,3-0,4);
 $t_{душ}$ – продолжительность пользования душем (0,5-0,7 ч).

Расход воды для противопожарных целей определяют из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 5 л/с на каждую струю.

Отсюда для небольших объектов с площадью приобъектной территории до 10 га включительно расход воды составляет $Q_{пож} = 20$ л/с.

Ввиду того, что во время пожара резко сокращается или приостанавливается полностью использование воды на производственные и хозяйственные нужды, ее расчетный расход принимают равным

$$\begin{aligned} Q_{расч} &= Q_{пож} + 0,5 \cdot (Q_{пр} + Q_{маши} + Q_{хоз-быт}) = \\ &= 20 + 0,5 \cdot (6,34 + 0,89 + 0,5) = 23,87 \text{ л/с.} \end{aligned} \quad (4.20)$$

По расчетному расходу воды определяют диаметр магистрального ввода временного водопровода

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{Q_{расч}}{\pi \cdot v}} = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{23,87}{3,14 \cdot 1,5}} = 142,4 \text{ мм}, \quad (4.21)$$

где $Q_{расч}$ – расчетный расход воды, л;

v – скорость воды в трубах, м/с, (для труб большого диаметра 1,5-2 м/с).

Принимаем по сортаменту трубопровод диаметром $\varnothing = 150$ мм.

Источниками водоснабжения являются существующие водопроводы с устройством дополнительных временных сооружений, постоянные водопроводы, сооружаемые в подготовительный период, и самостоятельные временные источники водоснабжения. Временное водоснабжение представляет собой объединенную систему, удовлетворяющую производственные, хозяйственные, противопожарные нужды, в отдельных случаях выделяют питьевой водой.

При создании временной сети обязателен учет возможности последовательного наращивания и перекладки трубопроводов по мере развития строительства. Сети временного водопровода устраиваем по тупиковой схеме.

4.2.9 Временное теплоснабжение

На строительной площадке тепло в виде пара, горячей воды и горячего воздуха расходуется в зимний период для оттаивания мерзлых грунтов, подогрева воды и песка, приготовления бетонных смесей и растворов, прогревания паром бетонных конструкций, обогрева тепляков,

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

производственных, хозяйственных и административно-бытовых временных зданий.

Проектирование теплоснабжения производится в следующей последовательности:

- рассчитывают потребность в тепле по отдельным потребителям и общую;
- определяют источники снабжения теплом и устанавливают потребность в топливе;
- проектируют трассу теплопроводов;
- подбирают агрегаты и приборы для отопления, сушки, подогрева, подачи пара и т.п.

Общую потребность в тепле ($Q_{общ}^m$) находят суммированием расхода по отдельным потребителям

$$Q_{общ}^m = (Q_{от} + Q_{техн}) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.22)$$

где $Q_{от}$ – количество тепла для отопления зданий, *кДж*;

$Q_{техн}$ – количество тепла на технологические нужды, *кДж*;

K_1 – коэффициент неучтенных расходов;

K_2 – коэффициент потерь в сети.

Ориентировочно K_1 и K_2 принимают равными 1,15-1,2.

Расход тепла для отопления зданий и тепляков определяют по формуле

$$Q_{от} = V_{зд} \cdot q \cdot \alpha \cdot (t_в - t_н), \quad (4.23)$$

где $V_{зд}$ – объем здания по наружному обмеру, *м³*;

q – удельная тепловая характеристика здания, *кДж/м³·град*;

α – коэффициент, зависящий от расчетных температур наружного воздуха;

$t_н$ – расчетная температура наружного воздуха, *град.*;

$t_в$ – температура воздуха в помещении, *град.*

Подставляем данные в формулу (4.23) и получаем

$$Q_{от} = 78068 \cdot 2,5 \cdot 1 \cdot (37 - 20) = 3317890 \text{ кДж.}$$

Источниками временного теплоснабжения являются как правило существующие и проектируемые постоянные теплосети районных котельных, предприятий или ТЭЦ.

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

4.2.10 Временное электроснабжение и освещение

Электроэнергия на строительной площадке расходуется на производственные силовые потребители (краны, подъемники, транспортеры, сварочные аппараты, электроинструменты, электрооборудование подсобных производств), внутреннее и наружное освещение.

Расчет мощностей, необходимый для обеспечения строительной площадки электроэнергией, рассчитывается по формуле

$$P = \alpha \cdot \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_t}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{ов} + \sum K_4 \cdot P_n \right), \quad (4.24)$$

где P – расчетная нагрузка потребителей, *кВт*;

α - коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности, сечения (1,05 – 1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением по времени их работы, принимаются по справочникам;

P_c - мощности силовых потребителей, *кВт*;

P_t - мощности, требуемые для технологических нужд, *кВт*;

$P_{ов}$ – мощности, требуемые для наружного освещения, *кВт*;

$\cos \varphi$ - коэффициент мощности в сети.

Расчет потребности в электроэнергии приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Электроснабжение строительной площадки

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на ед. изм., <i>кВт</i>	Коэф. спроса K_c	Коэф. мощности в сети, $\cos \varphi$	Требуемая мощность, <i>кВт</i>
Сварочный аппарат	шт.	2	25	0,35	0,7	25
Вибратор С-413	шт.	2	1	0,1	0,4	0,5
Установка для приема раствора	шт.	1	4	0,6	0,7	3,43
Административные и бытовые помещения	м ²	234,4	0,15	0,8	-	28,13
Территория строительства	100 м ²	369,95	0,2	1	-	73,99
Охранное освещение	шт.	26	1,5	1	-	39
Освещение главных проходов и проездов	км	0,885	5	1	-	4,42
Итого						173,97

Общая нагрузка по установленной мощности составит

$$P = 1,1 \cdot 173,97 = 191,37 \text{ кВт.}$$

Определим количество прожекторов по формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot s}{P_{л}} = \frac{0,3 \cdot 3,5 \cdot 36995,3}{1500} = 25,9, \quad (4.25)$$

где P – удельная мощность, $Вт/м^2$, (прожектор ПЗС-45 $P = 0,3$);

E – освещенность (охранное $E = 3,5$);

s – размеры площадки, подлежащей освещению, $м^2$;

$P_{л}$ – мощность лампы прожектора, $Вт$, (ПЗС-45 $P_{л} = 1500 \text{ Вт}$).

Принимаем 26 прожекторов.

Определим шаг, с которым будут располагаться прожекторы по формуле

$$l = \frac{L}{n} = \frac{845,26}{26} = 32,51 \text{ м.} \quad (4.26)$$

где L – периметр ограждения стройплощадки, $м$.

4.2.11 Потребность в сжатом воздухе, кислороде и ацетилене

Сжатый воздух на строящемся объекте используют для работы пневматического оборудования и инструментов, а также для пневмотранспортирования растворов и пылевидных строительных материалов. Кислород и ацетилен применяют для сварочных работ.

Расчет расхода сжатого воздуха приведен в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Расчет расхода сжатого воздуха

Работы, аппараты и инструменты	Расход сжатого воздуха, $м^3/мин$	Количество однородных механизмов, <i>шт.</i>	Коэффициент одновременности работы	Потребность в сжатом воздухе, $м^3/мин$
Оштукатуривание поверхностей с применением пневмотранспортировки раствора	1	6	0,75	4,5
Вибраторы наружные	0,9	8	0,7	5,04
Итого				9,54

Потребность в сжатом воздухе, $м^3/мин$, определяют по формуле

$$Q_{сж} = 1,1 \cdot \sum q_i \cdot n_i \cdot K_i = 1,1 \cdot 9,54 = 10,49 м^3 / мин, \quad (4.27)$$

где q_i – расход сжатого воздуха соответствующим механизмом, $м^3/мин$, который принимают по справочным или паспортным данным;

n_i – количество однородных механизмов, *шт.*;

K_i – коэффициент, учитывающий одновременность работы однородных механизмов.

Обычно потребность в сжатом воздухе удовлетворяется передвижными компрессорами, оборудованными комплектом гибких шлангов диаметром 20–40 мм и имеющими производительность 3–9 $м^3/мин$, а на крупных стройках – стационарными компрессорными установками.

Кислород и ацетилен поставляют в стальных баллонах и хранят на складах, защищая баллоны от перегрева, либо применяют передвижные кислородные и ацетиленовые установки.

4.2.12 Техничко-экономические показатели

1. Площадь территории строительной площадки – 36995,3 $м^2$;
2. Площадь под постоянными сооружениями – 7048,93 $м^2$;
3. Площадь под временными зданиями – 411,7 $м^2$;
4. Площадь открытого склада – 269 $м^2$;
5. Протяженность временных дорог – 884,53 м;
6. Протяженность временных электросетей – 562,86 м;
7. Протяженность временного водопровода – 448,12 м;
8. Протяженность временных теплосетей – 331,46 м;
9. Протяженность временной канализации – 357,64 м;
10. Протяженность ограждения строительной площадки – 853 м;
11. Нормативная продолжительность строительства – 540 дней;
12. Плановая продолжительность строительства – 477 дней.

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		127

5 Технология строительного производства

Технологическая карта на устройство конструкций покрытия с консольным вылетом в Центре авиаподготовки г. Красноярск.

5.1 Область применения

Данная технологическая карта разработана на устройство конструкций покрытия с консольным вылетом авиационного учебного центра.

Технологическая карта предназначена для нового строительства.

Перечень работ, рассматриваемых в технологической карте:

- укрупнительная сборка стальных конструкций;
- монтаж пилона;
- монтаж укрупненных блоков конструкции покрытия и временных опор;
- сварка стальных конструкций;
- натяжение вант;
- демонтаж временных опор.

В технологической карте предусмотрено выполнение работ в 2 смены.

5.2 Общие положения

Технологическая карта разработана в соответствии со следующими нормативными документами:

- МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СП 12-135-2003 «Безопасность труда в строительстве»;
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства».

Производство работ – устройство покрытия из стальных круглых труб с консольным вылетом, вид работ – монтажные.

5.3 Организация и технология выполнения работ

Все работы по устройству покрытия делятся на подготовительные, основные и заключительные.

Подготовительные работы

До начала производства работ по монтажу блоков покрытия необходимо:

- пространство, в котором будут вестись основные работы, необходимо освободить от инвентаря, приспособлений и неиспользованных строительных материалов;

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

- очистить основания колонн, на которые будут устанавливаться укрупненные блоки покрытия, от мусора, наледи, снега (в зимнее время);
- фундамент под колоннами должен быть забетонирован, прочность бетона не менее 40% от проектной;
- доставлены и заскладированы на строительной площадке в зоне действия гусеничного крана в достаточном количестве элементы стальных конструкций;
- подготовлены к работе необходимые приспособления, инвентарь, средства индивидуальной защиты рабочих, средства подмащивания и рабочие инструменты.

Основные работы

Монтаж стальных конструкций покрытия необходимо осуществлять в соответствии с требованиями гл. 4 СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-2012.

Конструкции, поставляемые на монтаж, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов и рабочих чертежей марок КМ.

Деформированные конструкции следует выправить. Правка может быть выполнена без нагрева поврежденного элемента (холодная правка) либо с предварительным нагревом (правка в горячем состоянии) термическим или термомеханическим методом. Холодная правка допускается только для плавно деформированных элементов.

При производстве монтажных работ запрещаются ударные воздействия на сварные конструкции из сталей:

- с пределом текучести 390 МПа и менее – при температуре ниже минус 10°С;
- с пределом текучести свыше 390 – при температуре ниже 0°С.

Все поступающие на стройку стальные элементы конструкции покрытия должны быть предварительно покрыты антикоррозийным покрытием. Иначе они не допускаются к приемке на строительную площадку. Необходимо выполнить проверку всех элементов на нарушение целостности антикоррозийного покрытия. Если нарушения незначительны, допускается дополнительная обработка элементов противокоррозионным составом непосредственно на строительной площадке. При значительных нарушениях целостности защитного покрытия элементы так же не допускаются к приемке.

На монтажную площадку конструкции стальных ферм поступают в виде элементов длиной до 12 м и до подъема должны быть укрупнены в монтажные элементы на складе или у места подъема. Укрупняют фермы в вертикальном положении в кассетах. Укрупнительная сборка блоков покрытий производится на месте подъема или вблизи строящегося объекта на выверенных опорах. На каждый собранный блок составляется геодезическая исполнительная схема.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		129

При укрупнительной сборке блоков следует строго следить за установкой элементов в соответствии с монтажной схемой, так как замена на элемент даже большего сечения, чем в проекте, может привести при эксплуатации здания к аварийной ситуации.

Для подъема укрупненных блоков применяют гусеничный кран. Стропуют блоки в узлах верхнего пояса с помощью универсальных стропов.

При подъеме ферм пространственными укрупненными блоками заранее устанавливаются все предусмотренные проектом связи, а также распорки и стойки.

Перед подъемом блока покрытия очищают от ржавчины и грязи отверстия опорных площадок. На верхнем поясе фермы монтажники устанавливают временную распорку и навесные люльки. По концам блока прикрепляют оттяжки из пенькового каната, чтобы удерживать блок от раскачивания при подъеме. Между боковыми стойками фермы натягивают стальной страховочный канат, к которому монтажники крепят карабины предохранительных поясов. Такая страховка позволяет монтажнику безопасно перемещаться по нижнему поясу фермы.

Блок покрытия необходимо строповать в четырех узлах верхнего пояса. До подъема блока монтажники проверяют надежность грузозахватных приспособлений, правильность строповки и равномерность натяжения стропов. При подъеме и установке блока участвует звено из пяти человек. Два монтажника с помощью пеньковых оттяжек удерживают блок от раскачивания. При подъеме блоков в проектное положение монтажными механизмами необходимо обеспечивать его горизонтальность, не допуская перекоса блока.

На место установки блок направляют монтажники, находящиеся в люльках у его опорных узлов. Два монтажника в это время, поднявшись на ранее установленную ферму, с помощью каната поднимают распорку и закрепляют ее. Работу на высоте монтажники выполняют, прикрепившись карабином монтажного пояса к страховочному канату.

До подъема блоков устанавливаются опорные конструкции с последующей их выверкой и закреплением по проекту. Для временного опирания используются временные опоры МИК-С. При установке на колонны устойчивость жестких блоков покрытия обеспечивается наличием связей (прогонов).

Расстроповку следует выполнять после прочного закрепления блока в соответствии с проектным положением. Монтаж конструкции покрытия крупными блоками наиболее рационален.

Несущие и стабилизирующие ванты из стальных канатов изготавливаются, как правило, на заводе и поставляются на монтажную площадку в бухтах или на барабанах. Каждая партия указанных элементов должна быть испытана и снабжена паспортом завода-изготовителя.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		130

При диаметре каната свыше 42 мм рекомендуется диаметр бухты не менее 3,5 м.

При изготовлении несущих и стабилизирующих вант и элементов вантовых ферм на монтажной площадке необходимо стальные канаты предварительно вытянуть на усилие, если оно не указано в проекте покрытия, равное 0,6 разрывного усилия каната, с выдержкой в течение 20 минут.

Предварительное напряжение гибких элементов следует выполнять этапами:

- напряжение до 50% проектного с выдержкой в течение 10 минут для осмотра и контрольных замеров;
- напряжение до 100% проектного.

Предельные отклонения напряжений на обоих этапах $\pm 5\%$.

Контроль напряжения конструкций, выполненного методом предварительного выгиба (поддомкрачивание, изменение положения опор и др.), необходимо осуществлять нивелированием положения опор и геометрической формы конструкций.

Величину предварительного напряжения конструкций и результаты ее контроля необходимо регистрировать в журнале монтажных работ.

Изготовленные в монтажных условиях канатные элементы подаются в зону действия монтажного крана без сворачивания.

После полного окончания монтажа вантового покрытия производится натяжение (преднапряжение) его элементов с последующим геодезическим контролем формы покрытия. Места контроля и предельные отклонения указываются в проекте сооружения.

По завершении натяжения вантовых канатов и устройства конструкции покрытия временные опоры демонтируются.

Заключительные работы

После завершения основных работ необходимо очистить рабочее пространство от строительного мусора, убрать технологическое оборудование, инвентарь, оснастку и инструменты.

Исполнительная и техническая документация на выполненные работы передаётся подрядчику.

5.4 Требования к качеству работ

Контроль и оценку качества работ выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

- СП 48.13330.2011 «Организация строительства»;
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		131

– ГОСТ 26433.2-94 «Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений».

Производственный контроль качества строительства выполняется исполнителем работ и включает в себя:

- входной контроль проектной документации;
- приемку вынесенной на площадке геодезической разбивочной основы;
- входной контроль применяемых материалов, изделий и сборных конструкций;
- операционный контроль в процессе выполнения и по завершении операций;
- оценку соответствия выполненных скрытых работ, результаты которых становятся недоступными для контроля после начала выполнения последующих работ.

При входном контроле стальных труб необходимо:

- проверить наличие сертификатов и требуемых в них данных (изготовитель, группа поставки, марка стали, профиль, размеры, масса и номер партии);
- проверить качество стальных конструкций (выявление повреждений при транспортировке труб), провести необходимые замеры.

При операционном контроле качества монтажных работ необходимо контролировать:

- соблюдение порядка и технологии выполнения работ;
- надежность закрепления стропуемых элементов;
- установку конструкций покрытия в проектное положение;
- надежность закрепления временных опор;
- точность и надежность сварных и болтовых соединений;
- качество стыков.

Операционный контроль выполняется мастером.

Основные данные и параметры операционного контроля представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Операционный контроль технологического процесса

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
Подготовительные работы к монтажу	Правильность складирования конструкций, наличие сертификатов качества, комплектность конструкций, наличие внешних дефектов	Кромки под сварку должны быть зачищены на ширину не менее 20 мм, соответствие элементов конструкций проекту	Визуальный, стальная рулетка

Окончание таблицы 5.1

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
Подготовка мест установки	Отметка опорных площадок колонн, нанесение разбивочных осей и рисков на опорные площадки	Смещение осей колонн и опор относительно разбивочных осей в опорном сечении ± 5 мм	Теодолит, стальной метр и рулетка
Укрупнительная сборка	Соответствие технологии сборки проекту производства работ, смещение элементов фермы в опорных узлах, соответствие размеров ферм проекту	Расстояние по ширине блока ± 5 мм, по длине ± 7 мм, по диагонали ± 10 мм	Теодолит, стальной метр и рулетка
Подача конструкции в монтаж	Строповка конструкции, перемещение конструкции в проектное положение	Необходимые зазоры выдержаны, зазоры не должны превышать допустимые 2-3 мм	Визуальный, измерительный, рулетка, линейка
Установка блоков	Соответствие технологии монтажа проекту производства работ, отклонения от центров опорных площадок, правильность установки блока	Отклонения отметок опорных поверхностей блоков от проектных ± 10 мм	Визуальный, теодолит, стальной метр и рулетка
Подготовка к сварке	Состояние стыков	Увлажненные стыки должны быть подогреты на $20-50^{\circ}\text{C}$, при температуре воздуха $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже кромки должны быть просушены путем подогрева на 50°C , температуру измерять на расстоянии 10-15 мм от стыка	Визуальный, измерительный, термометр, термокарандаши
Сварка конструкций	Соблюдение технического процесса сварки, качество сварки и сварных швов	Размеры швов должны соответствовать проектным, швы сварных соединений по окончании сварки должны быть очищены от шлака брызг, натеков металла. Швы должны иметь гладкую или равномерно-чешуйчатую поверхность; наплавляемый металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь трещин и дефектов	Визуальный, измерительный, набор ВИК

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

ДП-08.05.01 ПЗ

Лист

133

При приемочном контроле должна быть представлена следующая документация:

- исполнительные чертежи с внесенными (при их наличии) отступлениями, допущенными предприятием-изготовителем конструкций, а также монтажной организацией, согласованными с проектными организациями-разработчиками чертежей, и документы об их согласовании;
- заводские технические паспорта на стальные конструкции;
- документы (сертификаты, паспорта), удостоверяющие качество материалов, примененных при производстве строительно-монтажных работ;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки ответственных конструкций;
- исполнительные геодезические схемы положения конструкций;
- журналы работ;
- документы о контроле качества сварных соединений.

При приемке выполненных работ необходимо проверить фактическое положение смонтированных конструкций и соответствие закрепления конструкций проектным.

Предельные отклонения фактических размеров конструкции покрытия от проектных не должны превышать значений, приведенных в таблице на листе 12 графической части.

Приемочный контроль осуществляют: работники службы качества, мастер (прораб), представители технадзора заказчика.

5.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Механизация строительных и специальных строительных работ должна быть комплексной и осуществляться комплектами строительных машин, оборудования, средств малой механизации, необходимой монтажной оснастки, инвентаря и приспособлений.

Средства малой механизации, оборудование, инструмент и технологическая оснастка, необходимые для выполнения монтажных работ, должны быть скомплектованы в нормокомплекты в соответствии с технологией выполняемых работ.

Перечень основного необходимого оборудования, машин механизмов и инструментов для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 12 графической части.

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 12 графической части.

Перечень необходимых материалов и изделий для производства монтажных работ приведен в таблице на листе 12 графической части.

Доставка стальных конструкций на строительную площадку осуществляется с помощью грузового бортового автомобиля МАЗ-6312А8 грузоподъемностью 14,05 т.

Выгрузка, сортировка, подача строительных материалов, а также укрупнительная сборка и монтаж стальных конструкций выполняется стреловым гусеничным краном Liebherr LR1100. Подбор крана выполнен в пункте 4.2.1 пояснительной записки.

5.6 Техника безопасности и охрана труда

При производстве монтажных работ необходимо соблюдать требования действующих нормативных документов:

– СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;

– СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;

– СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда.

До начала работ должен быть завершен комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению безопасности выполнения работ:

– укомплектовать звенья монтажников;

– назначить ответственного руководителя работ из числа ИТР;

– провести обучение ИТР и членов бригады по технологии и безопасным методам выполнения монтажных работ;

– выполнить ограждение и электроосвещение горизонта производства работ;

– подготовить и проверить средства пожаротушения;

– установить знаки безопасности

– произвести осмотр стропов, материалов, инвентарных средств подмащивания.

Рабочие при производстве работ должны иметь удостоверения на право производства конкретного вида работ, а также пройти первичный инструктаж по технике безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-2015 «Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения».

Пожарную безопасность на строительной площадке следует обеспечивать в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 N290 «О противопожарном режиме» и ГОСТ12.1.0004-91. Все работающие должны быть проинструктированы по правилам пожарной безопасности.

Для защиты от механических воздействий монтажники обязаны использовать предоставляемые работодателем костюмы хлопчатобумажные, рукавицы с наладонниками, полусапоги кожаные на нескользящей подошве, а

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

также костюмы на утепляющей прокладке и валенки для зимнего периода года. При нахождении на территории стройплощадки монтажники должны носить защитные каски. При работе на высоте монтажники должны использовать предохранительные пояса.

В процессе монтажа конструкций монтажники должны находиться на заранее установленных и надежно закрепленных конструкциях или средствах подмащивания.

Предварительное наведение конструкции на место установки необходимо осуществлять с помощью оттяжек пенькового или капронового каната. В процессе подъема, подачи и наведения конструкции на место установки монтажникам запрещается наматывать на руку конец каната.

Монтируемые элементы следует поднимать плавно, без рывков, раскачивания и вращения. Поднимать конструкции следует в два приема: сначала на высоту 20-30 см, затем после проверки надежности строповки производить дальнейший подъем.

Перед установкой конструкции в проектное положение монтажники обязаны:

- осмотреть место установки конструкции и проверить наличие разбивочных и геометрических осей на опорной поверхности;
- приготовить необходимую оснастку для ее проектного или временного закрепления;
- проверить отсутствие людей внизу непосредственно под местом монтажа конструкции.

Запрещается нахождение людей под монтируемыми элементами до установки их в проектное положение и окончательного закрепления. Также запрещается сбрасывать с горизонта работ вниз инструменты, приспособления, рабочий инвентарь, строительные материалы и другие предметы.

Инструмент, вспомогательные приспособления и инвентарь, применяемые в работе, должны соответствовать стандартам (техническим условиям), быть удобным, прочным, безопасным для окружающих и содержаться в исправном состоянии. Поврежденные или деформированные инструменты необходимо отбраковывать.

Временное крепление монтируемых конструкций разрешается снимать только после их постоянного закрепления в соответствии с требованиями проекта.

В каждой смене должен быть обеспечен постоянный технический надзор со стороны прорабов, мастеров, бригадиров и других лиц, ответственных за безопасное ведение работ, а также должен быть осуществлен контроль за исправным состоянием лестниц, подмостей, чистотой и достаточной освещенностью рабочих мест и проходов к ним, наличием и применением предохранительных канатов и защитных касок.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		136

Запрещается:

- выполнение монтажных работ при скорости ветра 15 м/с и более, а также при гололеде, грозе или тумане, ухудшающем видимость в пределах фронта работ;
- оставлять поднятыми элементы, детали и конструкции на весу во время перерывов и по окончании работы;
- ведение электросварочных работ во время дождя, грозы и снегопада.

5.7 Техничко-экономические показатели

Калькуляция затрат труда и машинного времени приведена в таблице «Калькуляция трудовых затрат и машинного времени на устройство конструкций покрытия» на листе 12 графической части.

Основные технико-экономические показатели технологической карты на устройство конструкций покрытия представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Техничко-экономические показатели технологической карты

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1 Объем работ	т	258,85
2 Трудозатраты	чел.-см	1452,73
3 Выработка на одного рабочего в смену	т	0,18
4 Продолжительность работ	дн.	66
5 Максимальное число работающих в смену	чел.	34
6 Число смен	см.	2

6 Экономика строительства

6.1 Социально-экономическое обоснование строительства авиационного учебного центра в г. Красноярск

Красноярск – крупнейший деловой, промышленный и культурный центр Восточной Сибири, столица Красноярского края, второго по площади субъекта России.

На территории города по данным на 2020 г. проживает 1 093 771 человек. Население Красноярска во втором десятилетии XXI века характеризуется динамичным ростом, увеличиваясь как за счёт естественного, так и за счёт миграционного прироста. В результате взаимодействия этих двух факторов в 2012 году Красноярск вошёл в число городов-миллионников Российской Федерации.

В настоящее время Красноярск является самым быстрорастущим городом-миллионником. Согласно генплану, население города к 2033 году должно увеличиться до 1,3 млн человек. На рисунке 6.1 представлена диаграмма, отображающая динамику изменения численности населения. Наблюдается явный положительный рост численности.

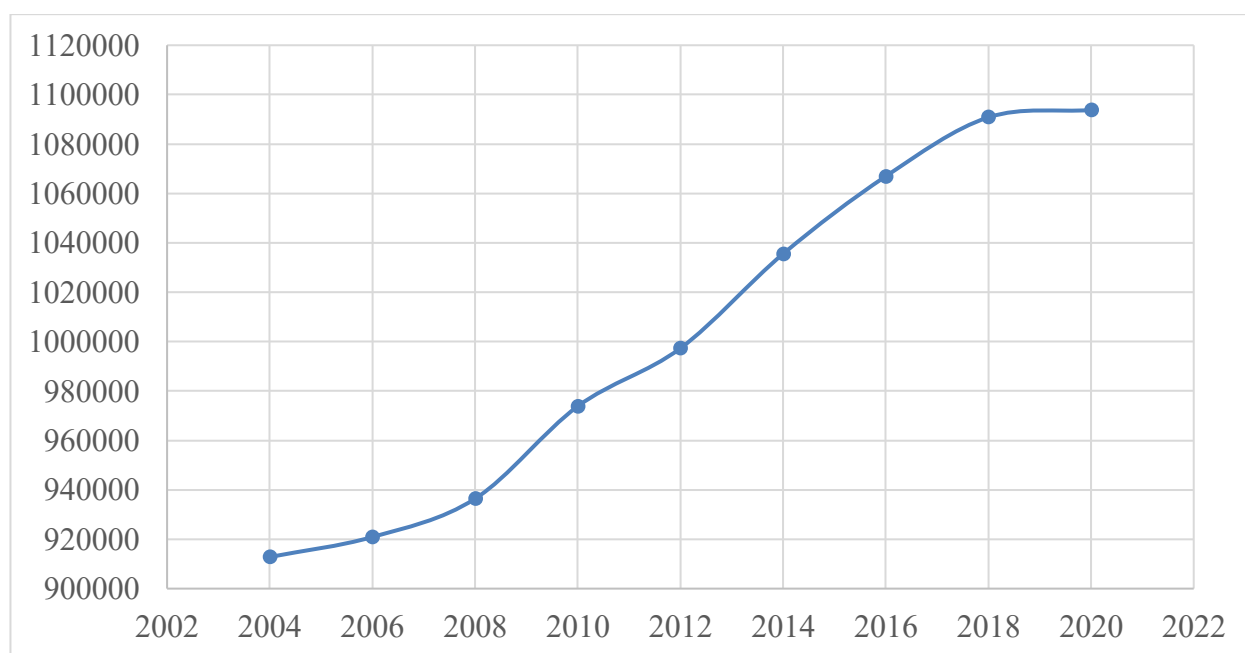


Рисунок 6.1 – Динамика изменения численности населения

Сегодня Красноярск – это современный индустриальный город с уникальной архитектурой.

Положение Красноярска на пересечении существующих и перспективных межконтинентальных трасс железнодорожного, автомобильного, воздушного и

водного транспорта обуславливает возможность развития города как крупного транспортного центра.

В Красноярске существует два аэропорта: крупнейший в Восточной Сибири аэропорт Красноярск, осуществляющий как пассажирские, так и грузовые перевозки на международных и российских авиалиниях, и аэропорт местных воздушных линий Черемшанка.

Международный аэропорт Красноярск имени Д. А. Хворостовского расположен в двадцати семи километрах северо-западнее центра города в Емельяновском районе Красноярского края. Новый пассажирский терминал аэропорта был построен специально к проведению Всемирной Зимней Универсиады-2019. Общий пассажиропоток аэропорта за последние 10 лет вырос с 1 до 2,5 млн человек. Ниже на рисунке 6.2 представлена диаграмма, показывающая рост пассажиропотока.

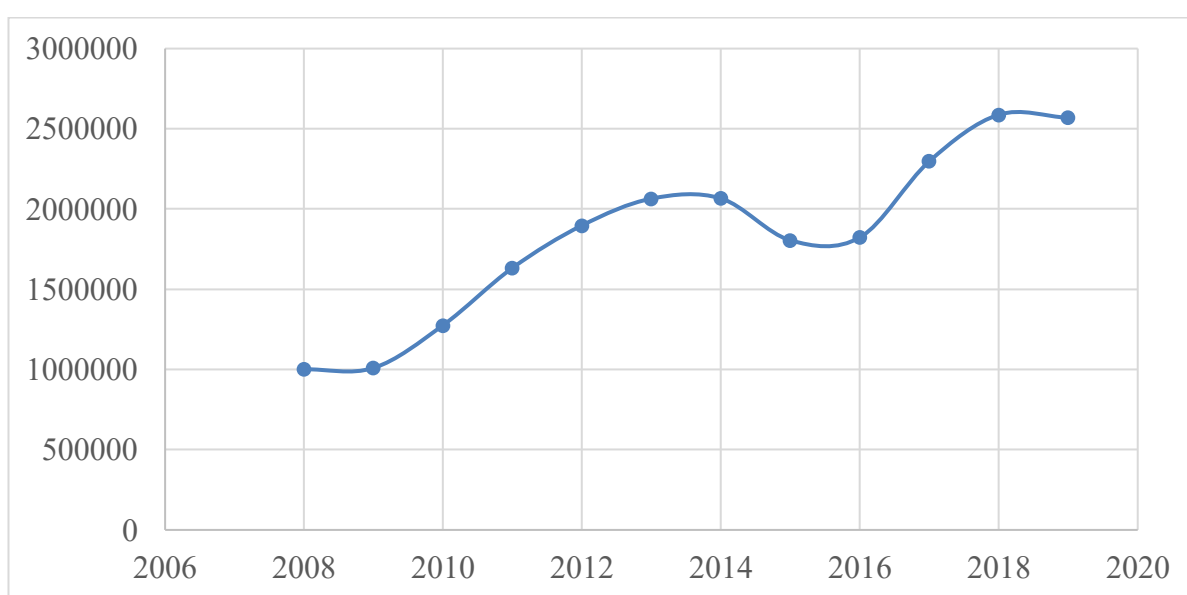


Рисунок 6.2 – Динамика роста пассажиропотока аэропорта Красноярск

Согласно приказу министерства транспорта Красноярского края от 9 января 2018 года №6/2-Н, «Об утверждении транспортной стратегии Красноярского края до 2030 года» в сфере воздушного транспорта запланированы следующие мероприятия:

1. Перспективное развитие авиатранспортного комплекса Красноярского края.
2. Реновация парка воздушных судов.
3. Реконструкция и модернизация региональных аэропортов и посадочных площадок.
4. Развитие внутрирегиональной маршрутной сети

Общий жизненно необходимый объем подтвержденных инвестиций в области воздушного транспорта составляет 32,067 млрд руб.

Воздушный транспорт города Красноярск уверенно развивается, но в Красноярском крае для подготовки специалистов в авиационной области действует только Красноярский филиал «Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации», а также частное учреждение «Школа бортпроводников». При этом выпускники получают дипломы только о среднем профессиональном образовании и зачастую вынуждены искать места для стажировки и дальнейшего обучения вдалеке от дома. Таким образом, в местной сфере авиации постепенно может возникнуть недостаток кадров.

Профильный авиационный учебный центр «КрасЭйр» был ликвидирован в 2011 году. Таким образом, в Красноярском крае отсутствует возможность получить практические навыки, которые крайне необходимы в такой сфере, как авиация.

Проанализировав «Перечень российских авиационных учебных центров, осуществляющих обучение специалистов соответствующего уровня» на сайте Министерства транспорта РФ, было установлено, что ближайшим к Красноярску учебным центром является Федеральное государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Центр подготовки и сертификации авиационного персонала» в г. Обь Новосибирской области.

В связи с существующей потребностью, было принято решение разработать проект Центра авиаподготовки в г. Красноярск на базе Международного аэропорта Красноярск имени Д. А. Хворостовского.

Данный авиационный учебный центр предполагается стать подразделением по подготовке авиационных специалистов, обеспечивающих полеты и обслуживание воздушных судов, обслуживание пассажиров и другие виды деятельности авиакомпании.

В учебном центре смогут пройти подготовку: пилоты, штурманы, бортинженеры, бортрадисты, бортпроводники, инструкторы, специалисты по авиационной безопасности, другие авиационные специалисты.

Предполагается подготовка по следующим видам программ:

- Первоначальная подготовка;
- Аварийно-спасательная подготовка;
- Тренажерная подготовка;
- Переподготовка;
- Курсы повышения квалификации.

Предлагается комплексный подход: обучение, проживание и реабилитация в оздоровительном комплексе авиакомпании, прохождение врачебно-лётной экспертной комиссии.

В Центре авиаподготовки будут располагаться 24 учебных кабинета и 6 лекционных аудиторий, оборудованных действующими стендами, авиационными приборами и агрегатами, современной аудио- и

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		140

видеоаппаратурой, компьютерами. Практические занятия предполагается проводить в симуляционных комнатах и лабораториях на тренажерах Ту-154М, Як-40 и др.

Курсы будут проводить высокопрофессиональные преподаватели и инструкторы, имеющие сертификаты Государственной службы гражданской авиации Российской Федерации.

Площадкой строительства Центра авиаподготовки выбран участок, расположенный неподалеку от здания аэропорта Красноярск. Участок находится на пустыре, вдоль которого проходит федеральная трасса 04А-300, с которой будет устроен подъезд.

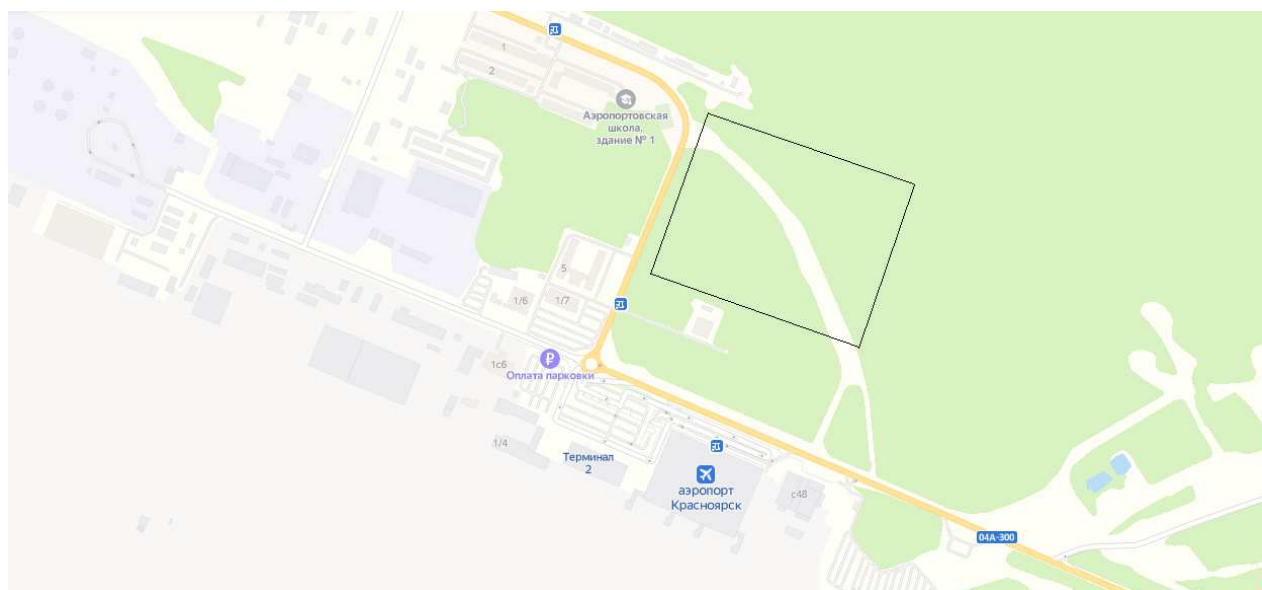


Рисунок 6.3 – Участок строительства

Данный район строительства имеет свою развитую инфраструктуру, транспортные развязки и парковки, расположен близко к аэропортам Красноярск и Черемшанка, что позволит выполнять учебные и тренировочные полеты.

Авиационная отрасль в г. Красноярск успешно развивается, поэтому можно с уверенностью сказать, что строительство авиационного учебного центра будет востребовано и позволит подготовить местные высококвалифицированные кадры.

6.2 Определение стоимости работ по устройству конструкций покрытия

Локальный сметный расчет составлен в соответствии с «Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» МДС 81-35-2004, введенной в действие Постановлением Госстроя от 05.03.04 г. № 15/1.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		141

Локальные сметные расчеты (сметы) являются первичными сметными документами и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям или по общеплощадочным работам на основе объемов, определенных при разработке рабочего проекта, рабочей документации (рабочих чертежей).

Сметная документация составлена в территориальном базисном уровне цен 2001 года, пересчитана в уровень цен I квартала 2020 года с применением индексов пересчета к СМР.

Индексы изменения сметной стоимости СМР определены согласно Письма Минстроя России от 20 марта 2020 г. № 10379-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2020 года» для прочих объектов образования в Красноярском крае, в размере: индекс изменения сметной стоимости = 7,58.

В состав сметной стоимости включены следующие лимитированные затраты:

– затраты на строительство временных зданий и сооружений, определенные согласно ГСН 81-05-01-2001 прил. 1, в размере 1,8% от СМР;

– дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время, определенные согласно ГСН 81-05-02-2007 табл. 4, п. 11.4, температурная зона – V, в размере 3% от СМР;

– резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 10%, согласно МДС 81-35.2004, п. 4.96.

Ставка по НДС принята равной 20%.

Начисление накладных расходов и сметной прибыли при составлении локальных сметных расчетов (смет) производится в конце расчета (сметы) после итога прямых затрат.

Накладные расходы и сметная прибыль учтены на основании «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» МДС 81-33.2004, «Методических указаний по определению величины сметной прибыли в строительстве» МДС 81-25.2001. Накладные расходы составляют 112% от ФОТ, сметная прибыль – 65% от ФОТ.

Локальный сметный расчет на устройство конструкций покрытия приведен в Приложении А.

6.3 Анализ локального сметного расчета на устройство конструкций покрытия

Структура локального сметного расчета по составным элементам на устройство конструкций покрытия представлена в таблице 6.1.

					ДП-08.05.01 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		142

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета на устройство конструкций покрытия по составным элементам

Элементы локального сметного расчета	Сметная стоимость, руб.	Удельный вес, %
Прямые затраты	22 739 896,57	69,73
в том числе:		
Материалы	21 277 595,49	65,25
Машины и механизмы	1 122 706,79	3,44
ОЗП	339 594,29	1,04
Накладные расходы	519 765,48	1,59
Сметная прибыль	301 649,61	0,93
Лимитированные затраты	3 614 163,84	11,08
НДС	5 435 095,10	16,67
ИТОГО	32 610 570,61	100

На рисунке 6.4 представлена структура локального сметного расчета по составным элементам в виде диаграммы.

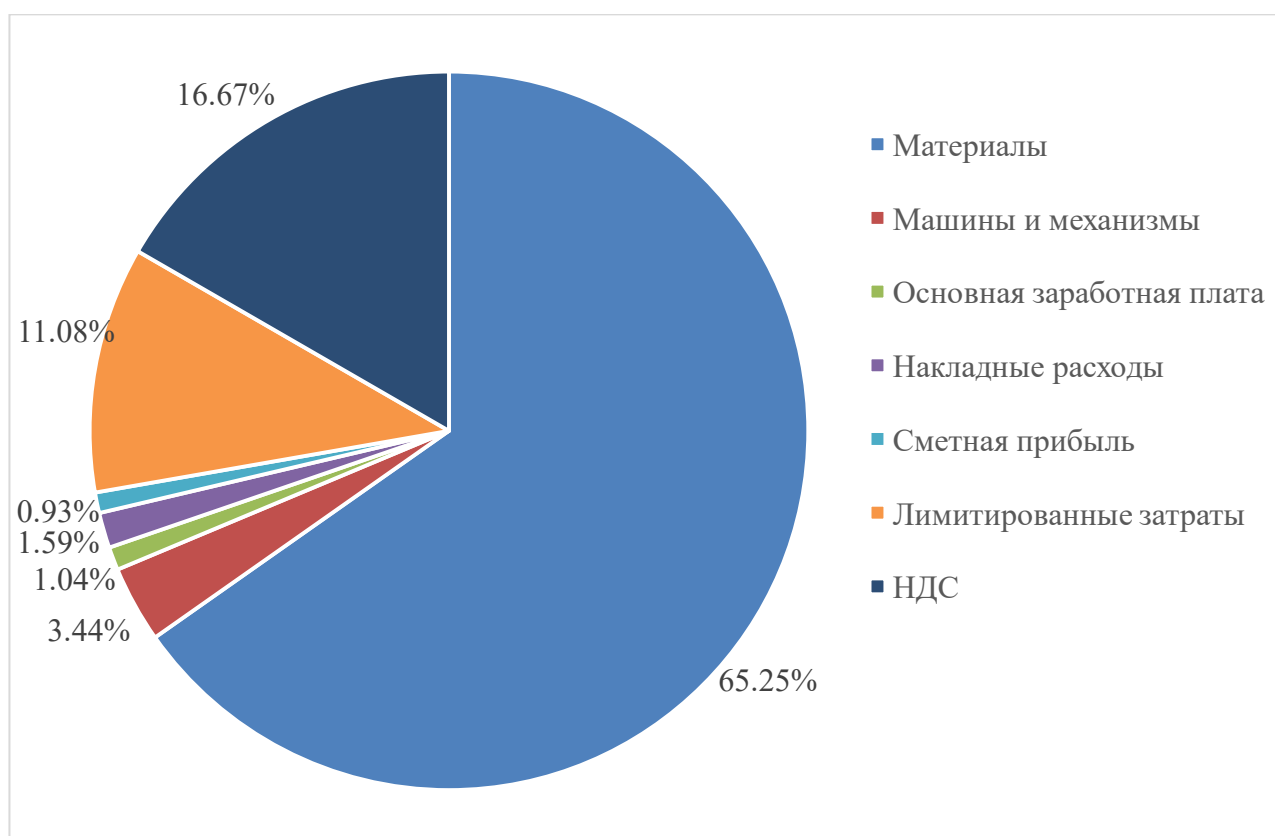


Рисунок 6.4 – Структура локального сметного расчета на устройство конструкций покрытия

Из диаграммы видно, что наибольший удельный вес составляют материалы, а именно 65,25%, наименьший удельный вес составляет сметная прибыль – 0,93%.

6.4 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 целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Планировочный коэффициент $K_{пл}$ представляет собой отношение эксплуатируемой площади $S_{эксп}$ к общей $S_{общ}$, зависит от внутренней планировки помещений: чем рациональнее соотношение эксплуатируемой и вспомогательной площади, тем экономичнее проект.

$$K_{пл} = \frac{S_{эксп}}{S_{общ}} = \frac{9645,29}{9703,19} = 0,99. \quad (6.1)$$

Объемный коэффициент $K_{об}$ выражен отношением объема здания $V_{стр}$ к эксплуатируемой площади здания, зависит от общего объема здания.

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{эксп}} = \frac{78068,85}{9645,29} = 8,09. \quad (6.2)$$

Основные техничко-экономические показатели проекта и соответствующие к ним пояснения приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Техничко-экономические показатели объекта

Показатель	Ед. изм.	Значение
Объемно-планировочные показатели		
Площадь застройки	м ²	7058,33
Общая площадь здания	м ²	9703,19
Полезная площадь здания	м ²	9645,29
Строительный объем	м ³	78068,85
Количество этажей	шт.	2
Планировочный коэффициент $K_{пл}$		0,99
Объемный коэффициент $K_{об}$		8,09
Стоимостные показатели		
Сметная стоимость работ по устройству конструкций покрытия	руб.	32610570,61
Трудоемкость производства основных рабочих	чел.-час	4798,78
Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	дн.	477
Продолжительность работ по устройству конструкции покрытия	дн.	66

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте был разработан проект на строительство авиационного учебного центра в г. Красноярск.

Предмет исследования, его цели и задачи определили логику и структуру проекта. В результате дипломного проектирования были достигнуты следующие результаты:

– осуществлено вариантное проектирование и технико-экономическое сравнение двух вариантов конструкции несущего пилона: из стальных труб и из железобетона, в результате которого было принято решение использовать первый вариант, как наименее трудоемкий;

– выполнены основные архитектурно-строительные чертежи по объекту, в котором решены вопросы планировки, отделки и организации помещений внутри здания, произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций;

– выполнено моделирование сооружения в программном комплексе SCAD Office 21.1, произведены расчеты основных несущих элементов здания, выполнен расчет вант, как главной особенности сооружения;

– произведено вариантное проектирование фундамента неглубокого заложения и свайного фундамента, в результате расчета были выбраны забивные сваи длиной 4 м, как наиболее эффективные;

– разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания, а также запроектирован календарный график производства работ на весь период строительства, итогами которого является наглядное изображение последовательности основных строительно-монтажных работ при возведении авиационного учебного центра;

– разработана технологическая карта на устройство конструкций покрытия, в результате которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ;

– составлен и проанализирован локальный сметный расчет на устройство конструкций покрытия, в результате которого сметная стоимость работ составила 32 610 570,61 руб.

Графическая часть отражает основные решения, принятые в проекте. В рамках проекта была изучена нормативно-техническая и правовая литература по данной теме.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		145

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 01.05.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 43 с.
2. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 24.06.2013. – Москва : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 183 с.
3. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1998. – Москва : ФГУП ЦПП, 1998. – 17 с.
4. СП 118.13330.2012 Общие требования к зданиям и сооружениям. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – Введ. 01.01.2013. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 78 с.
5. СП 279.1325800.2016 Здания профессиональных образовательных организаций. Правила проектирования. – Введ. 17.06.2017. – Москва : ООО «Институт общественных зданий», 2016. – 33 с.
6. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». – Введ. 29.05.2019. – Москва : ФГБУ НИИСФ РААСН, 2018. – 107 с.
7. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 01.01.2013. – Москва : «Стандартинформ», 2013. – 12 с.
8. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003. – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 43 с.
9. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – Введ. 08.05.2017. – Москва : «Стандартинформ», 2018. – 117 с.
10. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – Взамен СП 23-101-2000 ; введ. 01.06.2004. – Москва : ФГУП ЦПП, 2004. – 140 с.
11. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва : ОАО ЦПП, 2012. – 96 с.
12. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Введ. 01.12.2017. – Москва : «Стандартинформ», 2017. – 44 с.
13. ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 01.01.2014. – Москва : «Стандартинформ», 2013. – 56 с.
14. ГОСТ 21.501-2018 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Введ. 01.06.2019. – Москва : «Стандартинформ», 2019. – 48 с.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		146

15. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. 04.06.2017. – Москва : «Стандартинформ», 2016. – 104 с.

16. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Введ. 28.08.2017. – Москва : «Стандартинформ», 2017. – 140 с.

17. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения СНиП 52-01-2003. – Введ. 20.06.2019. – Москва : «Стандартинформ», 2019. – 119 с.

18. ГОСТ 26020-83 Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок. Сортамент. – Введ. 01.01.1986. – 6 с.

19. ГОСТ 32931-2015 Трубы стальные профильные для металлоконструкций. Технические условия. – Введ. 01.09.2016. – Москва : «Стандартинформ», 2016. – 77 с.

20. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – Введ. 01.07.2015. – Москва : «Стандартинформ», 2015. – 14 с.

21. ГОСТ 14954-80 Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19(1+6+6/6)+7х7(1+6). Сортамент. – Введ. 01.01.1982. – 6 с.

22. ГОСТ Р ИСО 4014-2013 Болты с шестигранной головкой. Классы точности А и В. – Введ. 01.07.2014. – Москва : «Стандартинформ», 2014. – 16 с.

23. ГОСТ 27772-2015 Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия. – Введ. 01.09.2016. – Москва : «Стандартинформ», 2016. – 19 с.

24. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – Введ. 17.06.2017. – Москва : «Стандартинформ», 2016. – 220 с.

25. Проектирование фундаментов неглубокого заложения: методические указания к курсовому проекту для студентов специальностей 270102, 270105, 270114, 270115. Красноярск: СФУ, 2008. 62 с.

26. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 86 с.

27. ГОСТ 19804-2012 Сваи железобетонные заводского изготовления. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2014. – Москва : «Стандартинформ», 2014. – 20 с.

28. СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 22 с.

29. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – Введ. 01.07.2013. – Москва : ОАО ЦПП, 2013. – 197 с.

					ДП-08.05.01 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		147

30. СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. – Введ. 01.07.2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2003. – 151 с.

31. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – Введ. 01.09.2001. – Москва : ГУП ЦПП, 2001. – 44 с.

32. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – Введ. 01.01.2003. – Москва : ФГУП ЦПП, 2002. – 29 с.

33. МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. /ЦНИИОМТП. – М. : ФГУП ЦПП, 2007. – 12 с.

34. РД-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007. /Колл.авт. – М.: ОАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2007. – 236 с.

35. СТО 4.2-07-2014 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Красноярск, 2014. 60 с.

					<i>ДП-08.05.01 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		148

ПРИЛОЖЕНИЕ А

СОГЛАСОВАНО:

« » 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

« » 2020 г.

Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске
(наименование стройки)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ №02-01-01 (локальная смета)

на устройство конструкций покрытия
(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость строительных работ: 32610,57 тыс. руб.

Средства на оплату труда: 464,08 тыс. руб.

Сметная трудоемкость: 4798,78 тыс. руб.

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на I квартал 2020 г.

№	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость единицы, руб.				Общая стоимость, руб.				Т/з осн. раб. на ед.	Т/з осн. раб. Всего		
					Всего	в том числе			Всего	в том числе						
						Осн. Зп.	Экс. маш.	Зп. мех.		Матер.	Осн. Зп.	Экс. маш.			Зп. мех.	Матер.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Раздел 1. Устройство конструкций покрытия																
1	ФЕР 09-06-033-04	Монтаж опор отдельно стоящих башенного и portalного типов высотой до 45 м	т	32,03	1500,76	257,2	1133,36	128,2	110,2	48069,34	8238,1	36301,5	4106,25	3529,71	24,85	795,95
1.1	ФССЦ 07.2.07.04-0008	Конструкции стальные индивидуальные решетчатые сварные, масса свыше 5 т	т	32,03	8890,0				8890,0	284746,7				284746,7		

ДП-08.05.01 ПЗ

149

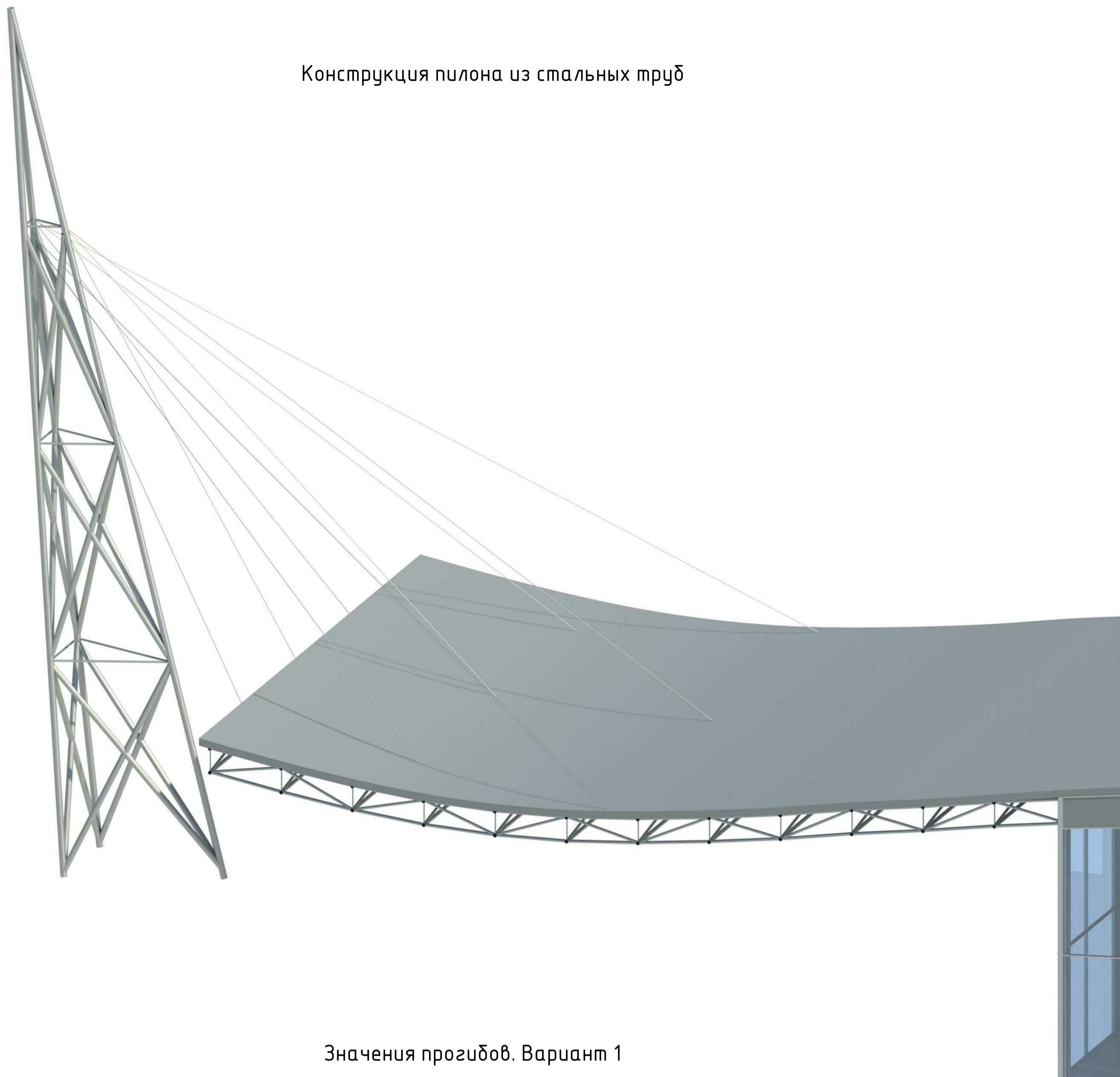
Лист

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2	ФЕР 09-03-012-02	Монтаж стропильных и подстропильных ферм на высоте до 25 м пролетом: до 24 м массой до 5,0 т	т	217,88	602,64	139,93	375,30	43,01	87,41	131303,20	30487,95	81770,4	9371,02	19044,89	15,60	3398,9
2.1	ФССЦ 07.2.07.12-0011	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутосварных профилей и круглых труб, средняя масса сборочной единицы до 0,1 т	т	217,88	11255,0				11255,0	2452239,4				2452239,4		
3	ФЕР 30-02-018-01	Натяжение вант при навесной сборке пролетных строений	т	4,51	11096,06	1348,04	6666,09	653,50	3081,93	50007,28	6075,3	30042,5	2945,17	13889,52	134,00	603,91
3.1	ФССЦ 08.2.02.16-0011	Канаты стальные арматурные	кг	4506,76	7,46	12,75			7,46	33620,43				33620,43		
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.										2999986,35	44801,36	148114,35	16422,43	2807070,65		4798,8
Накладные расходы										68570,64						
Сметная прибыль										39795,46						
Итого по разделу 1 Устройство конструкций покрытия										3108352,46						4798,8
Итого с учетом индексов СМР, в текущих ценах										23561311,67						4798,8
Справочно, в ценах 2001 г.:																
Материалы										2807070,65						
Машины и механизмы										148114,4						
ФОТ										61223,79						
Накладные расходы										68570,64						
Сметная прибыль										39795,46						
Итого по разделу 1 Устройство конструкций покрытия										3108352,46						4798,8
ИТОГИ ПО СМЕТЕ:																
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.										2999986,35	44801,36	148114,35	16422,43	2807070,65		4798,8
Накладные расходы										68570,64						
Сметная прибыль										39795,46						
Итого по смете										3108352,46						4798,8
Итого с учетом индексов СМР, в текущих ценах										23561311,67						4798,8
Справочно, в ценах 2001 г.:																
Материалы										2807070,65						
Машины и механизмы										148114,35						

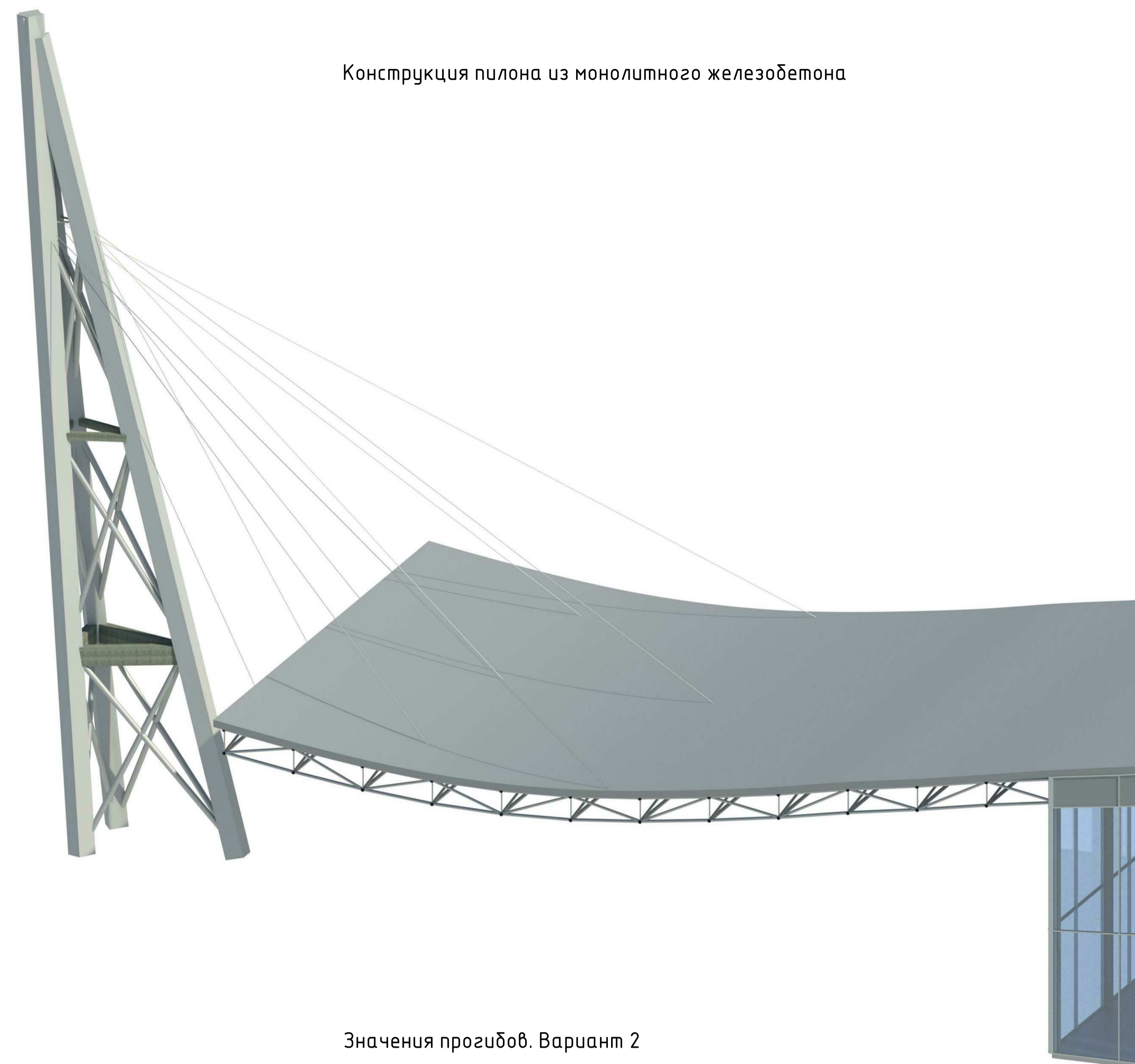
Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	
ДП-08.05.01 ПЗ	
Лист	151

ФОТ	61223,79						
Накладные расходы	68570,64						
Сметная прибыль	39795,46						
Затраты на строительство временных зданий и сооружений 1,8%	424103,61						
Итого с временными	23985415,28						
Дополнительные затраты при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время 3%	719562,46						
Итого с зимним удорожанием	24704977,73						
Резерв средств на непредвиденные работы и затраты 10%	2470497,77						
Итого с непредвиденными	27175475,51						
НДС 20%	5435095,10						
ВСЕГО по смете	32610570,61						4798,8

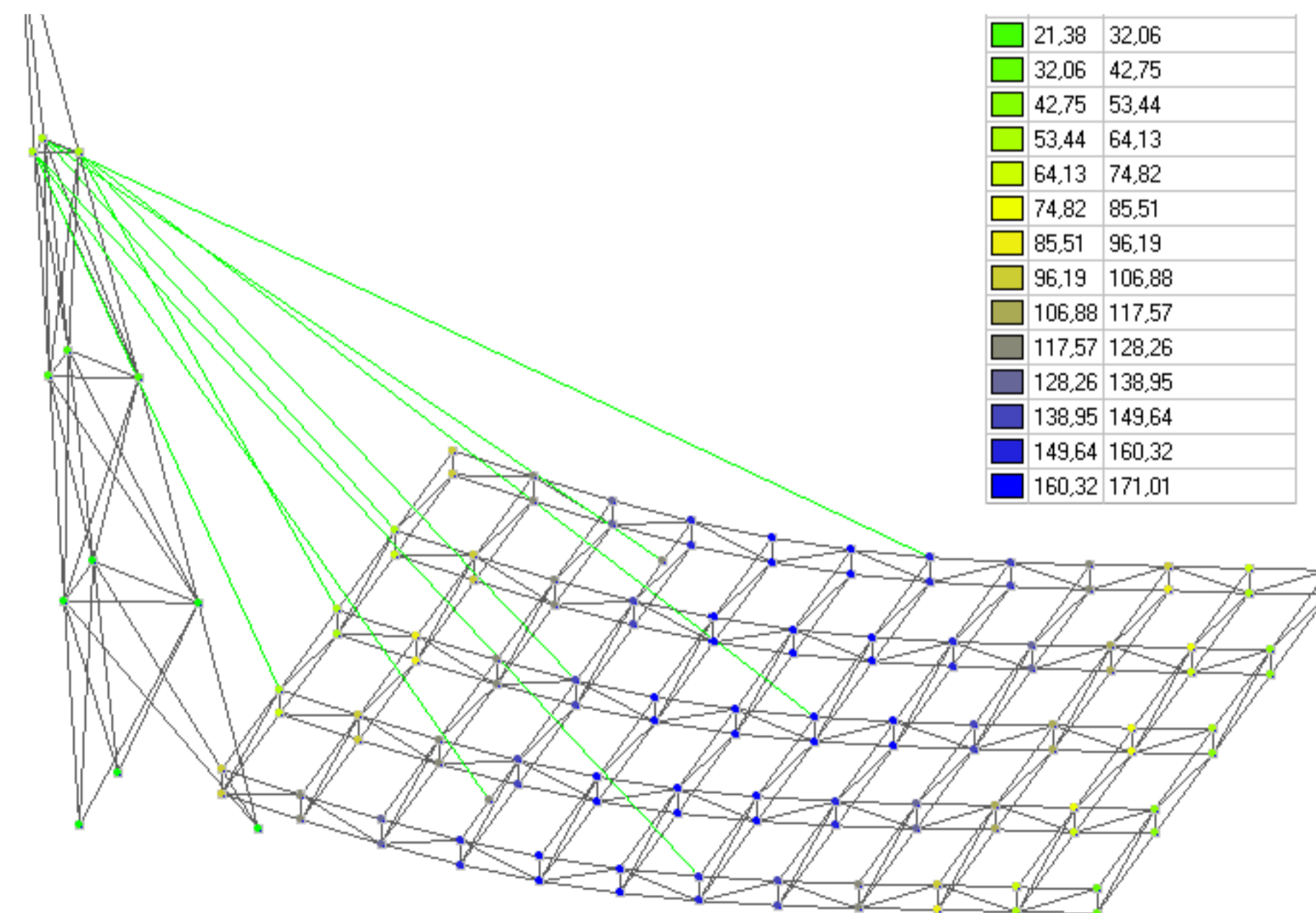
Конструкция пилона из стальных труб



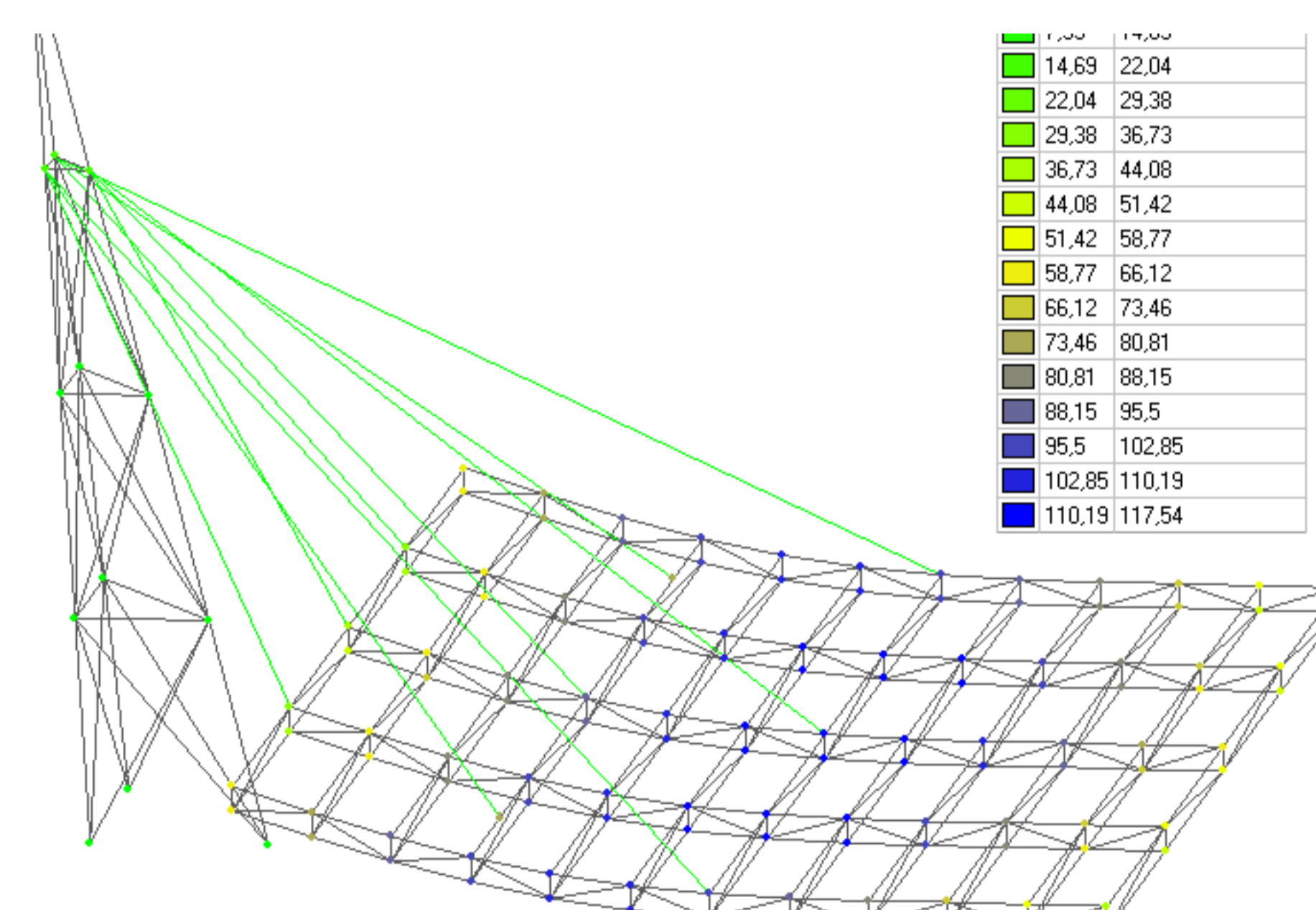
Конструкция пилона из монолитного железобетона



Значения прогибов. Вариант 1



Значения прогибов. Вариант 2



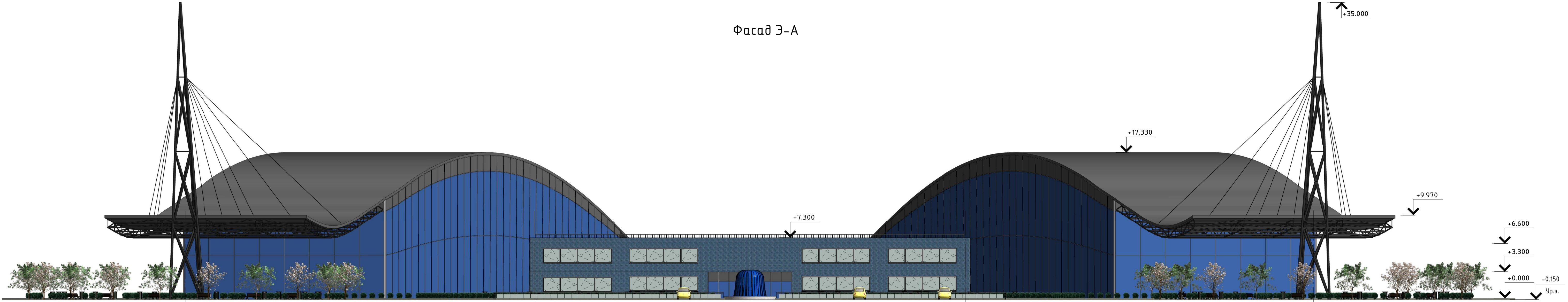
Технико-экономические показатели

№	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Объем работ по стали	т	9,53	2,34
2	Объем работ по железобетону	т	0	95,87
3	Трудозатраты	чел.-час.	33,19	207,3
4	Максимальный прогиб в консоли	мм	171,01	117,54

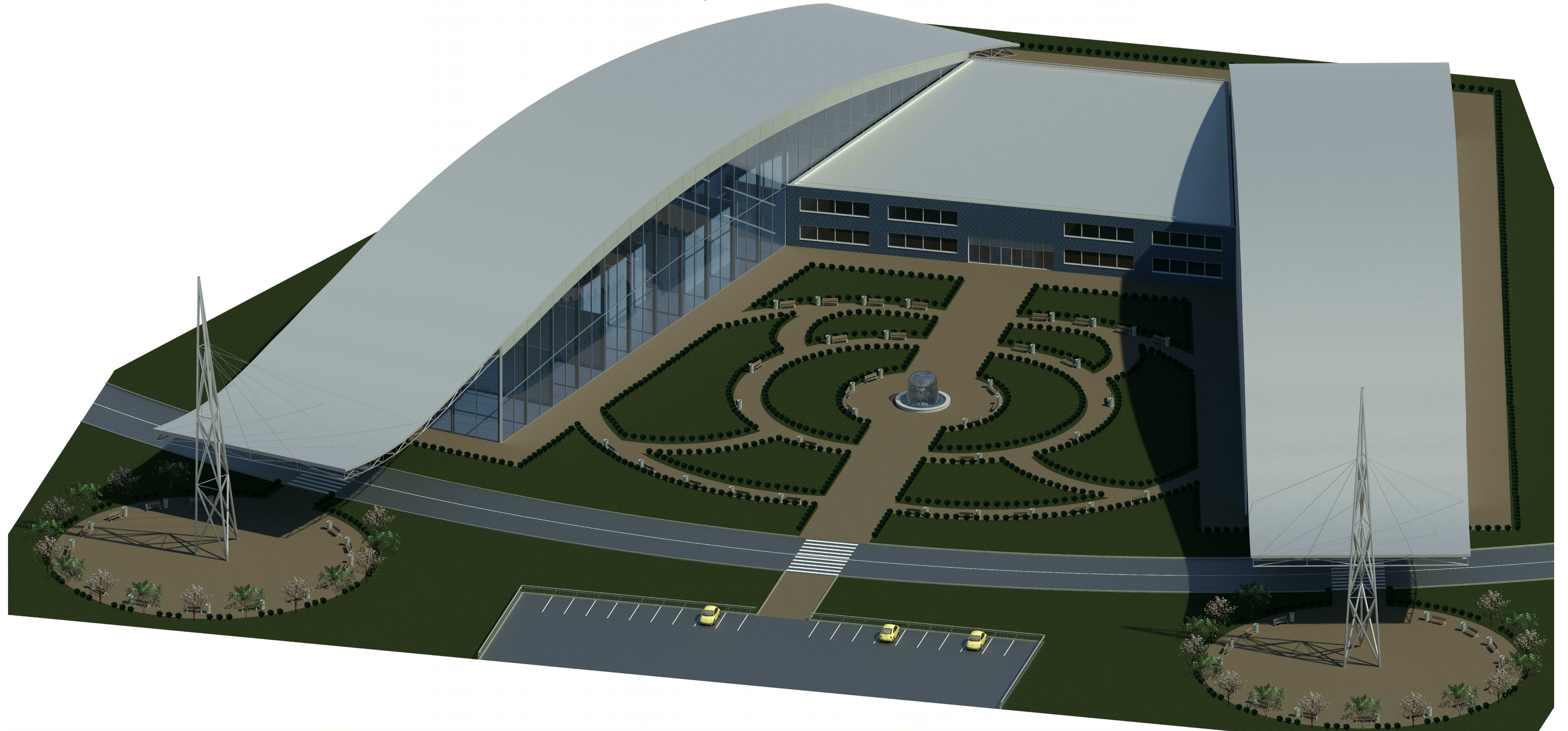
1. Значения прогибов даны в мм.

					ДП - 08.05.01 - ВП				
					ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.чч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске	Страница	Лист	Листов
Разработал	Курбатов Е.А.						Р	1	14
Консультант	Плясунов Е.Г.								
Руководитель	Плясунов Е.Г.					Вариантное проектирование	Кафедра СКУС		
Н. контроль	Плясунов Е.Г.								
Зав. кафедрой	Дворниев С.В.								

Фасад Э-А



Центр авиаподготовки. 3D-модель



						ДП - 08.05.01 - АР			
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкции покрытия в г. Красноярске	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Курбанов Е.А.						Р	2	
Консультант	Сергучева Е.М.								
Руководитель	Плясунов Е.Г.					Центр авиаподготовки. 3D-модель; Фасад Э-А	Кафедра СКИУС		
Н. контроль	Плясунов Е.Г.								
Заб. кафедрой	Дворниев С.В.								

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1.1	Тамбур	11,66	
1.2	Коридор	466,96	
1.3	Тамбур	29,74	
1.4	Гардеробная	77,86	
1.5	Учебный кабинет	108,59	
1.6	Приемная	108,99	
1.7	Учебный кабинет	108,59	
1.8	Учебный кабинет	63,25	
1.9	Учебный кабинет	64,67	
1.10	Учебный кабинет	64,67	
1.11	Учебный кабинет	63,25	
1.12	Туалет женский	23,73	
1.13	Туалет мужской	23,73	
1.14	Учебный кабинет	55,43	
1.15	Учебный кабинет	32,61	
1.16	Учебный кабинет	32,61	
1.17	Учебный кабинет	55,43	
1.18	Кабинет директора	24,22	
1.19	Кабинет администрации	25,75	
1.20	Лестничная клетка	19,3	
1.21	Буфет	25,75	
1.22	Кабинет персонала	24,22	
1.23	Коридор	754,6	
1.24	Туалет мужской	26,15	
1.25	Туалет женский	26,15	
1.26	Подсобное помещение	75,83	
1.27	Медицинский пункт	205,93	
1.28	Преподавательский кабинет	88,72	
1.29	Лаборатория	127,8	
1.30	Учебный кабинет	57,05	
1.31	Малая лекционная аудитория	213,2	

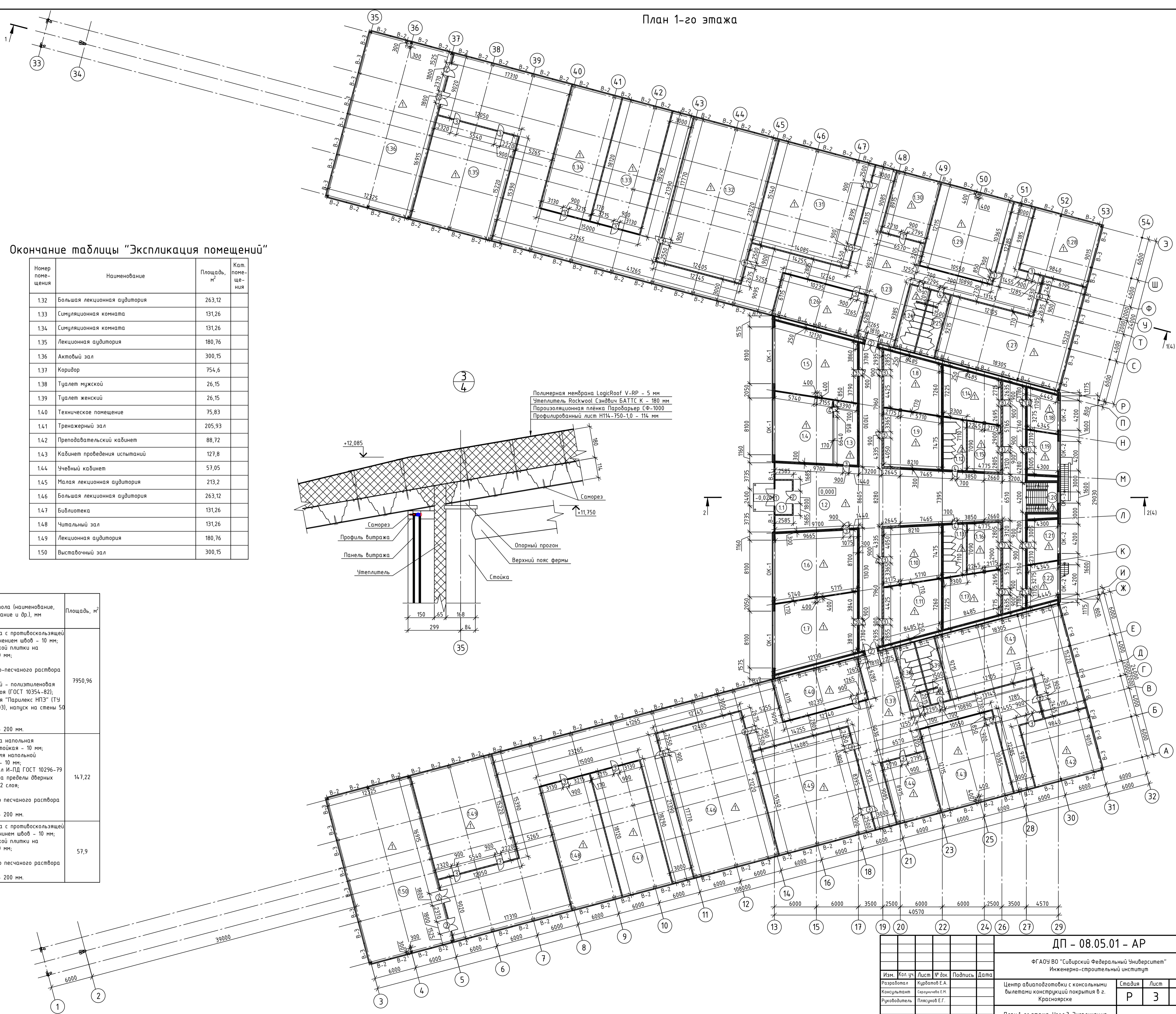
Окончание таблицы "Экспликация помещений"

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1.32	Большая лекционная аудитория	263,12	
1.33	Симуляционная комната	131,26	
1.34	Симуляционная комната	131,26	
1.35	Лекционная аудитория	180,76	
1.36	Актовый зал	300,15	
1.37	Коридор	754,6	
1.38	Туалет мужской	26,15	
1.39	Туалет женский	26,15	
1.40	Техническое помещение	75,83	
1.41	Тренажерный зал	205,93	
1.42	Преподавательский кабинет	88,72	
1.43	Кабинет проведения испытаний	127,8	
1.44	Учебный кабинет	57,05	
1.45	Малая лекционная аудитория	213,2	
1.46	Большая лекционная аудитория	263,12	
1.47	Библиотека	131,26	
1.48	Читальный зал	131,26	
1.49	Лекционная аудитория	180,76	
1.50	Выставочный зал	300,15	

Экспликация полов

Наименование помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м²
Кабинеты, коридор	1		1. Керамическая плитка с противоскользящей поверхностью с заполнением швов - 10 мм; 2. Клей для керамической плитки на цементной основе - 10 мм; 3. Грунтовка; 4. Стяжка из цементно-песчаного раствора М75 - 40 мм; 5. Разделительный слой - полиэтиленовая пленка 100 мкм в 2 слоя (ГОСТ 10354-82); 6. Звуко-теплоизоляция "Парилекс НПЗ" (ТУ 1146-029-002034-30-2003), напуск на стены 50 мм - 10 мм; 7. Оклеенная мастика; 8. Монолитная плита - 200 мм.	7950,96
Санузлы	2		1. Керамическая плитка напольная шероховатая щелочестойкая - 10 мм; 2. Клей гидрофобный для напольной керамической плитки - 10 мм; 3. Гидроизоляция - изол И-ПД ГОСТ 10296-79 (завести на стены и за пределы дверных проемов на 300 мм) в 2 слоя; 4. Оклеенная мастика; 5. Стяжка из цементно-песчаного раствора М75 - 40 мм; 6. Монолитная плита - 200 мм.	147,22
Лестничная площадка	3		1. Керамическая плитка с противоскользящей поверхностью с заполнением швов - 10 мм; 2. Клей для керамической плитки на цементной основе - 10 мм; 3. Грунтовка; 4. Стяжка из цементно-песчаного раствора М75 - 30 мм; 5. Монолитная плита - 200 мм.	57,9

План 1-го этажа



ДП - 08.05.01 - АР

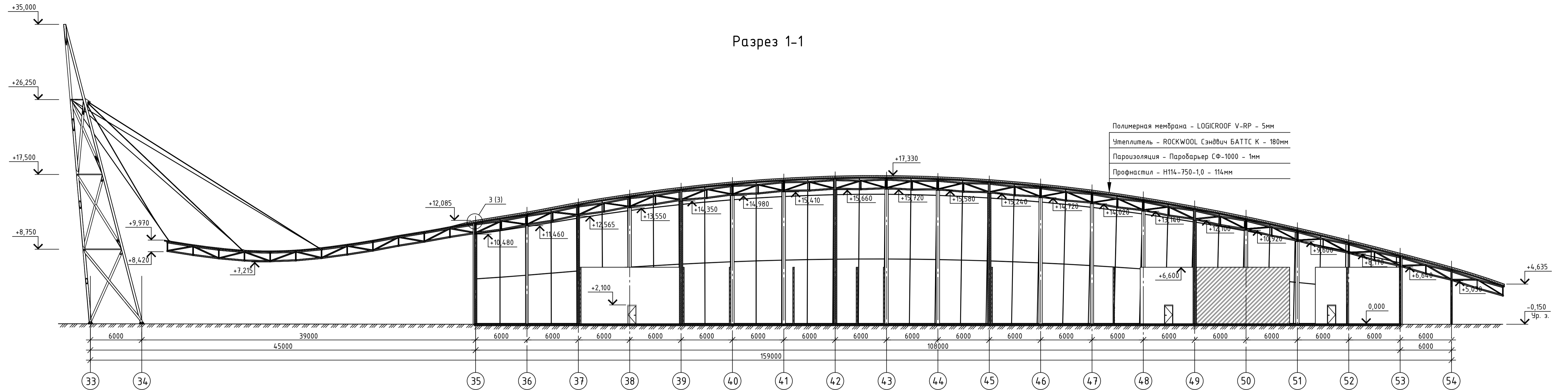
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Курбанов Е.А.			
Консультант		Бердичева Е.Н.			
Руководитель		Плясунев Е.Г.			
Н. контроль		Плясунев Е.Г.			
Заб. кафедрой		Дворничев С.В.			

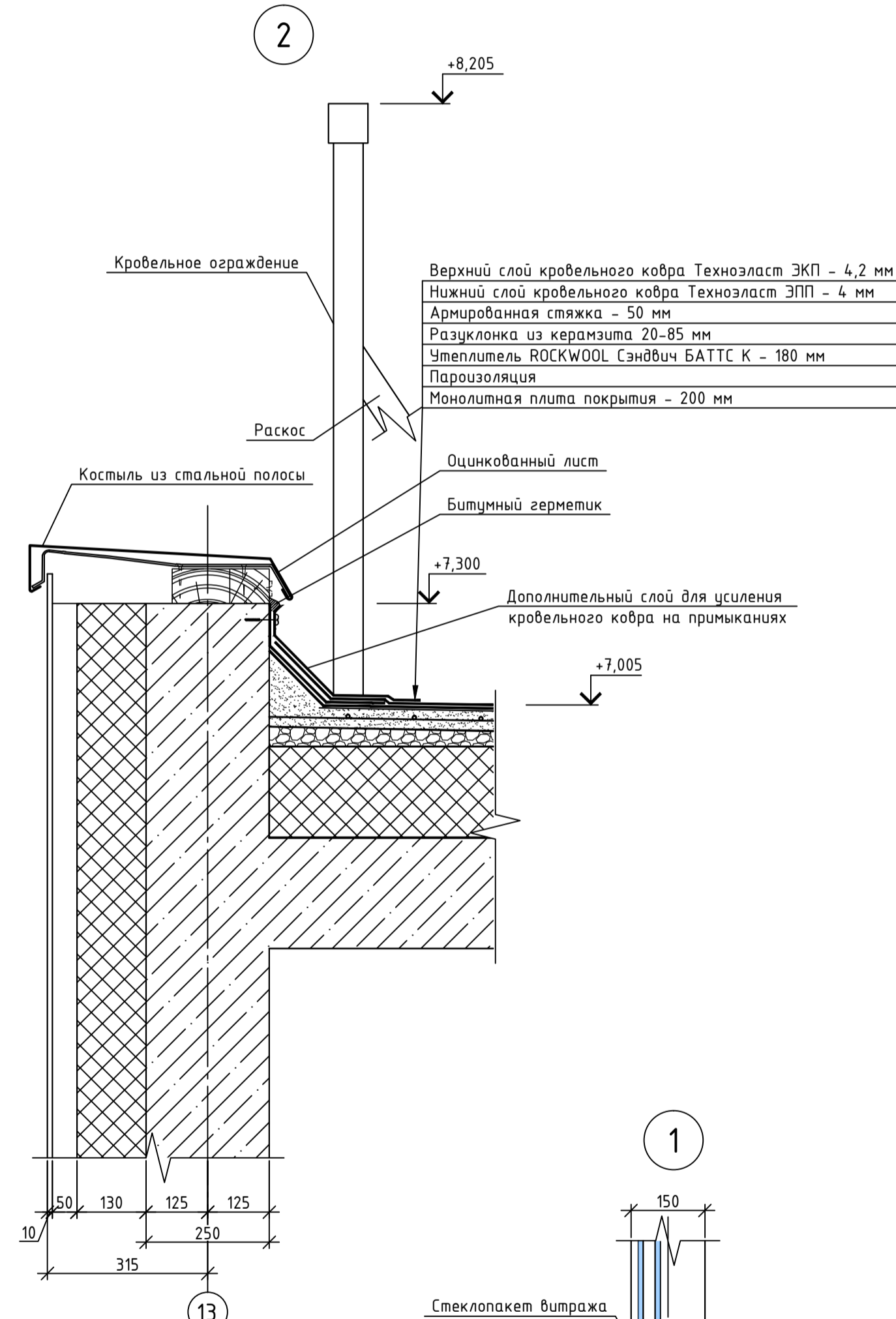
Центр авиационной и космической вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске

План 1-го этажа; Узел 3; Экспликация помещений; Экспликация полов

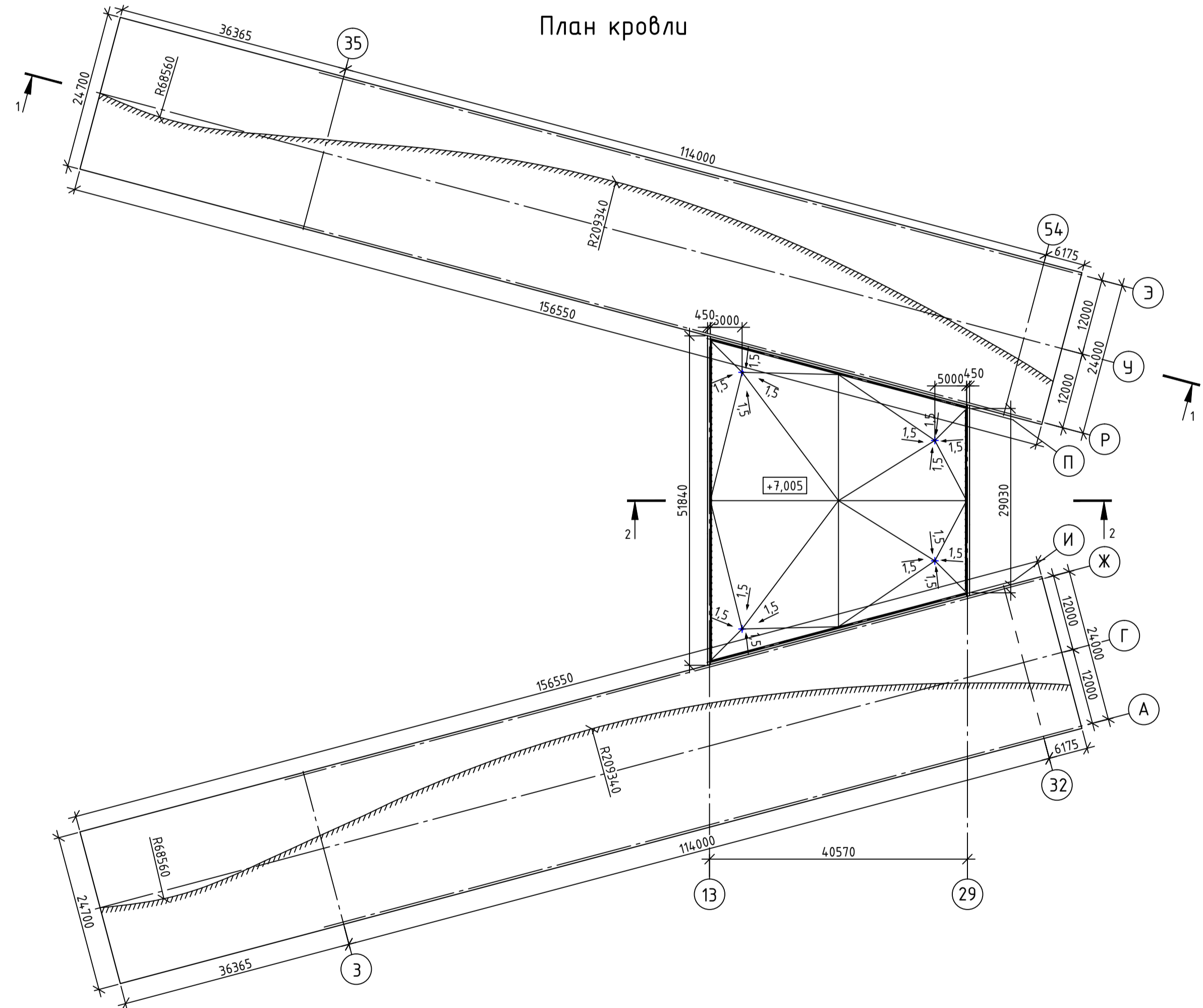
Разрез 1-1



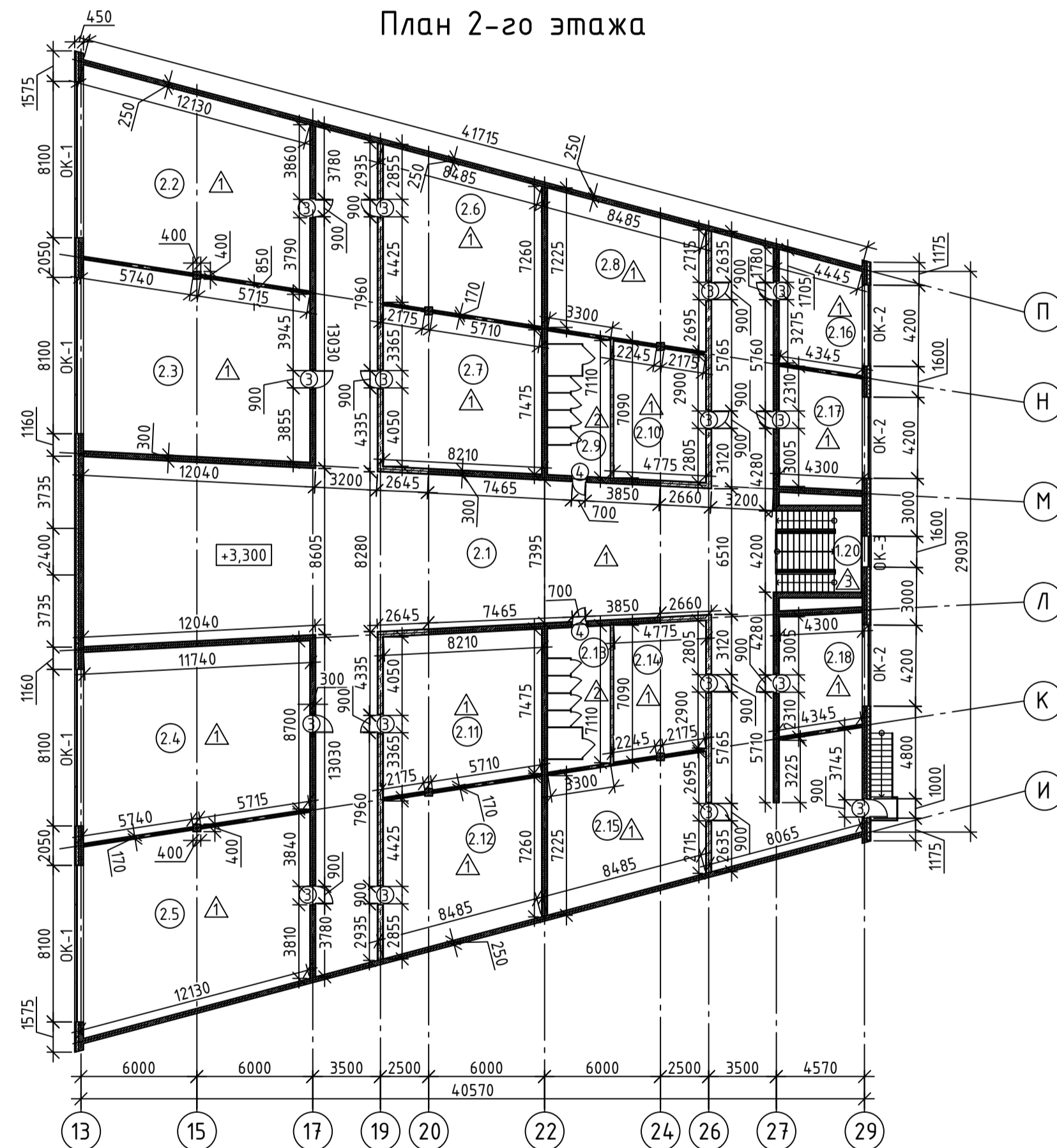
2



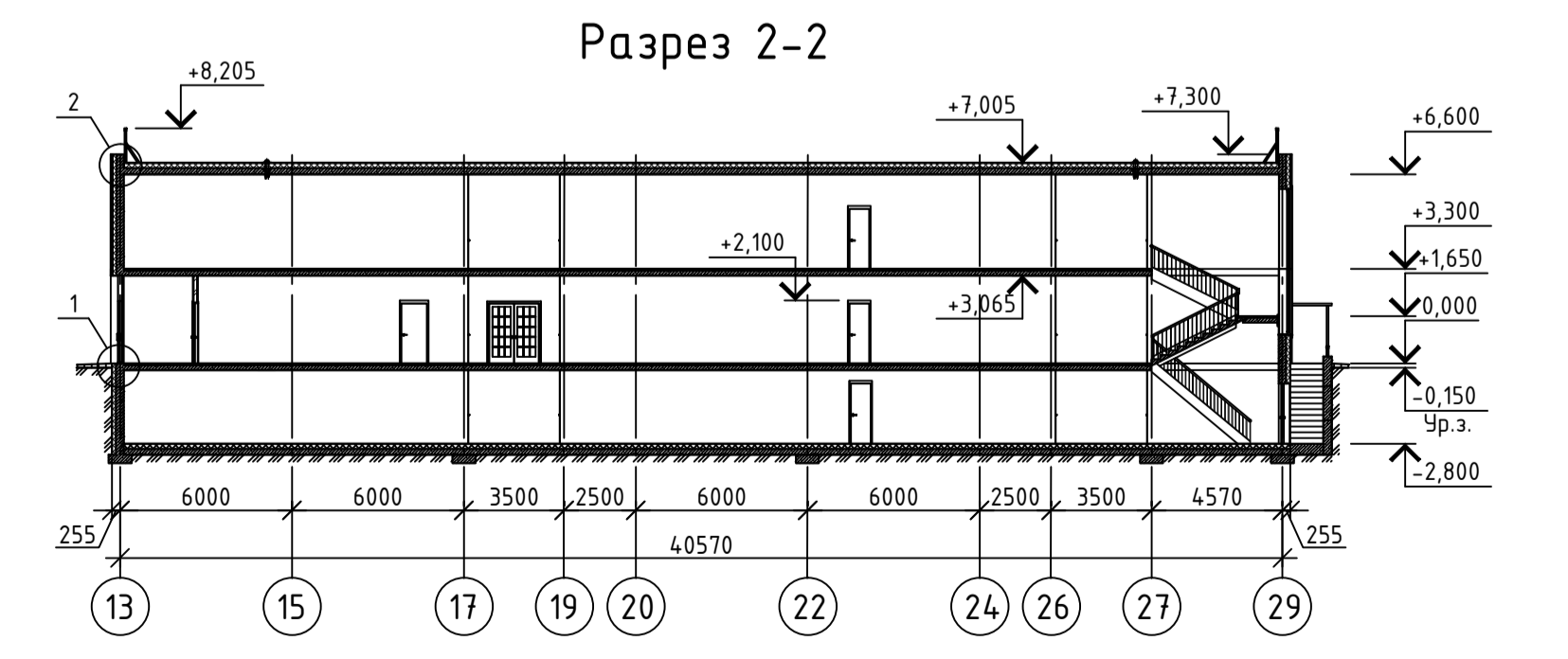
План кровли



План 2-го этажа



Разрез 2-2



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
1.20	Лестничная клетка	19,3	
2.1	Коридор	504,55	
2.2	Учебный кабинет	108,59	
2.3	Учебный кабинет	108,99	
2.4	Учебный кабинет	108,99	
2.5	Учебный кабинет	108,59	
2.6	Учебный кабинет	63,25	
2.7	Учебный кабинет	64,67	
2.8	Лаборатория	55,43	
2.9	Туалет женский	23,73	

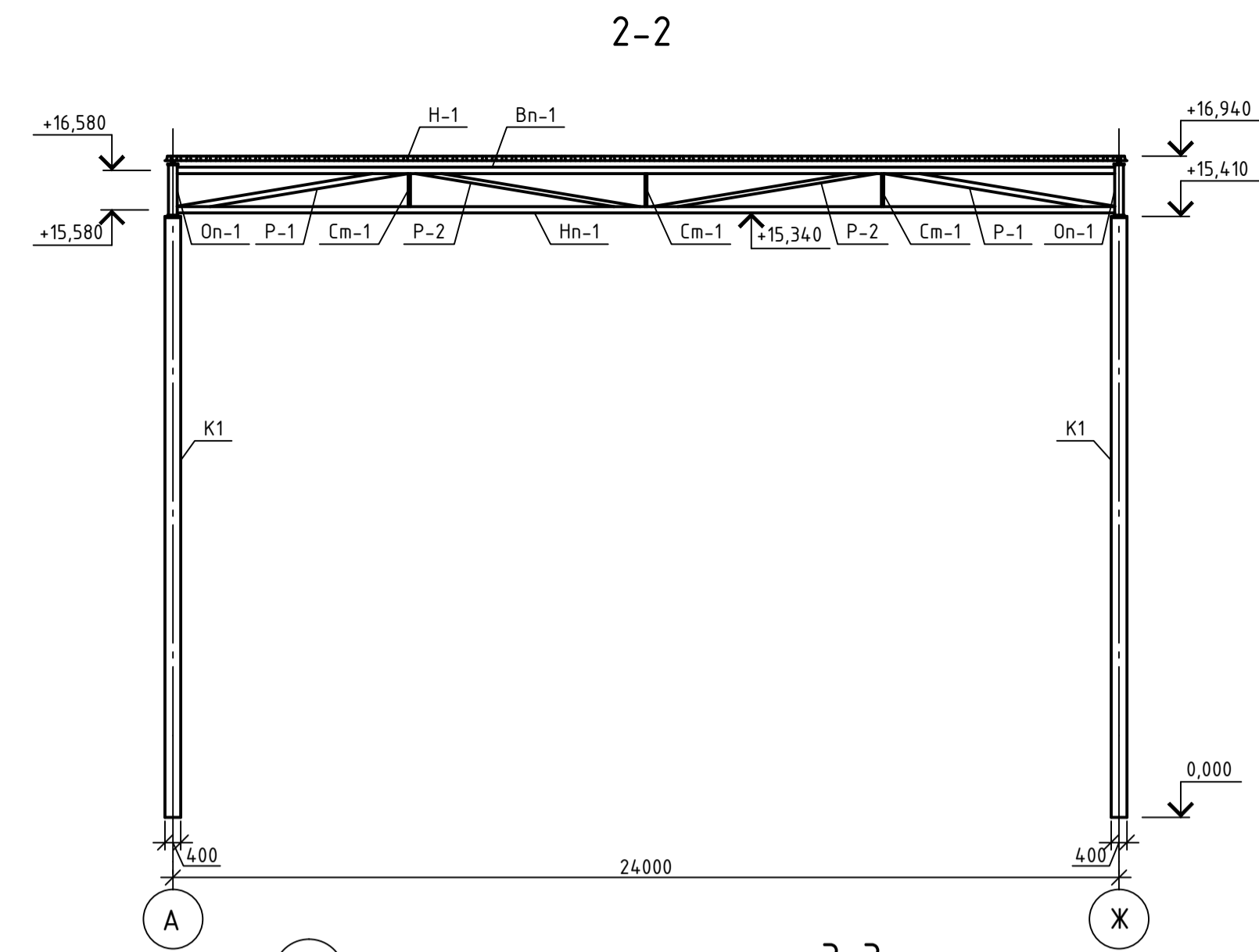
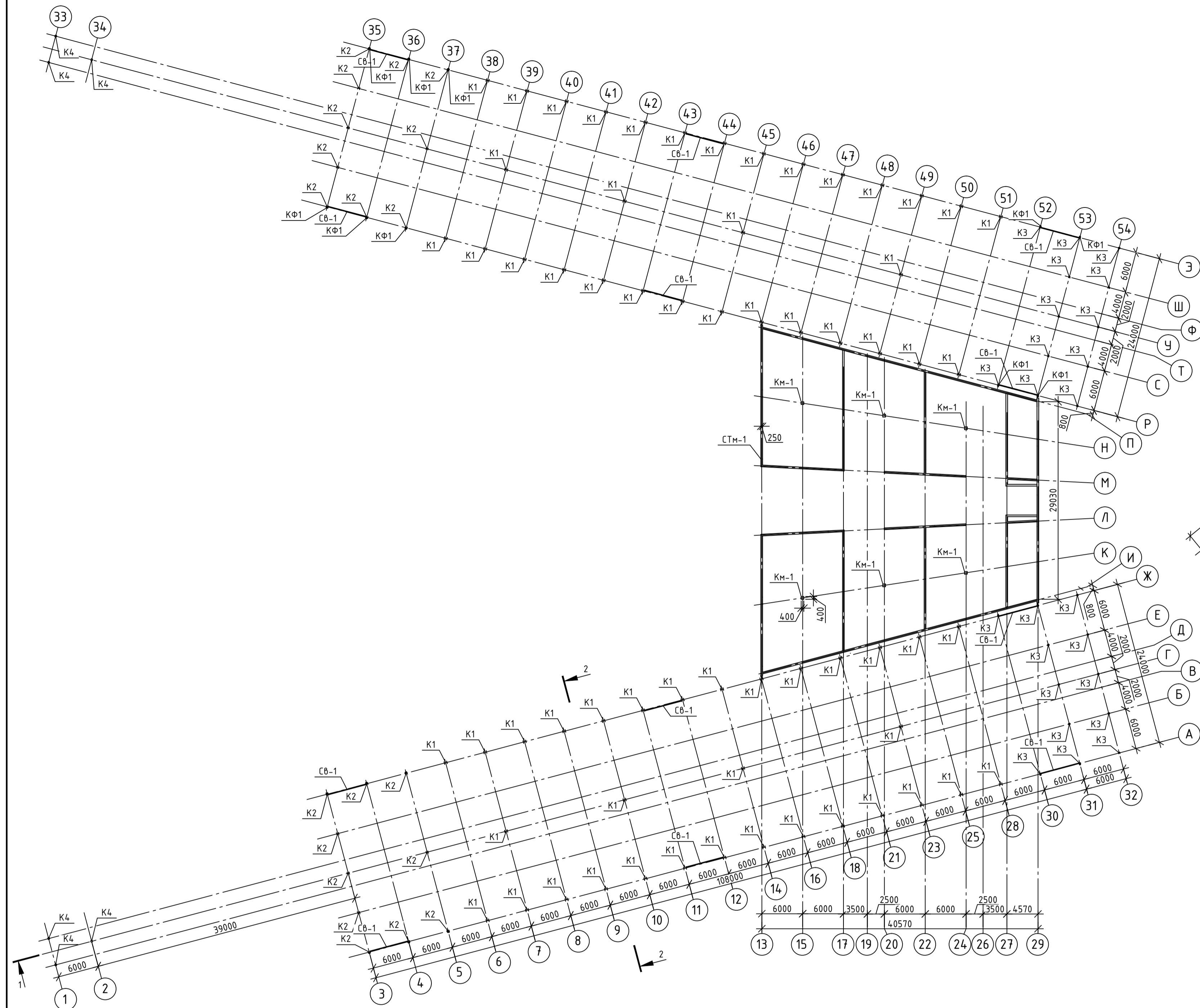
Окончание таблицы "Экспликация помещений"

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. помещения
2.10	Подсобное помещение	32,61	
2.11	Учебный кабинет	64,67	
2.12	Учебный кабинет	63,25	
2.13	Туалет мужской	23,73	
2.14	Инженерное помещение	32,61	
2.15	Учебный кабинет	55,43	
2.16	Учебный кабинет	24,22	
2.17	Учебный кабинет	25,75	
2.18	Учебный кабинет	25,75	

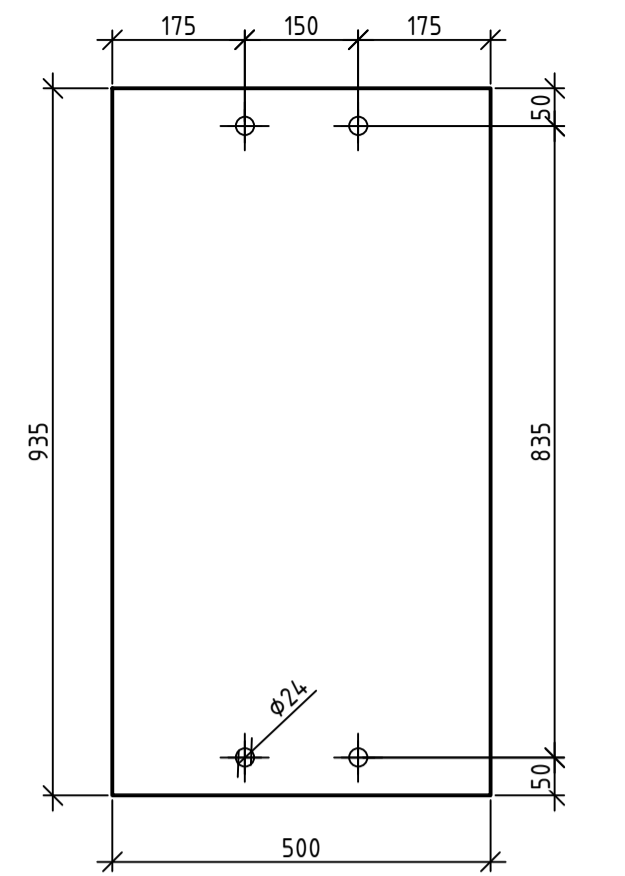
ДП - 08.05.01 - АР

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Разработал	Курбатов Е.А.					Центр авиаловцовки с консольными вылетами конструкции покрытия в г. Красноярске		
Консультант	Бердичева Е.Н.							
Руководитель	Пляскин Е.Г.							
Н. контроль	Пляскин Е.Г.					Разрез 1-1; План 2-го этажа; Разрез 2-2; План кровли; Узел 1; Узел 2; Экспликация помещений		
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.							
						Стация	Лист	Листов
						Р	4	
						Кафедра СКУИС		

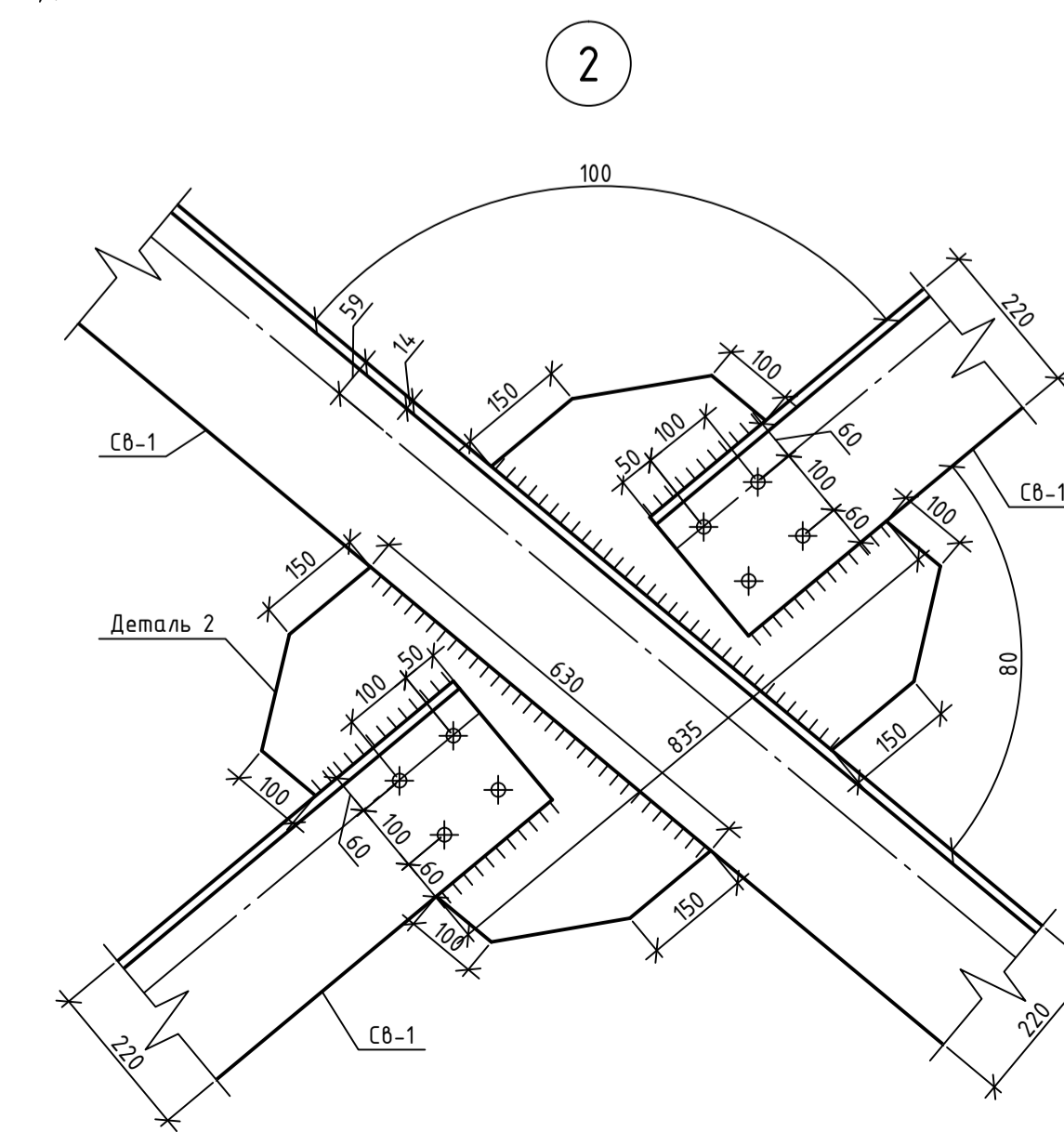
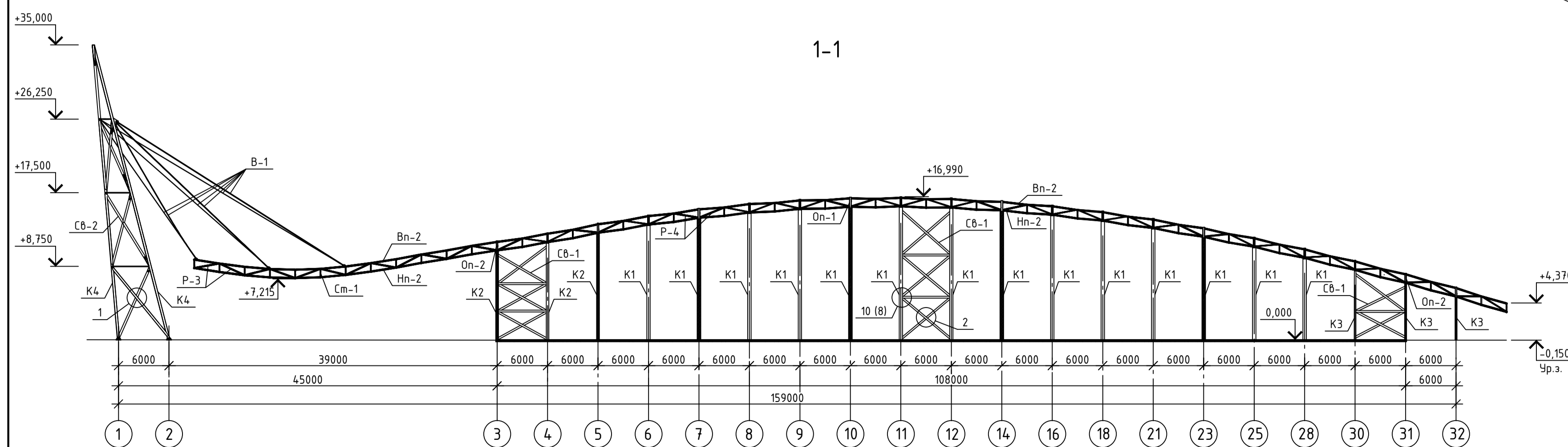
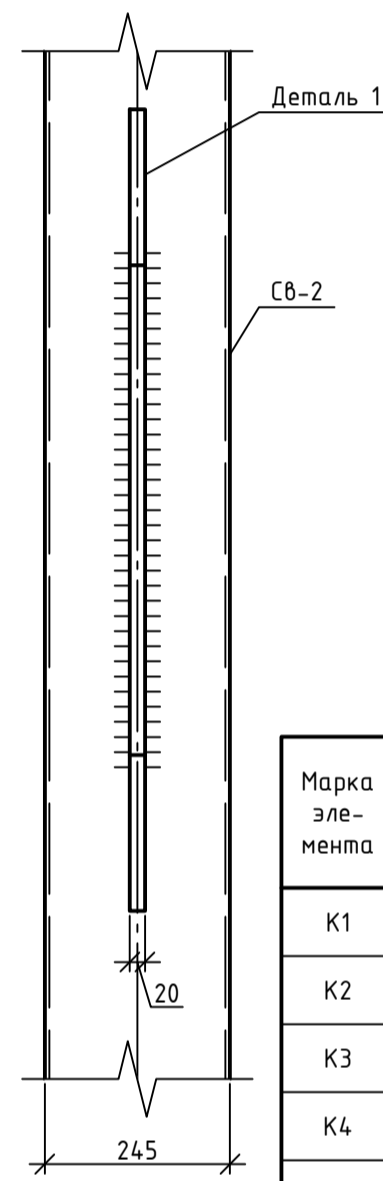
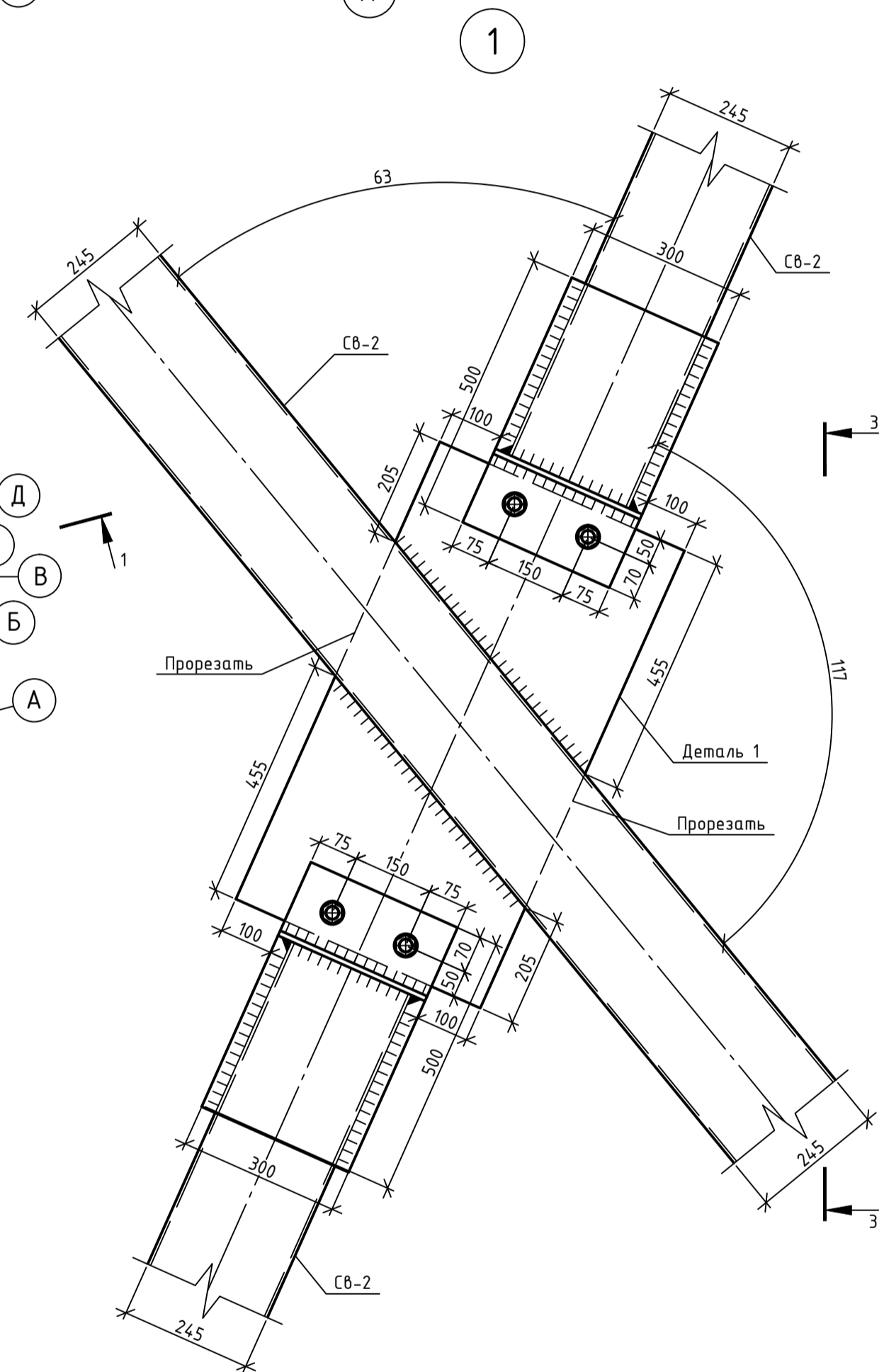
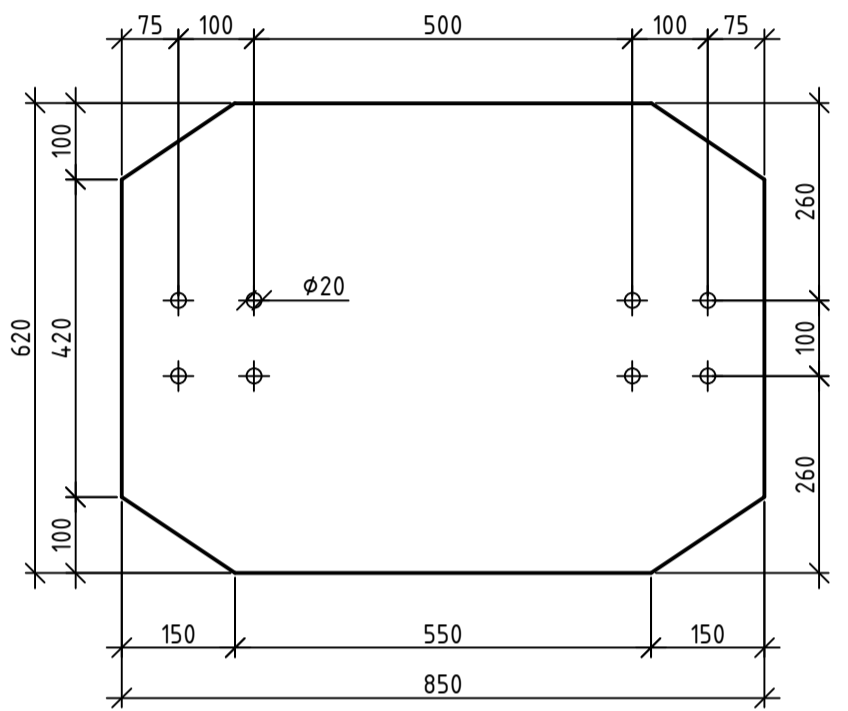
Схема расположения основных несущих элементов на отметке 0,000



Деталь 1



Деталь 2



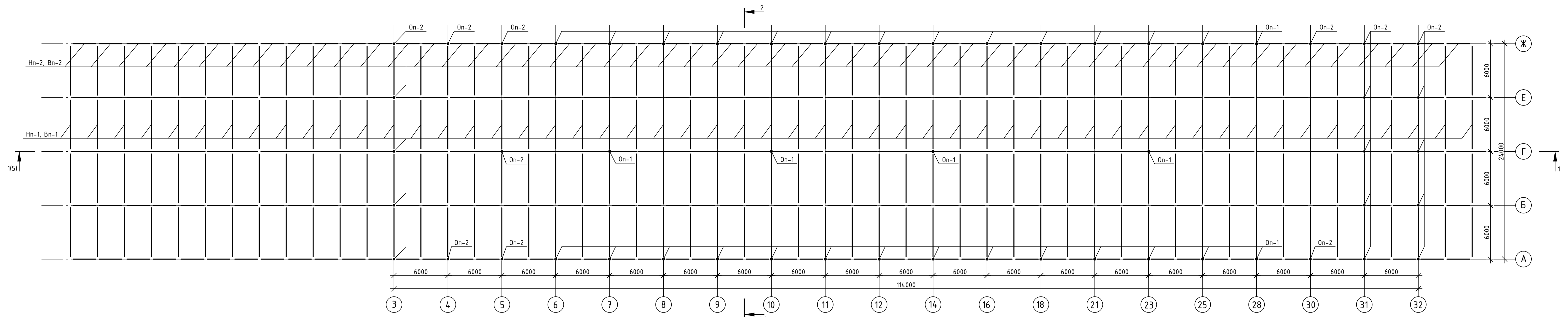
Ведомость элементов каркаса

Марка элемента	Сечение		Усилия для прикрепления			Марка стали или класс бетона	Примечание
	эскиз	состав	Q, кН	N, кН	M, кНм		
K1		40К2	18,68	80,39	112,58	S345	
K2		30К2	12,09	126,87	42,8	S345	
K3		20К1	3,81	34,1	32,41	S345	
K4		273x14	1,42	1506,99	3,74	09Г2С	
Св-1		L 220x14	-	-	-	S345	
Св-2		244,5x6	-	-	-	09Г2С	
В-1		Канат двойной свивки типа ЛК-Р Ø46,5	5,61	1118,32	-		ГОСТ 14954-80
КФ1		100x100	-	-	-	B15	
Кн-1		400x400	-	-	-	B25	
СТМ-1		t=250	-	-	-	B25	
Он-1		219x9	-	-	-	09Г2С	
Он-2		168x8	-	-	-	09Г2С	
Нн-1		159x5	-	-	-	09Г2С	
Нн-2		133x5	-	-	-	09Г2С	
Вн-1		159x5	-	-	-	09Г2С	
Вн-2		133x5	-	-	-	09Г2С	
Сн-1		57x3	-	-	-	09Г2С	
П-1		152x5	-	-	-	09Г2С	
П-2		152x5	-	-	-	09Г2С	
П-3		114x5	-	-	-	09Г2С	
П-4		114x5	-	-	-	09Г2С	
Н-1		114-750-1,0	-	-	-		
Дет. 1		935x500, t=20	-	-	-	S345	
Дет. 2		620x850, t=20	-	-	-	S345	

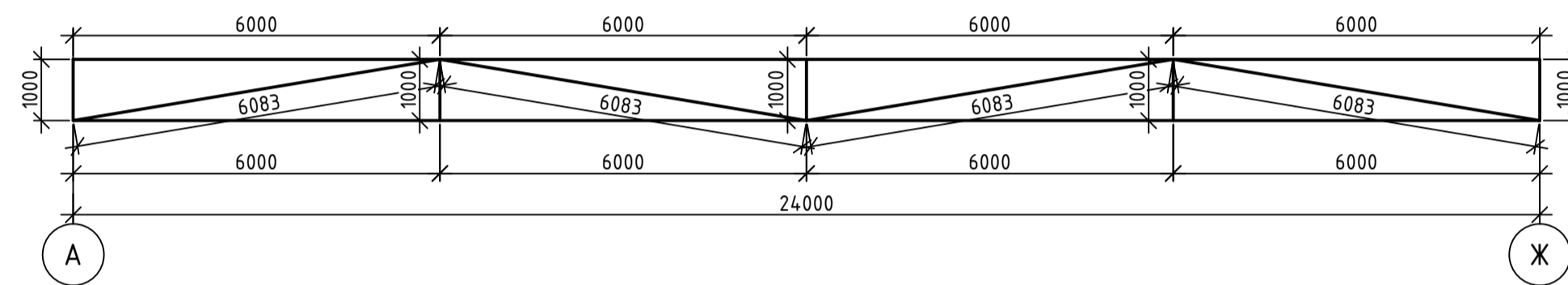
1. Смотреть совместно с листами 6, 8.

Изм.					Лист № док			Подпись			Дата		
Разработал	Курбанов Е.А.				Инженерно-строительный институт			Стандия			Лист		
Консультант	Плясунов Е.Г.				Центр авиалайнеров с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске			Р			5		
Руководитель	Плясунов Е.Г.				Схема расположения основных несущих элементов на отм. 0,000; Разрез 1-1, 2-2; Узлы 1, 2; Деталь 1, 2; Ведомость элементов каркаса			Кафедра СКУС			Формат А1		
Н. контроль	Плясунов Е.Г.												
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.												

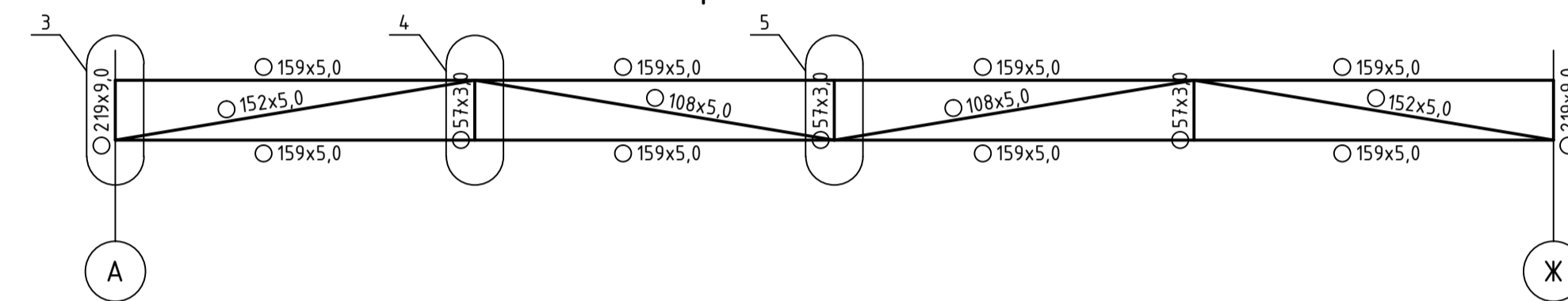
Схема расположения основных стоек, нижнего и верхнего поясов покрытия Пк-1



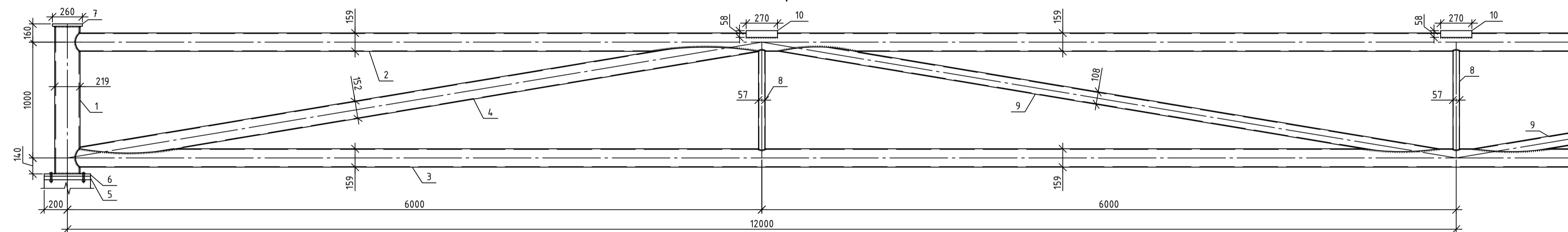
Геометрическая схема фермы Ф-1



Отправочные элементы



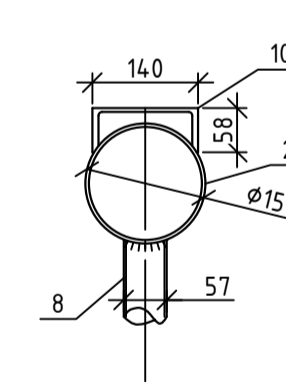
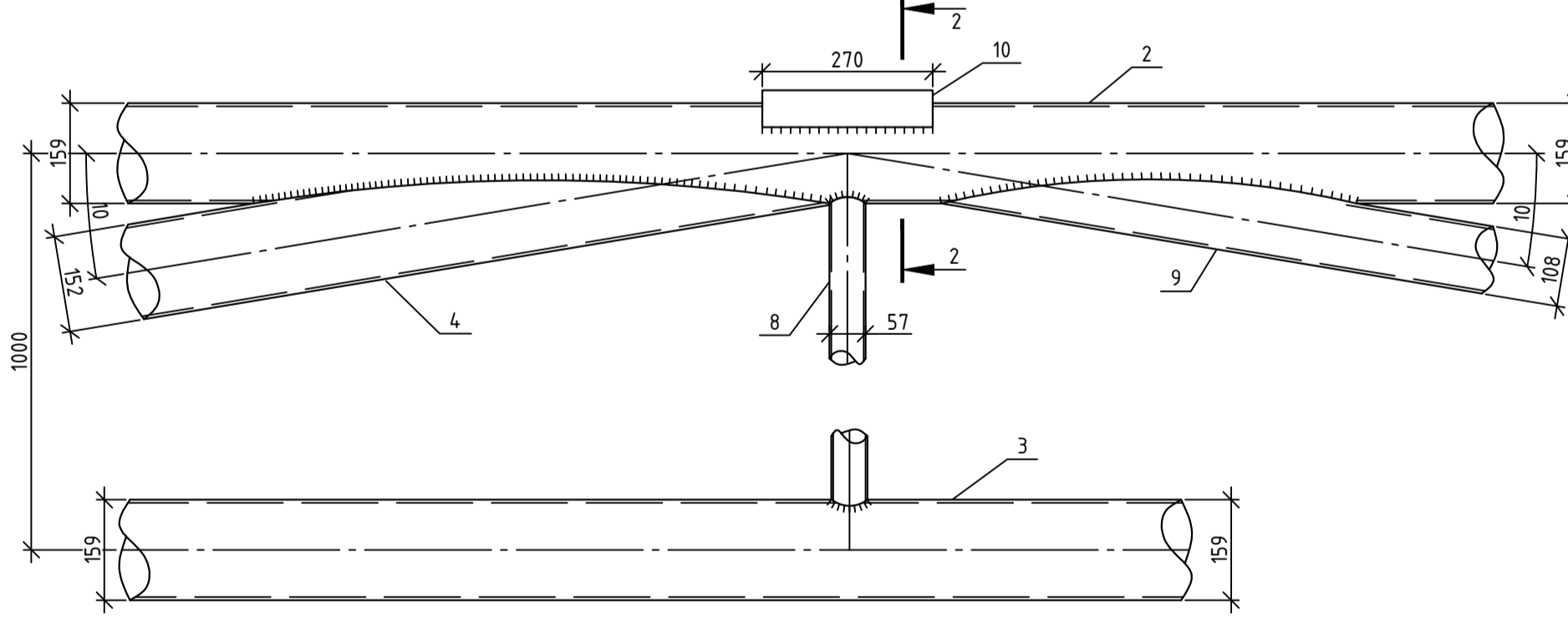
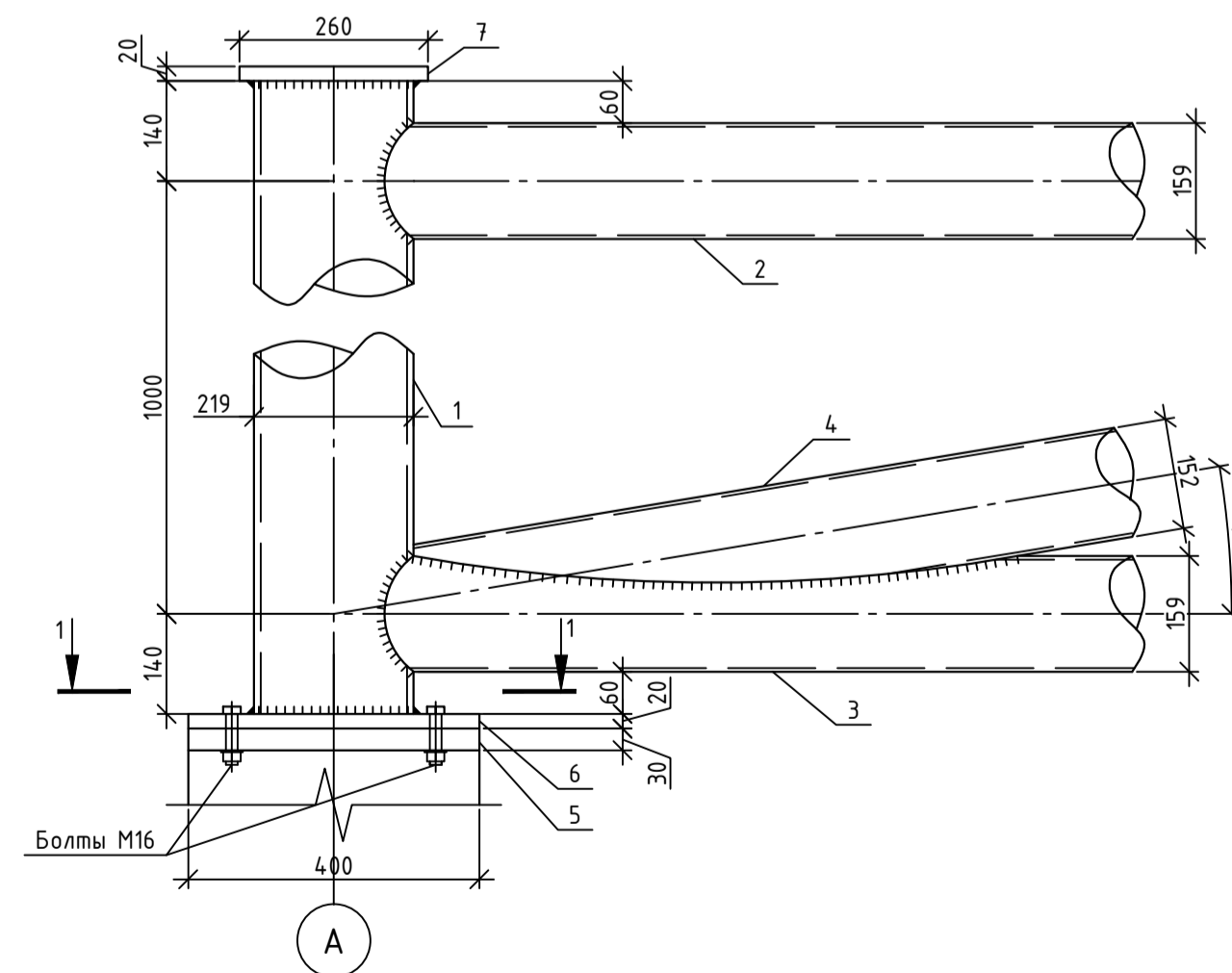
Ферма Ф-1



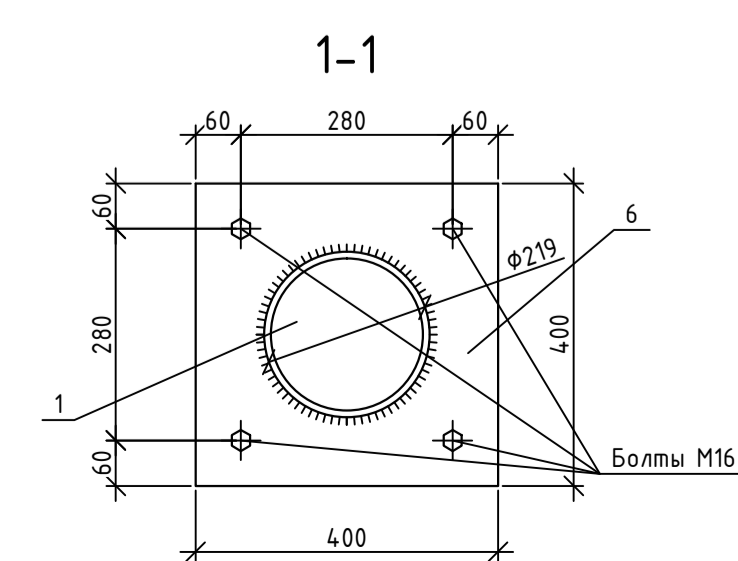
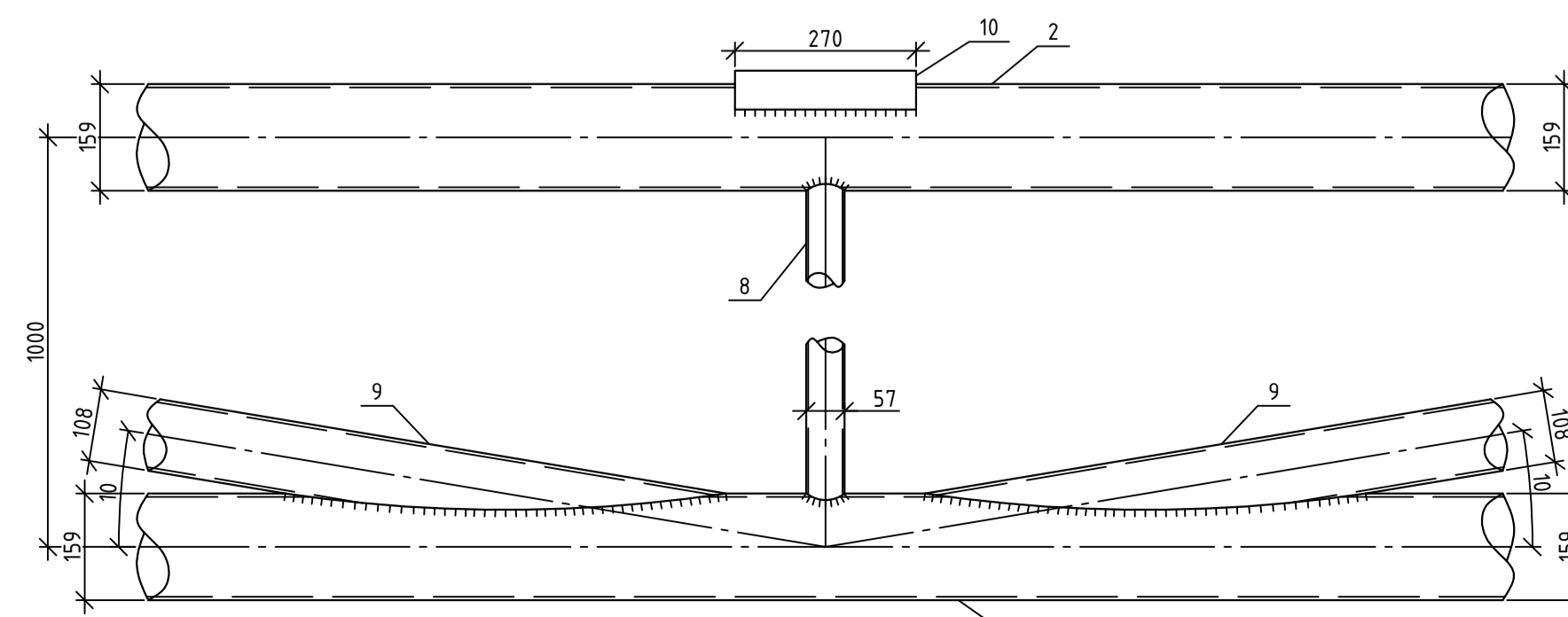
3

4

2-2



5



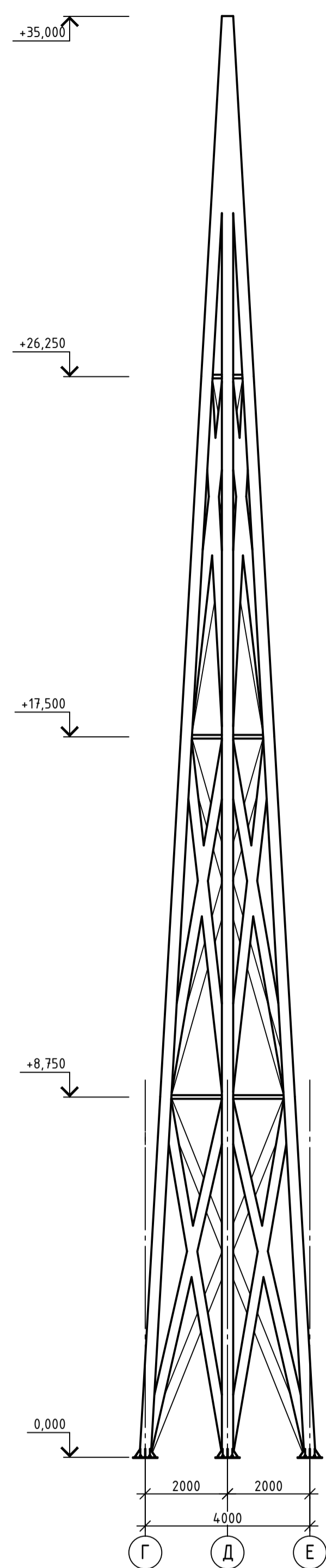
Спецификация элементов фермы Ф-1

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	ГОСТ 32931-2015	219,0x9,0 09Г2С	2	279,7	
2	ГОСТ 32931-2015	159,0x5,0 09Г2С	4	115,5	
3	ГОСТ 32931-2015	159,0x5,0 09Г2С	4	115,5	
4	ГОСТ 32931-2015	152,0x5,0 09Г2С	2	110,3	
5	ГОСТ 27772-2015	400x400 t=30 С345	2	37,68	
6	ГОСТ 27772-2015	400x400 t=20 С345	2	25,12	
7	ГОСТ 27772-2015	260x260 t=20 С345	2	10,61	
8	ГОСТ 32931-2015	57,0x3,0 09Г2С	3	4	
9	ГОСТ 32931-2015	108,0x5,0 09Г2С	2	77,25	
10	ГОСТ 8240-97	14П С345	3	3,32	

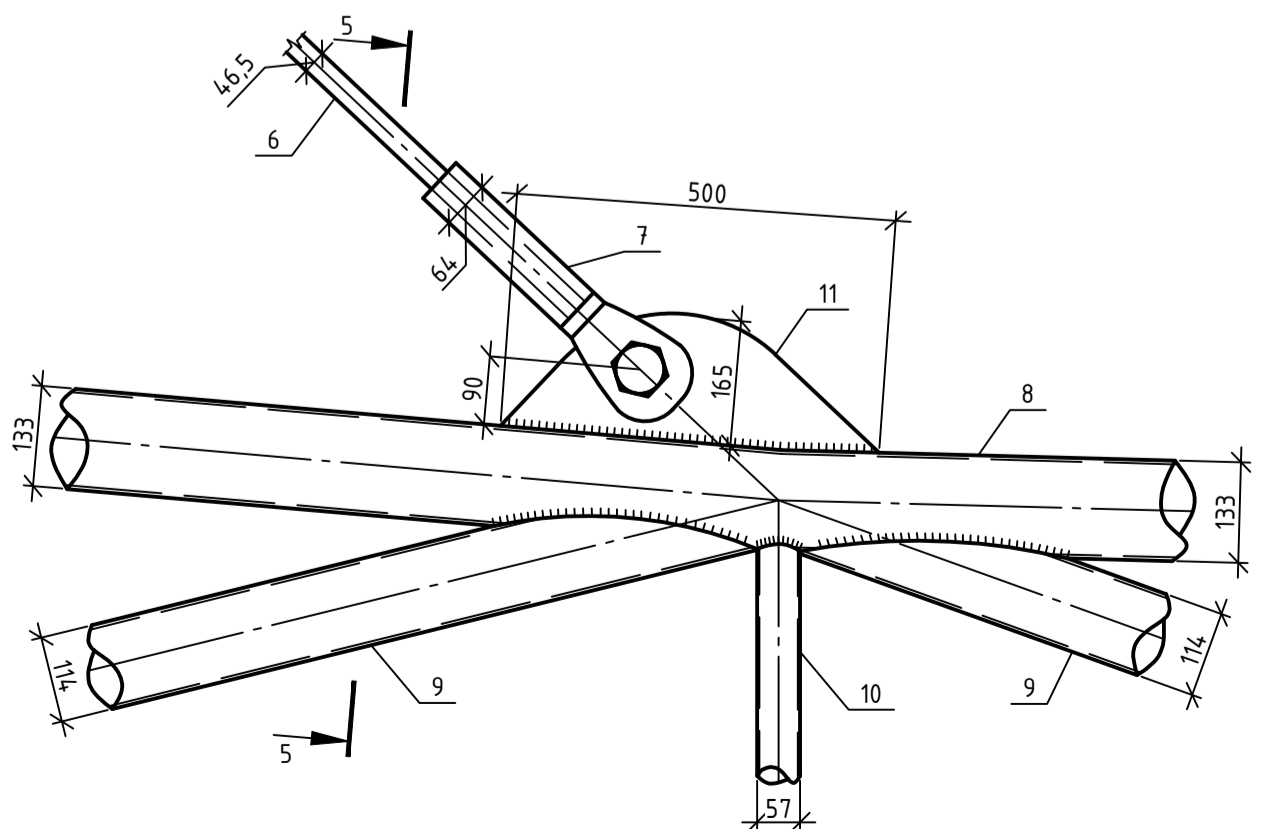
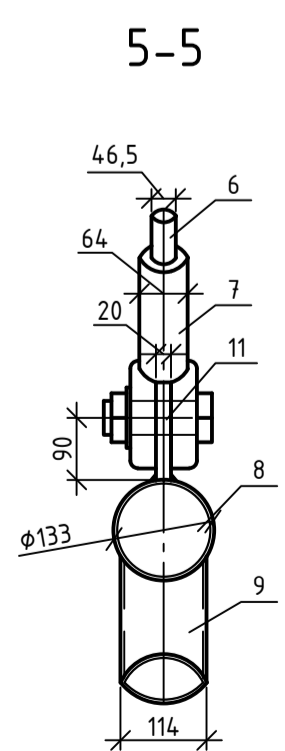
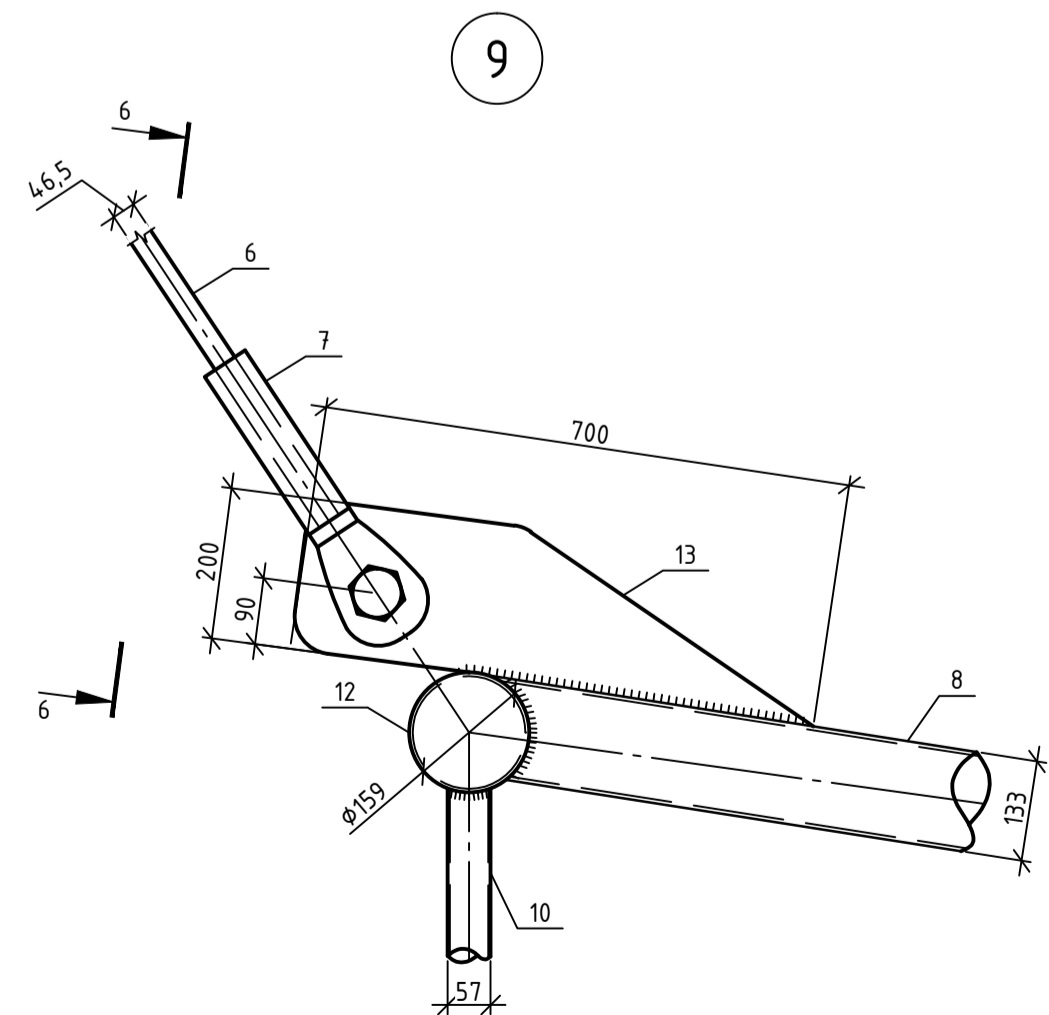
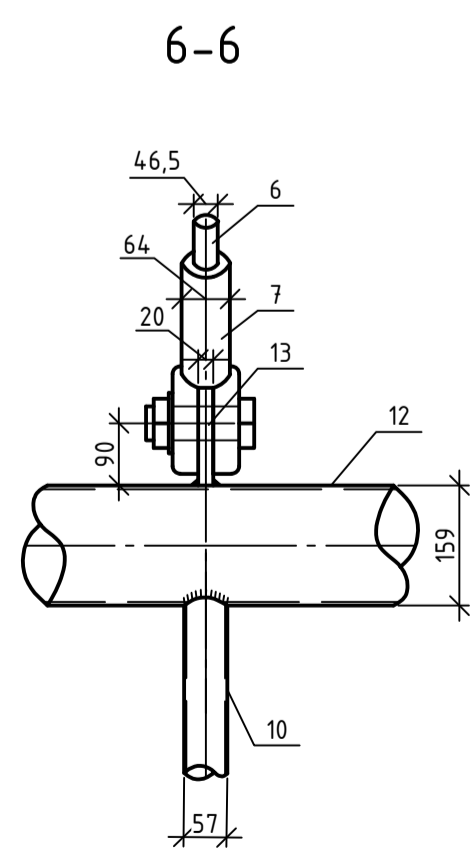
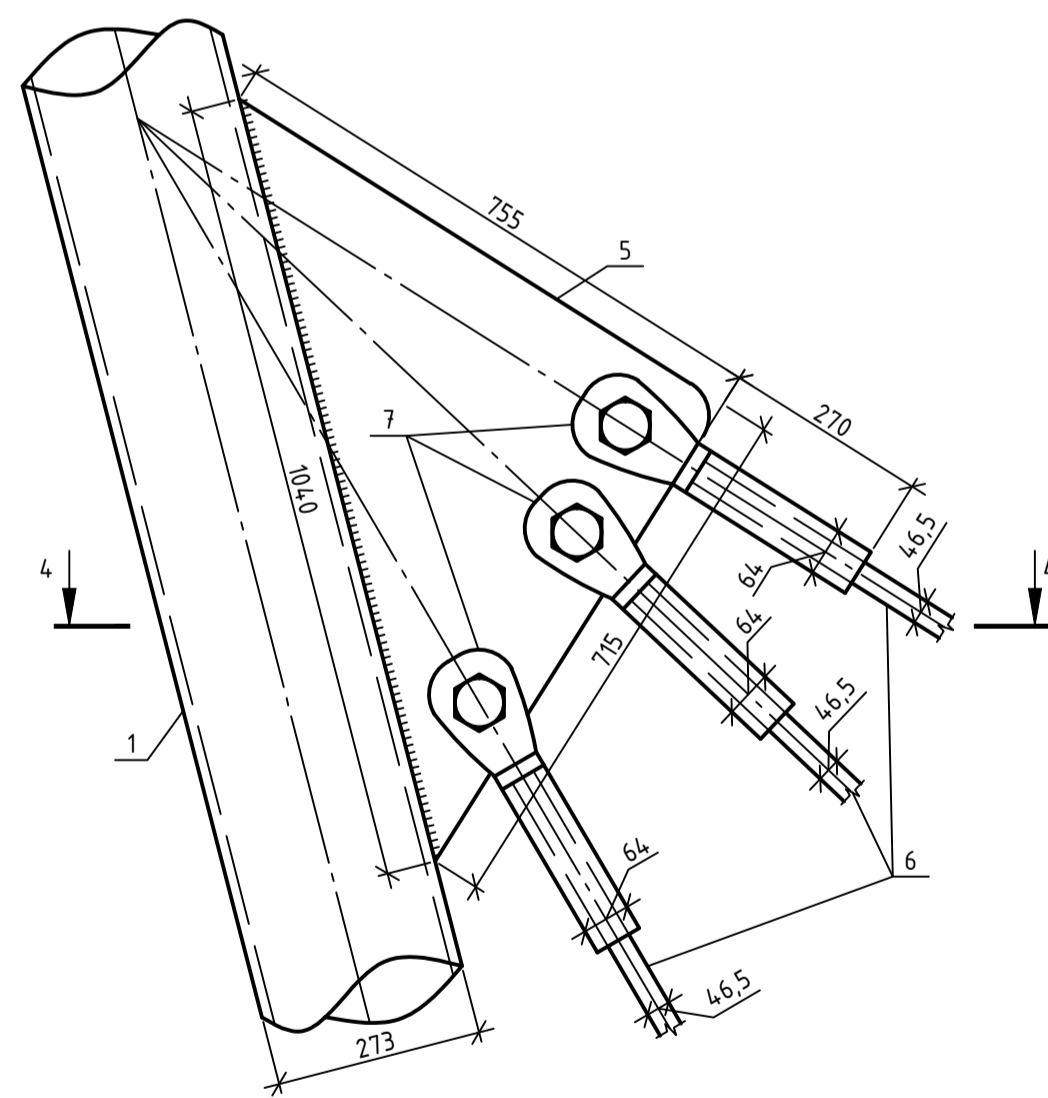
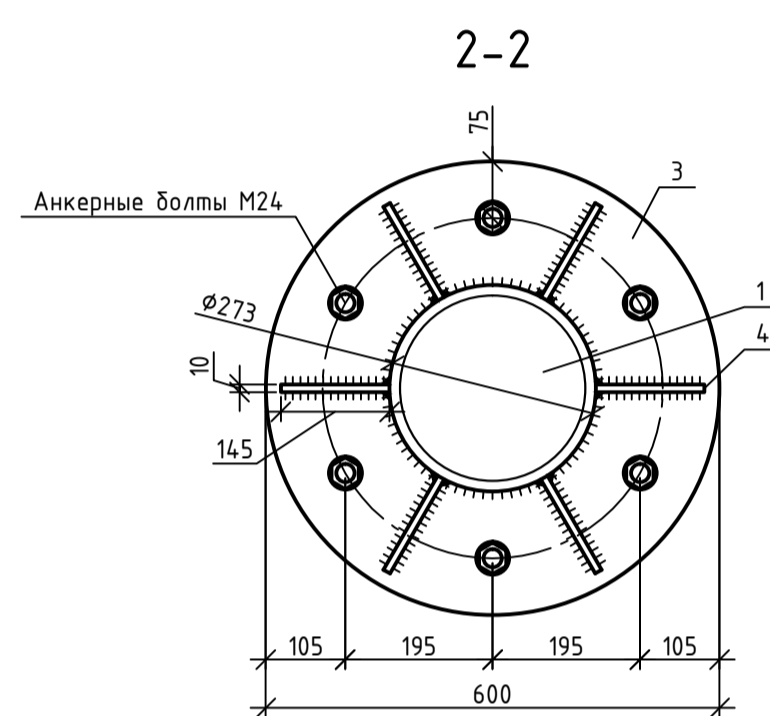
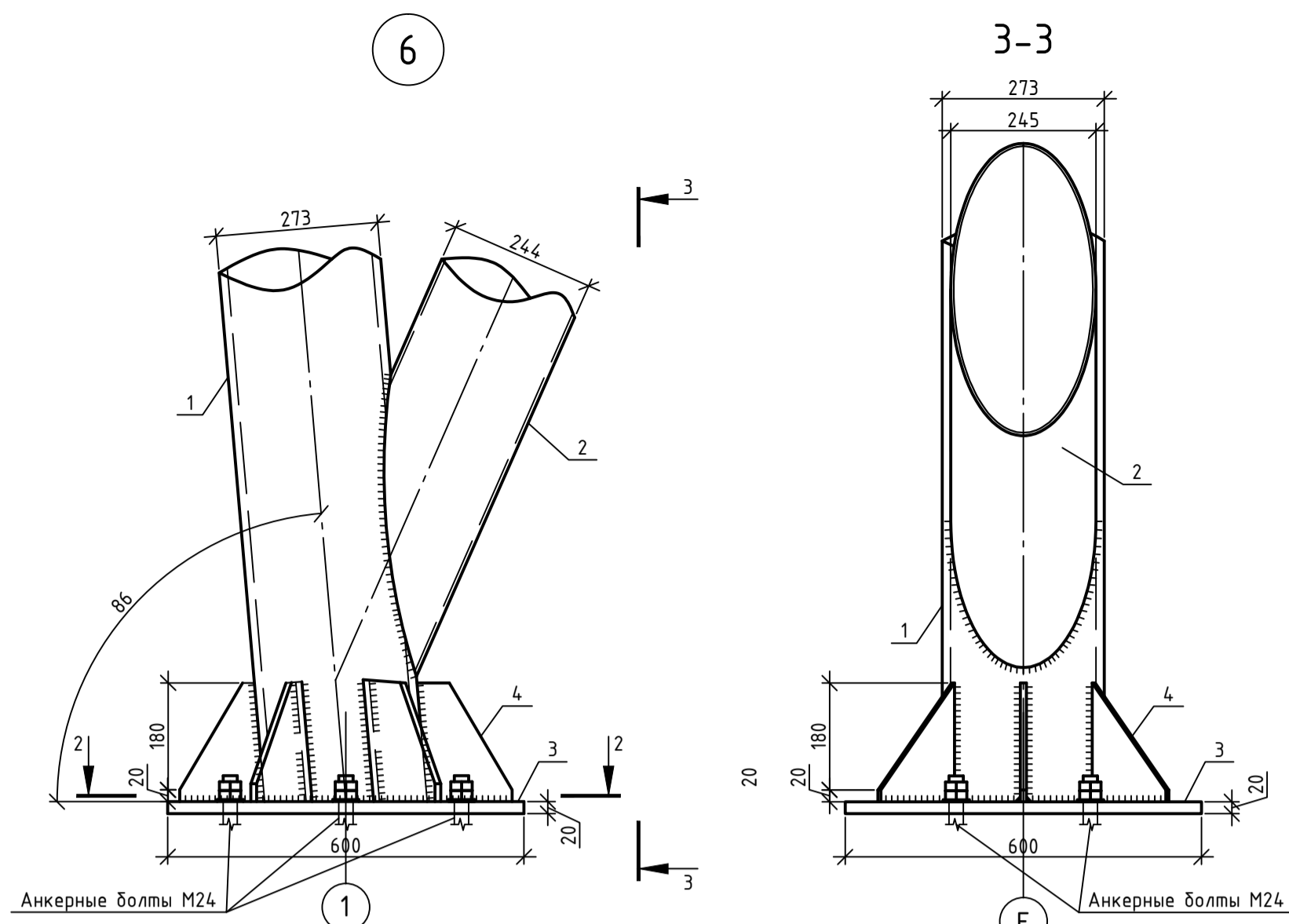
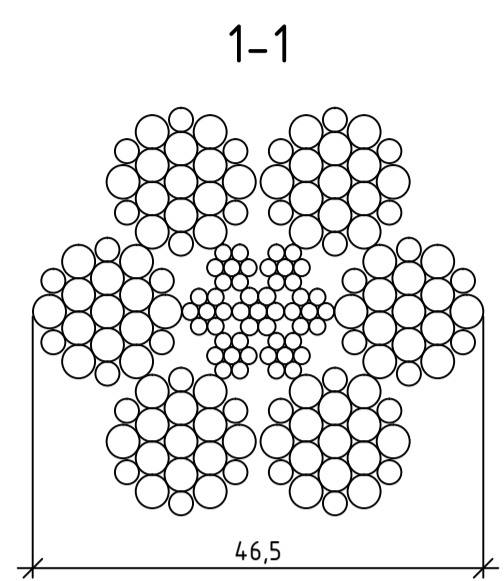
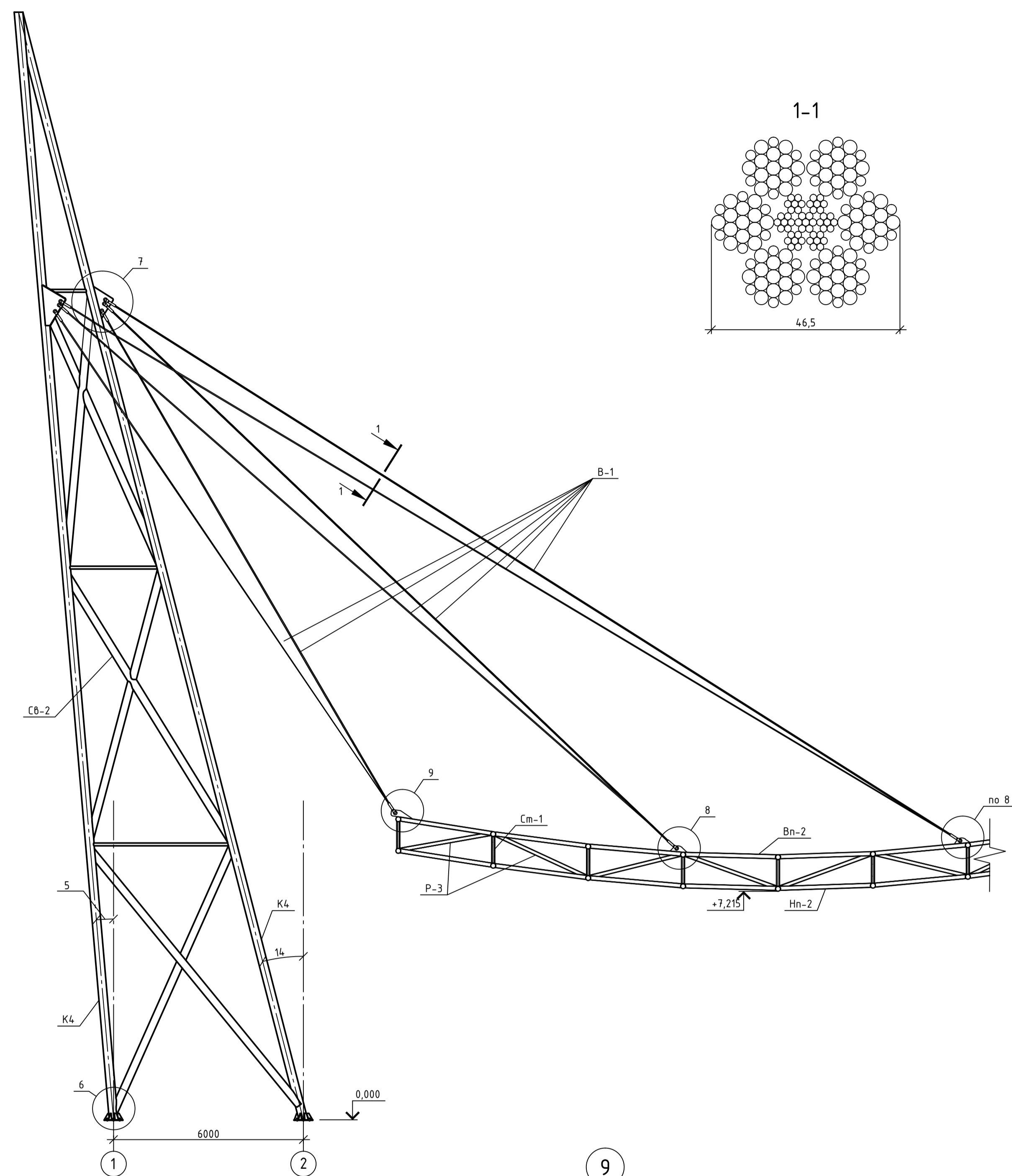
- Смотреть совместно с листом 5.
- Размеры фермы на геометрической схеме даны по геометрическим осям.
- Все высокопрочные болты М16 приняты по ГОСТ Р ИСО 4014-2013.
- Все катеты швов - 5 мм, кроме азсваренных.
- На узлах профнастила 114-750-1,0 условно не показан.
- Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде инертного газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70 ф1,4-2,0 мм.

ДП - 08.05.01 - КМ				
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. чл.	Лист	№ док.	Подпись
Разработал	Курбанов Е.А.			
Консультант	Плясунов Е.Г.			
Руководитель	Плясунов Е.Г.			
Н.к. контроль	Плясунов Е.Г.			
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.			
		Стадия	Лист	Листов
		Р	6	
		Кафедра СКУС		

Пилон.
Вид спереди



Пилон с фрагментом консоли.
Вид сбоку



Ведомость деталей

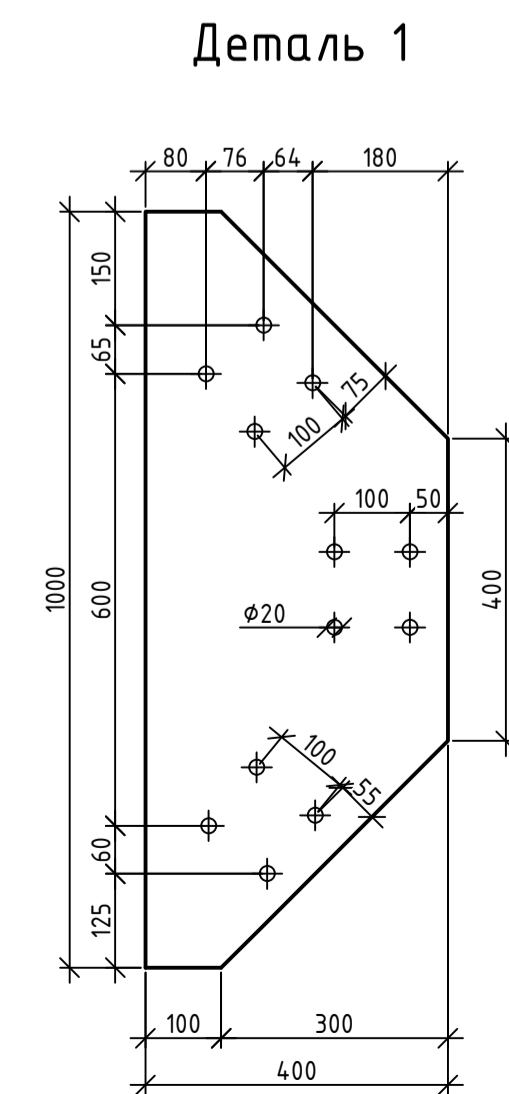
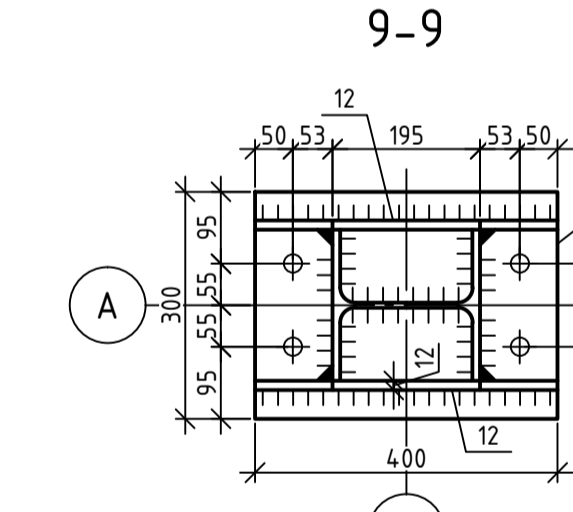
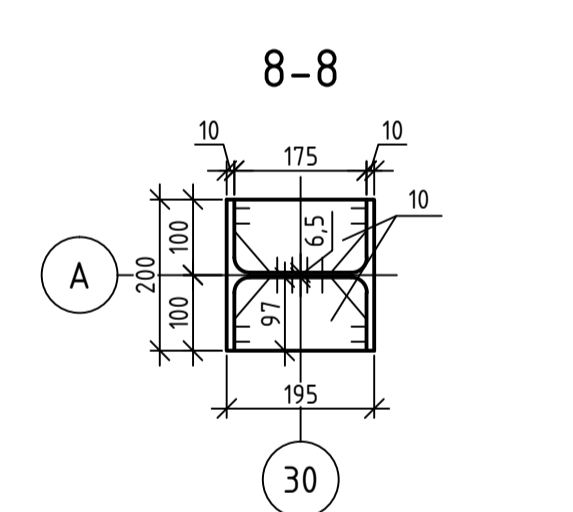
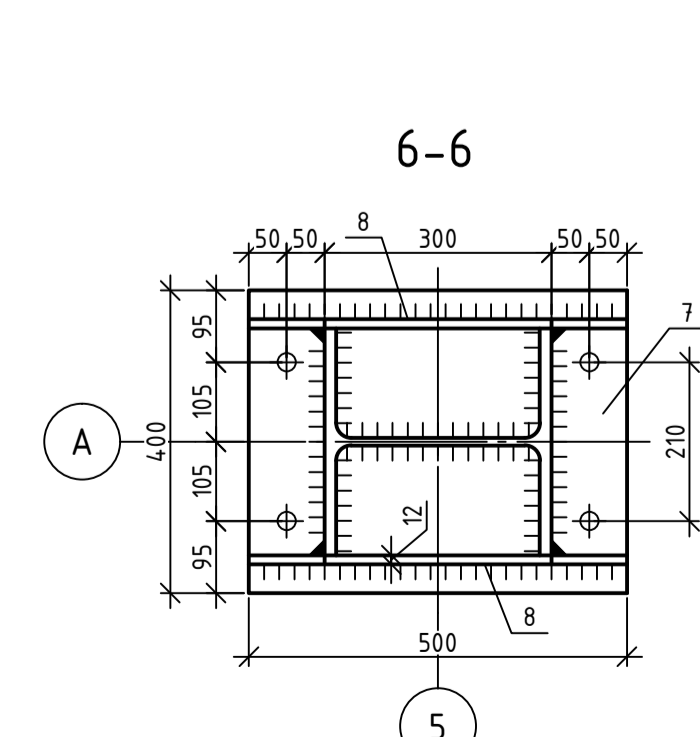
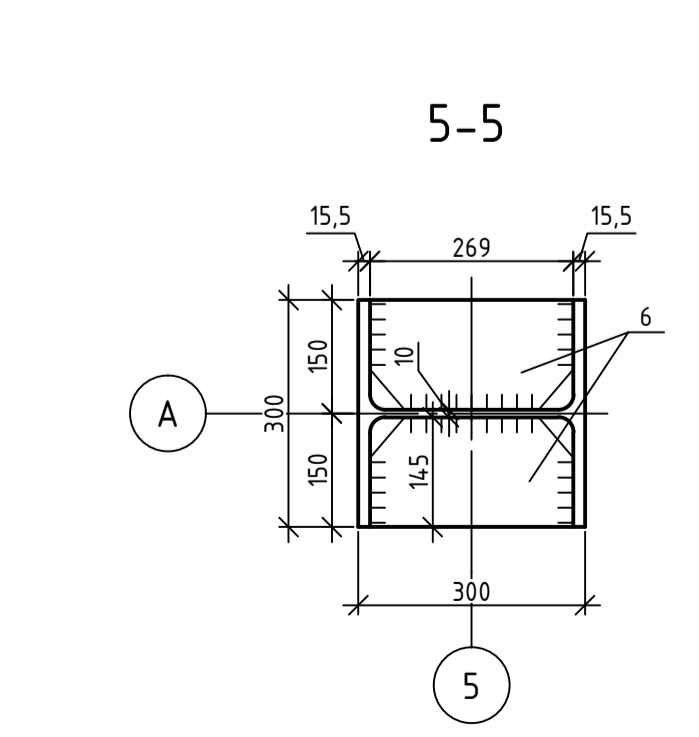
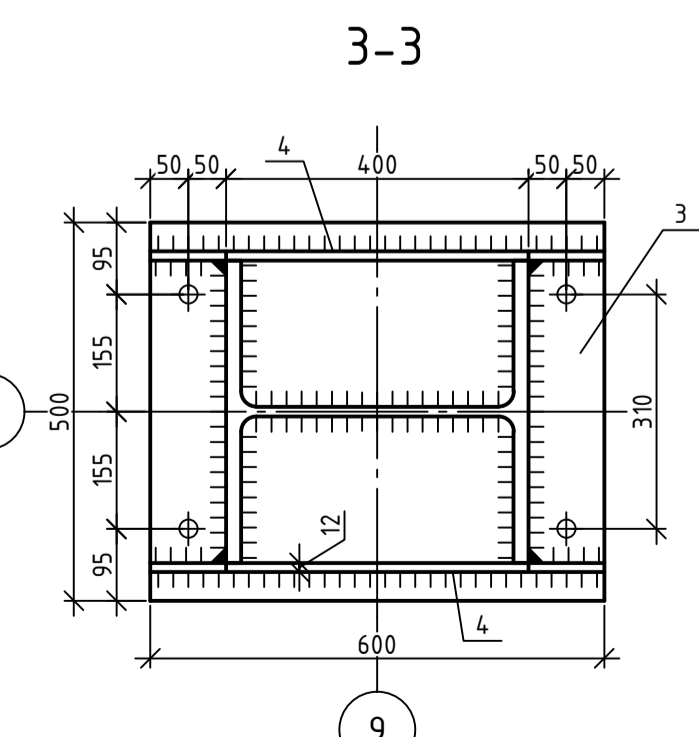
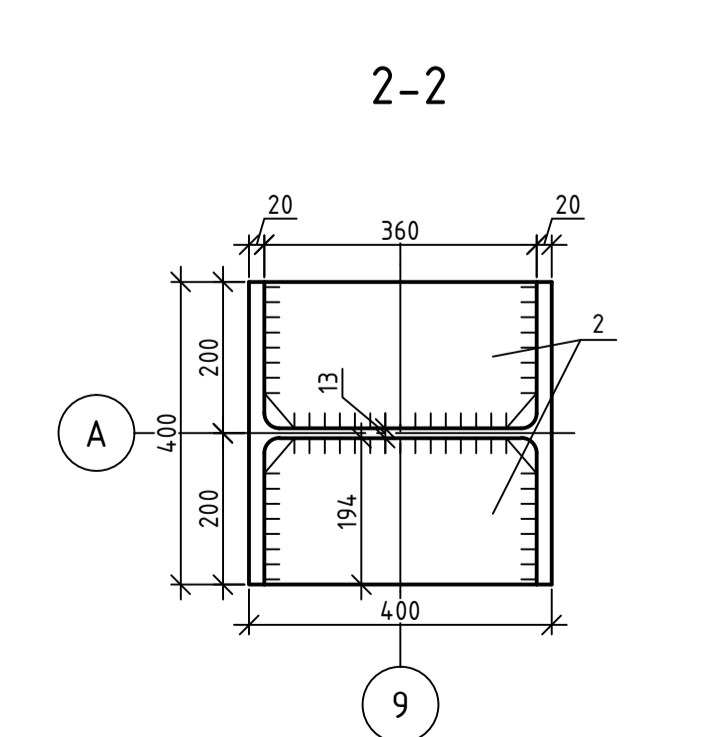
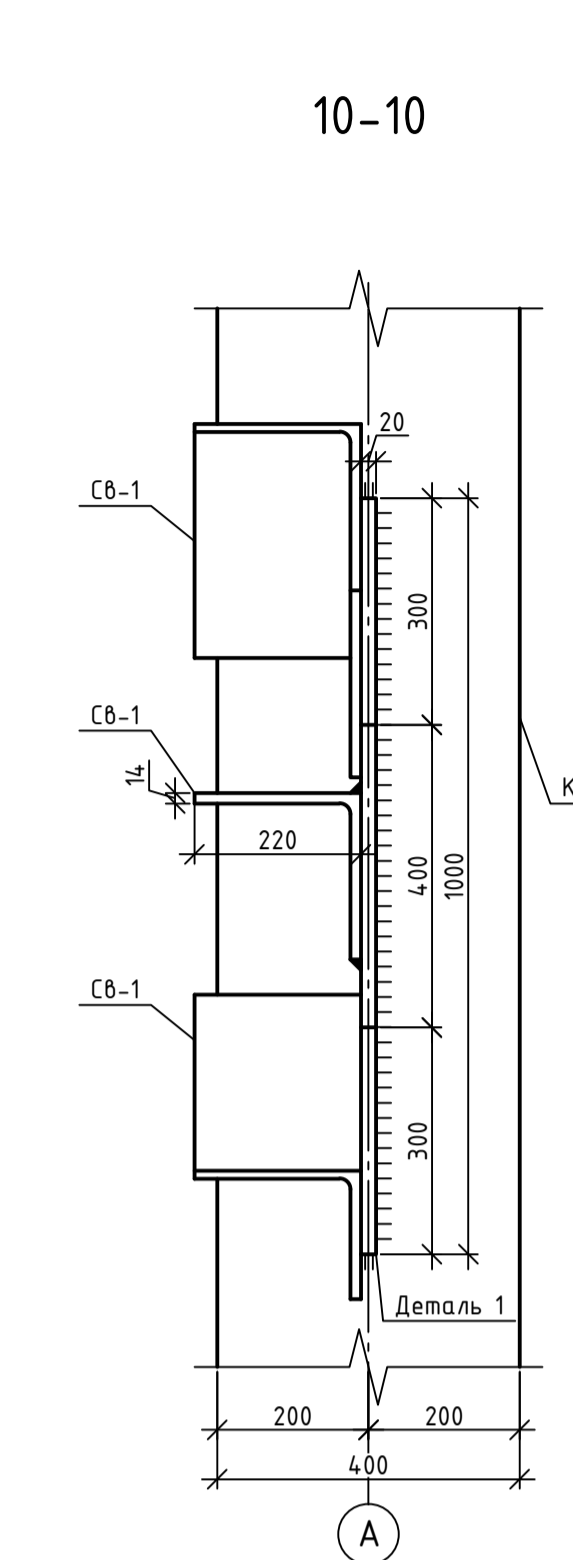
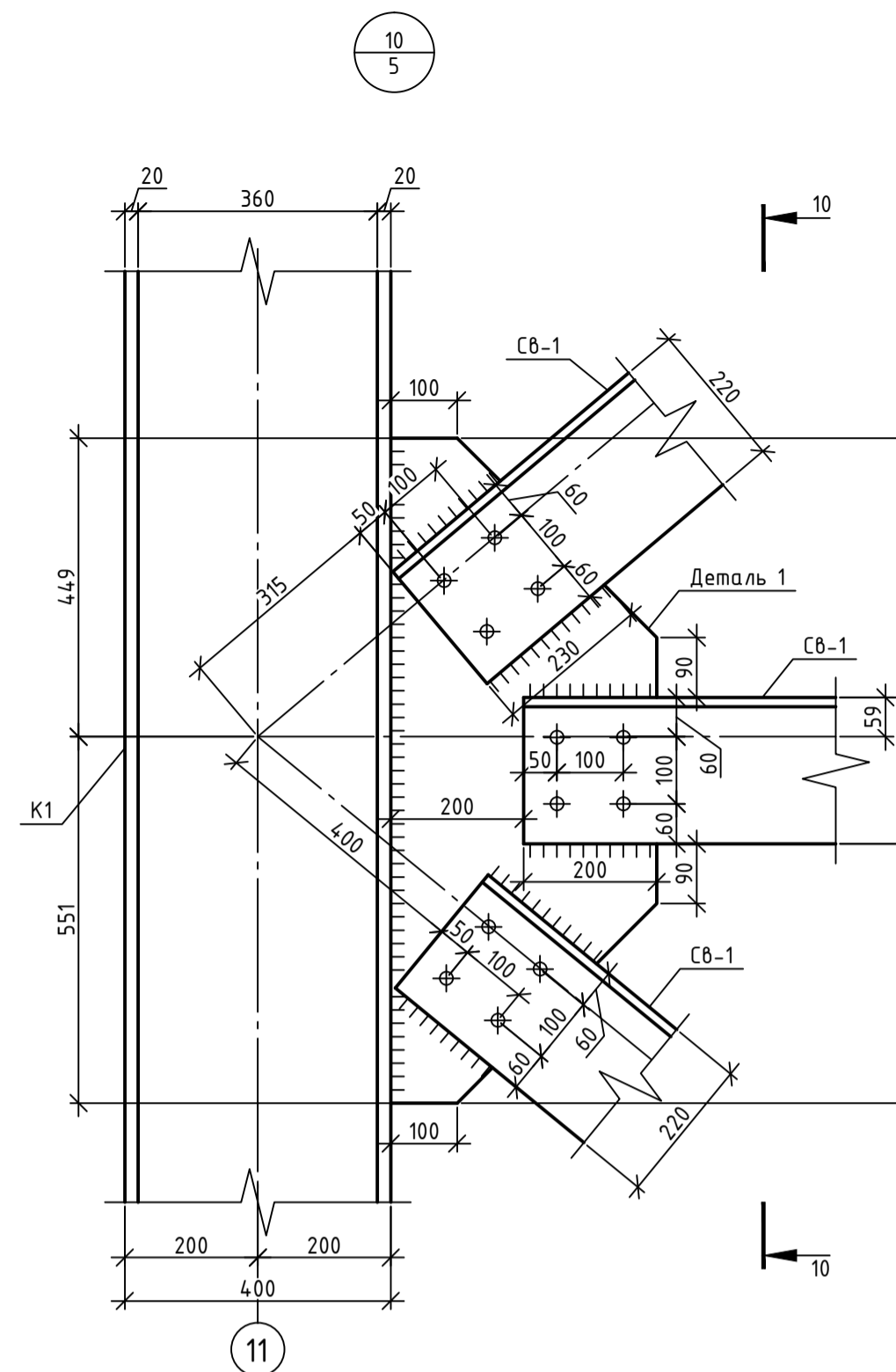
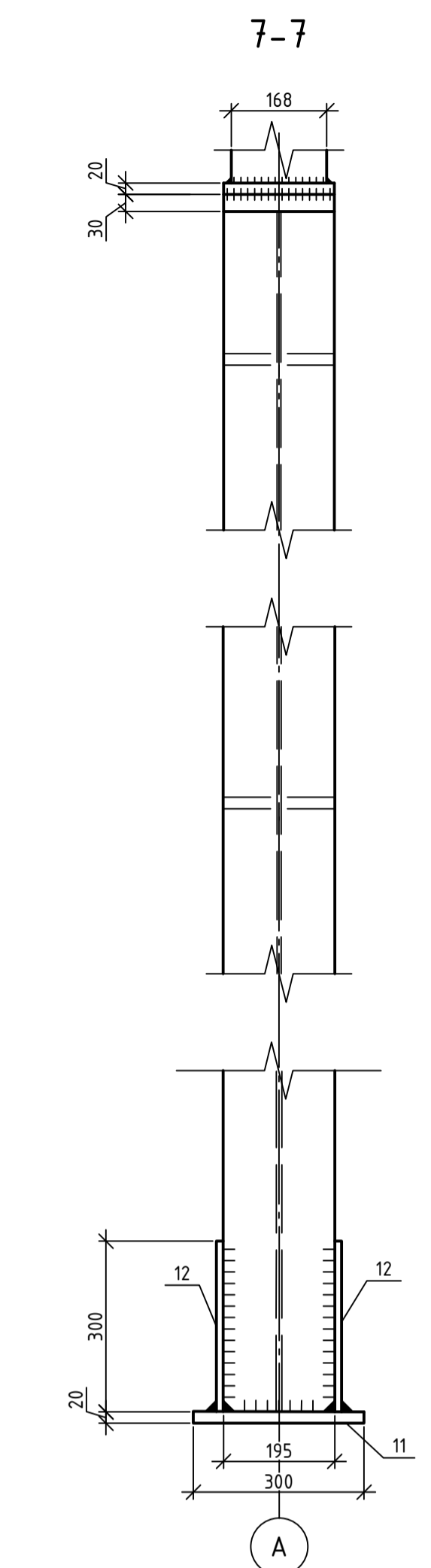
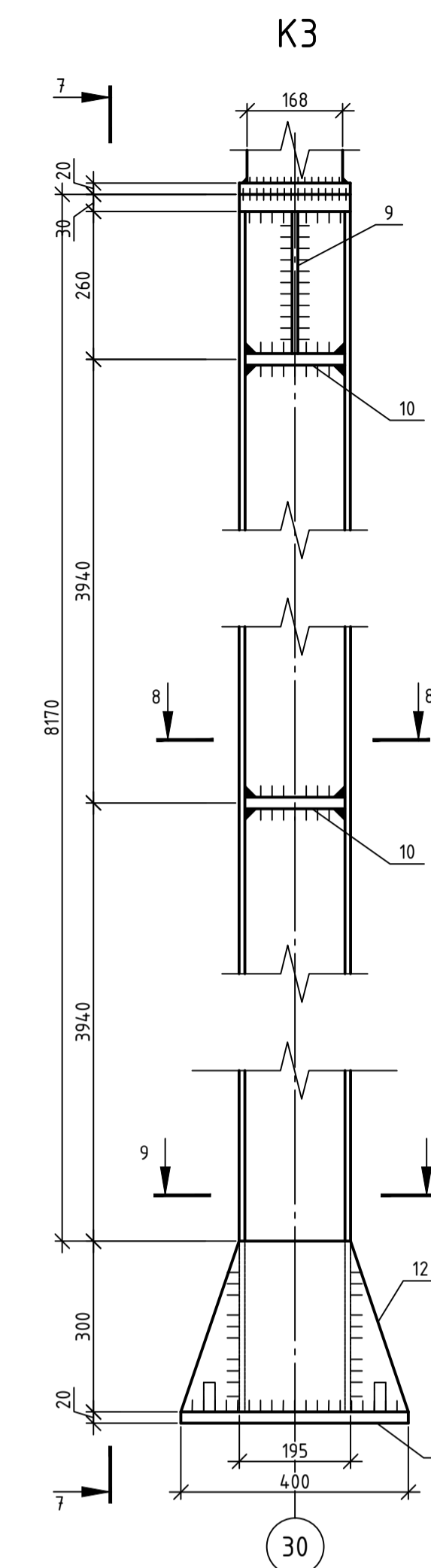
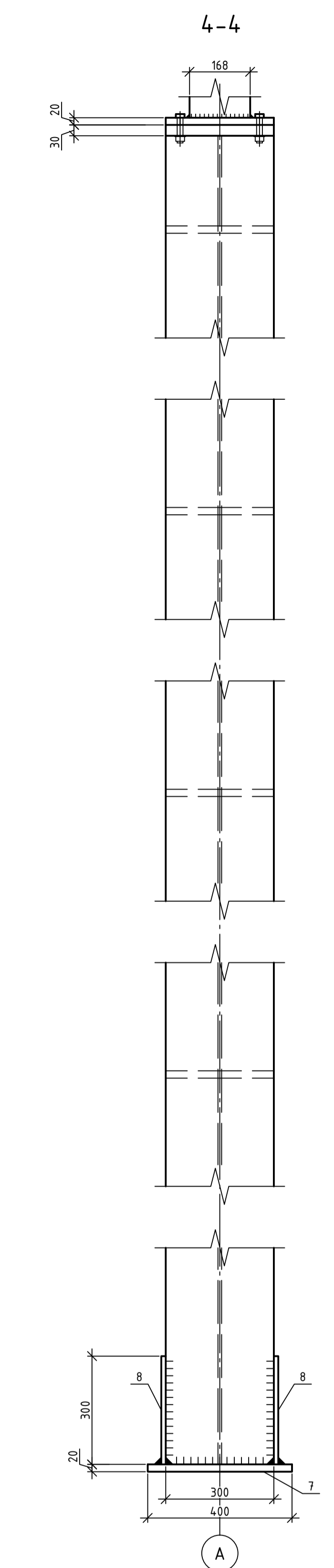
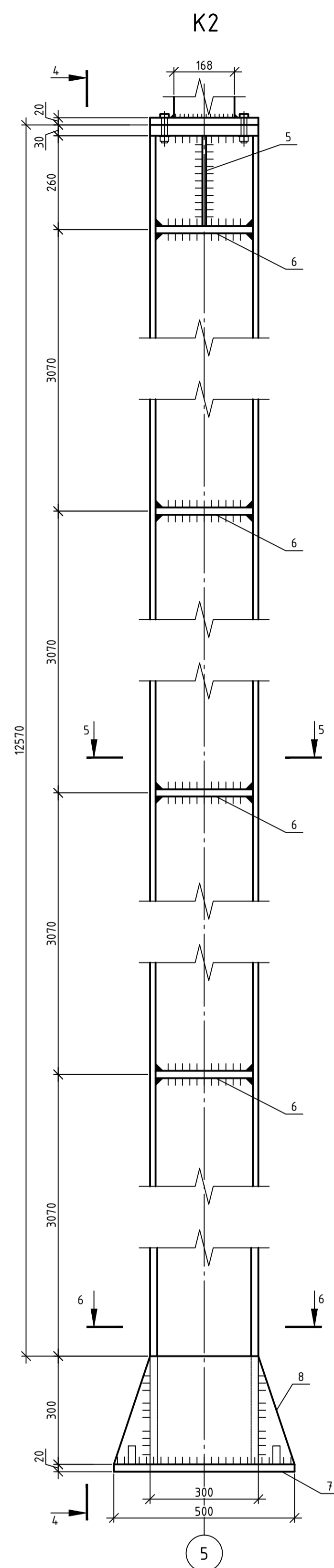
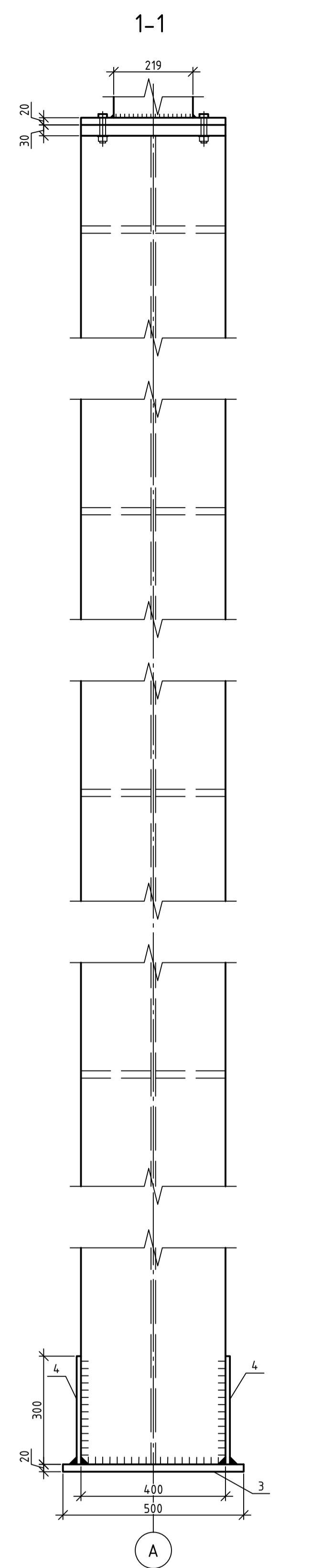
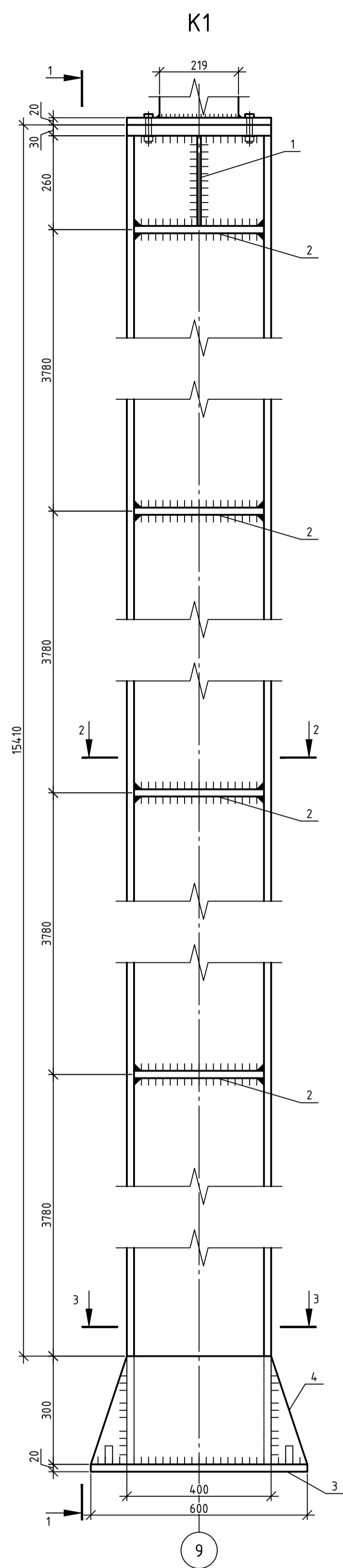
Поз.	Эскиз
4	
5	
7	
11	
13	

Спецификация элементов пилона

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	ГОСТ 32931-2015	273,0x14,0 09Г2С	3	3229,9	
2	ГОСТ 32931-2015	244,5x5,0 09Г2С	18	267,84	
3	ГОСТ 27772-2015	φ600 t=20 С345	3	44,37	
4	ГОСТ 27772-2015	200x160 t=20 С345	18	1,63	
5	ГОСТ 27772-2015	755x715 t=20 С345	3	42,71	
6	ГОСТ 14954-80	Канат двойной свивки типа ЛК-Р φ46,5	9	285,55	
7		Муфта закрытая обжимная концевая В910-50	18		
8	ГОСТ 32931-2015	133,0x5,0 09Г2С	12	94,68	
9	ГОСТ 32931-2015	114,0x5,0 09Г2С	12	80,64	
10	ГОСТ 32931-2015	57,0x3,0 09Г2С	12	4	
11	ГОСТ 27772-2015	500x165 t=20 С345	6	7,89	
12	ГОСТ 32931-2015	159,0x5,0 09Г2С	12	115,5	
13	ГОСТ 27772-2015	700x200 t=20 С345	3	15,27	

1. Все высокопрочные болты приняты по ГОСТ Р ИСО 4014-2013.
2. Все катеты швов - 6 мм, кроме оговоренных.
3. На видах пилон профнастил 114-750-1,0 условно не показан.
4. Закрепление вант осуществляется с помощью закрытой обжимной муфты В910-50.

ДП - 08.05.01 - КМ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Курбатов Е.А.				
Консультант	Плещин Е.Г.				
Руководитель	Плещин Е.Г.				
Н. контроль	Плещин Е.Г.				
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.				
Центр авиалайнеров с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярск		Стадия	Лист	Листов	
		Р	7		
Пилон. Вид спереди; Пилон с фрагментом консоли; Узлы 6, 7, 8, 9; Ведомость деталей; Спецификация элементов пилона		Кафедра СКЦС			



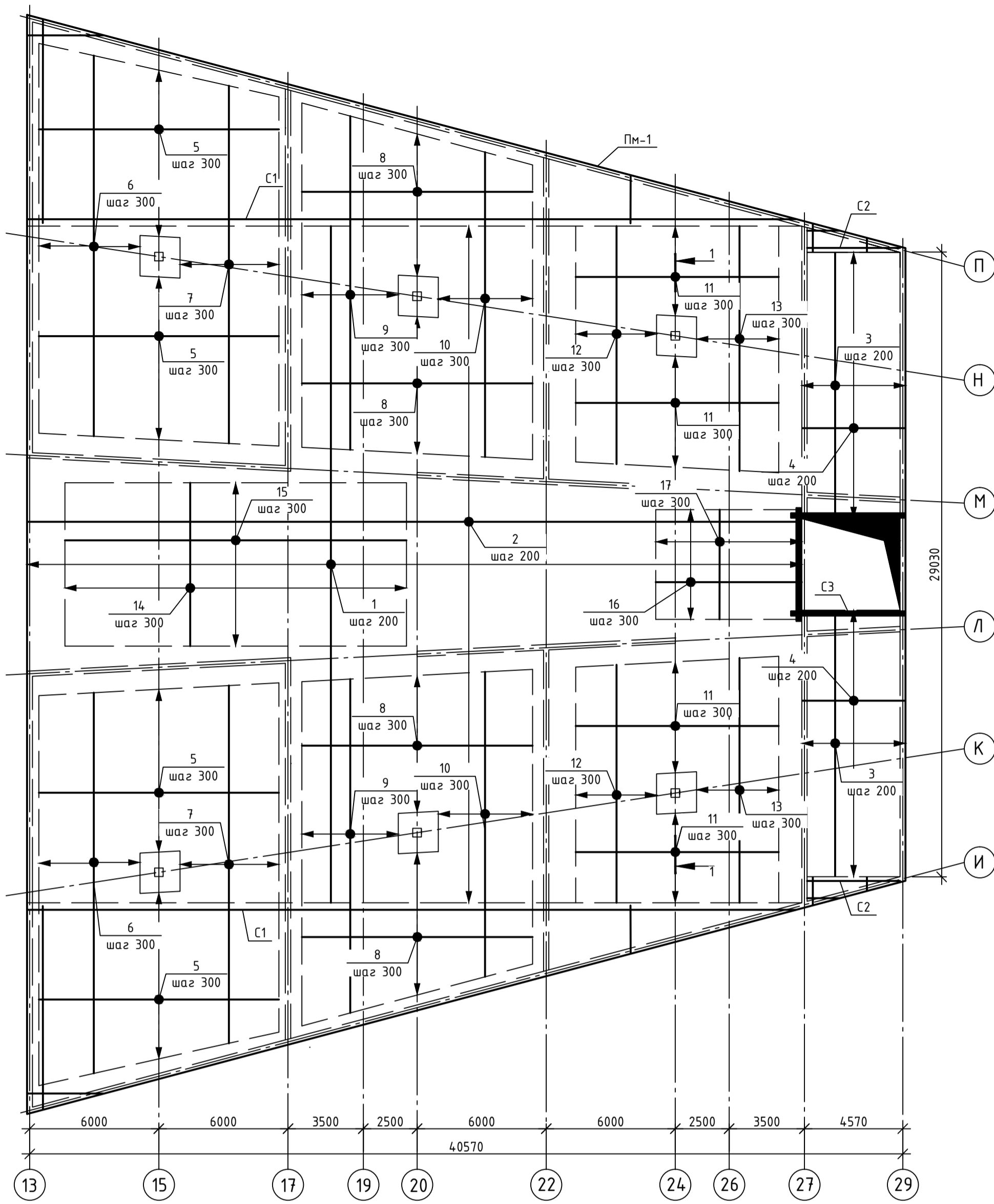
Спецификация элементов колонны

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
Колонна К1					
1	ГОСТ 27772-2015	260x194 t=10 С345	2	3,96	
2	ГОСТ 27772-2015	360x194 t=20 С345	8	10,97	
3	ГОСТ 27772-2015	500x600 t=20 С345	1	47,1	
4	ГОСТ 27772-2015	300x600 t=12 С345	2	16,96	
Колонна К2					
5	ГОСТ 27772-2015	260x145 t=10 С345	2	2,96	
6	ГОСТ 27772-2015	269x145 t=20 С345	8	6,12	
7	ГОСТ 27772-2015	400x500 t=20 С345	1	31,4	
8	ГОСТ 27772-2015	300x500 t=12 С345	2	14,13	
Колонна К3					
9	ГОСТ 27772-2015	260x97 t=10 С345	2	1,98	
10	ГОСТ 27772-2015	175x97 t=20 С345	4	2,67	
11	ГОСТ 27772-2015	300x400 t=20 С345	1	18,84	
12	ГОСТ 27772-2015	300x400 t=12 С345	2	11,3	

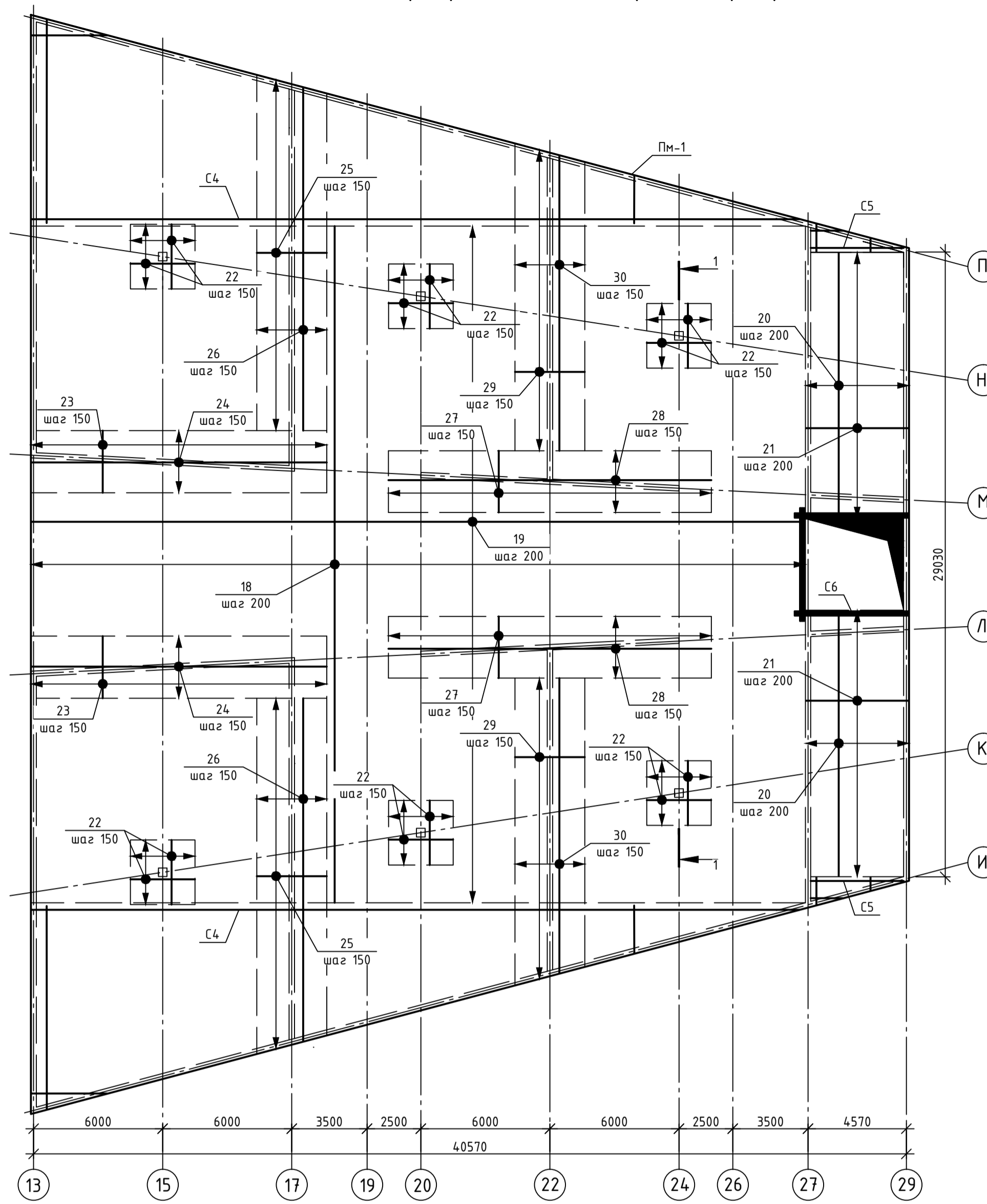
- Смотреть совместно с листом 5.
- Все высокопрочные болты М20 и М24 приняты по ГОСТ Р ИСО 4014-2013.
- Все катеты швов - 5 мм, кроме оговоренных.
- Сварные швы выполнять полуавтоматом в среде углекислого газа проволокой СВ-08Г2С по ГОСТ 2246-70, ϕ 1,4-2,0 мм.

ДП - 08.05.01 - КМ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. цз.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Куратов Е.А.				
Консультант	Плясунов Е.Г.				
Руководитель	Плясунов Е.Г.				
Н. контроль	Плясунов Е.Г.				
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.				
Центр авиалетовозовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске				Стадия	Лист
Колонна К1, К2, К3; Узел 10; Деталь 1; Спецификация элементов колонны				Р	8
Кафедра СКШС					

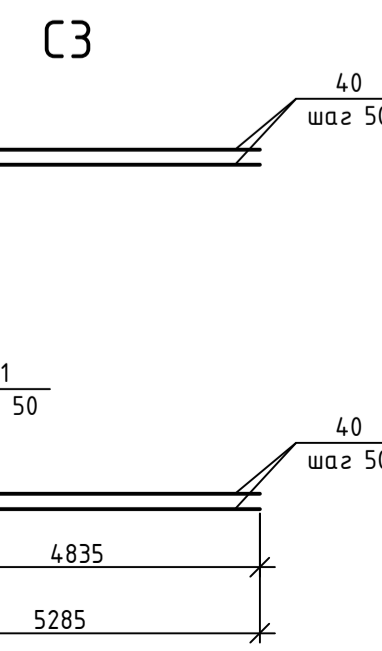
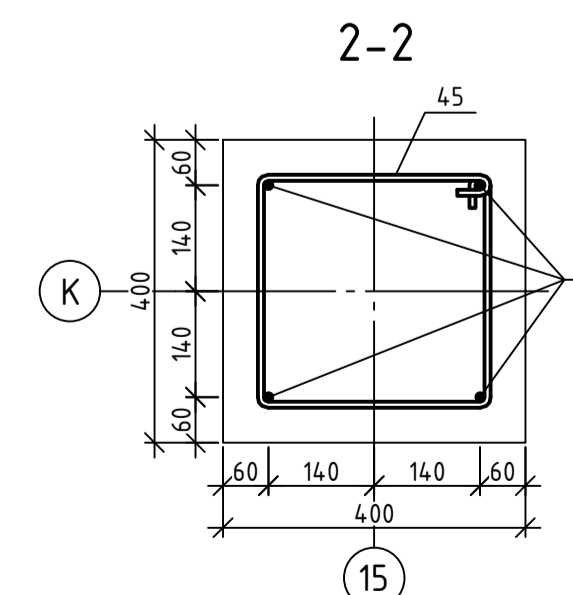
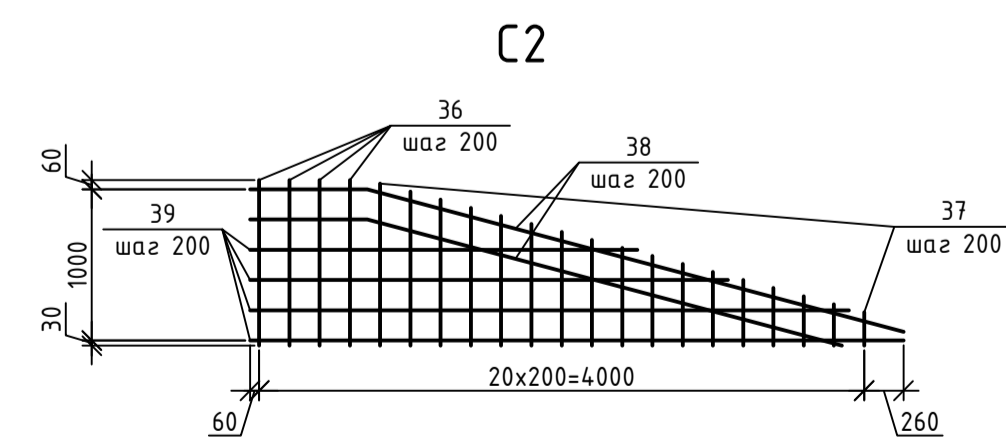
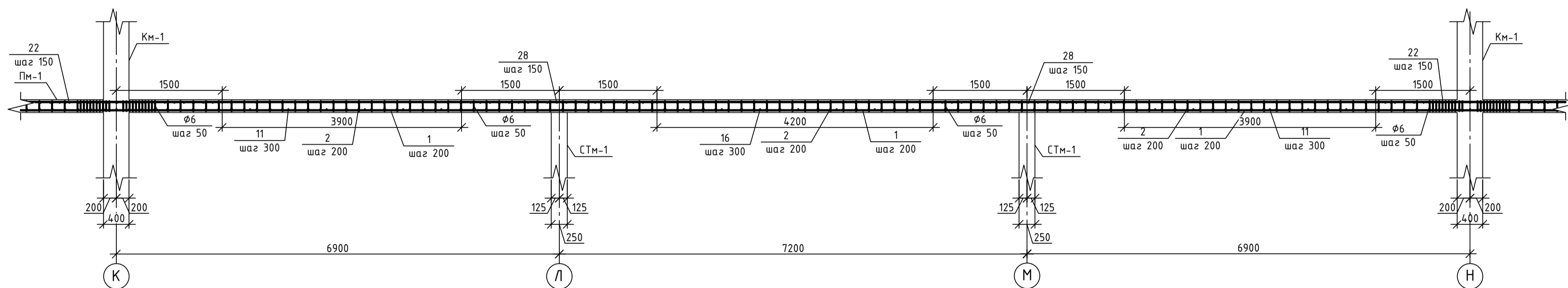
Монолитное перекрытие Пм-1 (нижнее армирование)



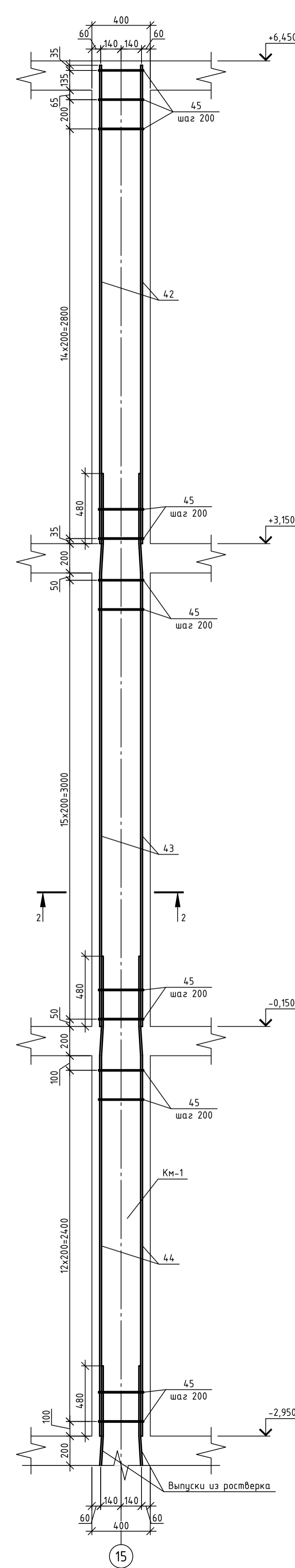
Монолитное перекрытие Пм-1 (верхнее армирование)



1-1



Колонна Км-1



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
Перекрытие Пм-1					
Детали					
1	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=31400 мм	181	19,37	
2	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=35900 мм	158	22,15	
3	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=12300 мм	50	7,59	
4	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=4700 мм	126	2,9	
5	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=11100 мм	102	6,85	
6	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=17600 мм	32	10,86	
7	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=16600 мм	32	10,24	
8	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=10700 мм	90	6,6	
9	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=15500 мм	30	9,56	
10	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=14100 мм	30	8,7	
11	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=9400 мм	64	5,8	
12	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=11000 мм	26	6,79	
13	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=11300 мм	26	6,97	
14	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=7500 мм	53	4,63	
15	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=15800 мм	26	9,75	
16	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=6700 мм	17	4,13	
17	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=5000 мм	23	3,09	
18	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=31400 мм	181	27,88	
19	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=35900 мм	158	31,88	
20	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=12300 мм	50	10,92	
21	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=4700 мм	126	4,17	
22	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=3000 мм	252	1,85	
23	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=2800 мм	184	1,73	
24	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=13700 мм	38	8,45	
25	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=3200 мм	218	1,97	
26	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=16200 мм	44	10	
27	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=2800 мм	202	1,73	
28	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=15000 мм	38	9,26	
29	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=3200 мм	186	1,97	
30	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=13900 мм	44	8,58	
Материалы					
		ГОСТ 25192-2012	Бетон класса В25	328,4	м³
Сетка С1					
31	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=9435 мм	17	5,82	
32	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l от 790 до 9400 мм	161	0,49-5,8	
33	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=36830 мм	2	22,72	
34	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=35680 мм	3	22,01	
35	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l от 5100 до 35490 мм	42	3,15-21,9	
Сетка С2					
36	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=1090 мм	4	0,67	
37	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l от 220 до 1070 мм	17	0,14-0,66	
38	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l=4440 мм	2	2,74	
39	ГОСТ 34028-2016	φ10 А500 l от 2560 до 4320 мм	4	1,58-2,67	
Сетка С3					
40	ГОСТ 34028-2016	φ6 А240 l=5285 мм	10	1,17	
41	ГОСТ 34028-2016	φ6 А240 l=5250 мм	5	1,16	
Колонна КМ-1					
Детали					
42	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=3270 мм	4	2,9	
43	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=3780 мм	4	3,36	
44	ГОСТ 34028-2016	φ12 А500 l=3280 мм	4	2,91	
45	ГОСТ 34028-2016	φ8 А240 l=1290 мм	44	0,51	
Материалы					
		ГОСТ 25192-2012	Бетон класса В25	1,504	м³

Ведомость расхода стали, кг

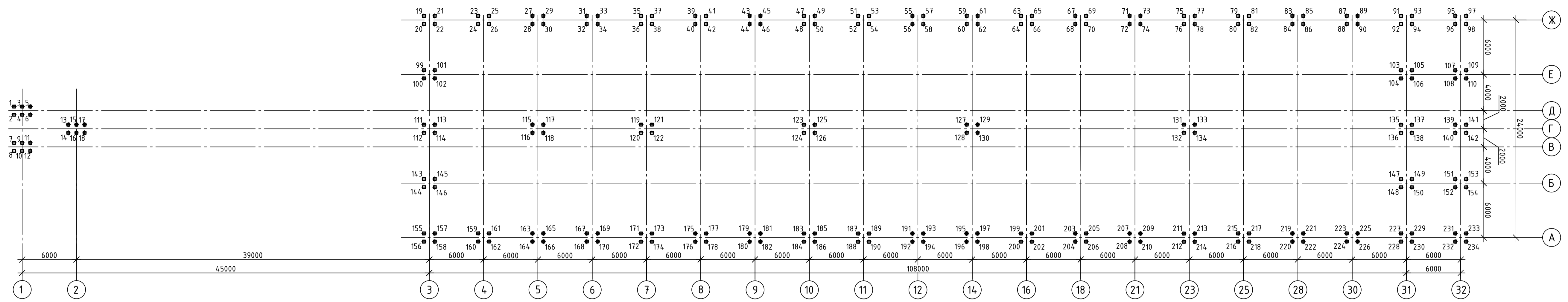
Марка элемента	Изделия арматурные					Всего
	Арматура класса					
	А240	А500	Итого			
Плита ПМ-1	214,32	-	214,32	15055,76	1154,74	26424,82
Колонна КМ-1	-	22,44	22,44	-	36,68	59,12

ДП - 08.05.01 - КЖ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"						
Инженерно-строительный институт						
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
Разработал	Курбатов Е.А.					
Консультант	Пляскин Е.Г.					
Руководитель	Пляскин Е.Г.					
Н. контроль	Пляскин Е.Г.					
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.					
Центр обслуживания и консольных вылетов конструкций покрытия в г. Красноярске				Стация	Лист	Листов
				Р	9	
Монолитное перекрытие Пм-1 (нижнее и верхнее армирование); Колонна Км-1; 1-1, 2-2, С1, С2, С3; Спецификация элементов; Ведомость расхода стали				Кафедра СКУС		

1. Армирование плиты перекрытия выполнять отдельными стержнями.
2. Основные стержни укладываются по всей площади перекрытия.
3. Дополнительные стержни укладываются в плоскости основных стержней одного с ним направления, между основными стержнями со смещением.
4. Стыки арматуры выполнять внахлестку.
5. Стыки основных арматурных стержней производить в разбежку с дополнительными стержнями.

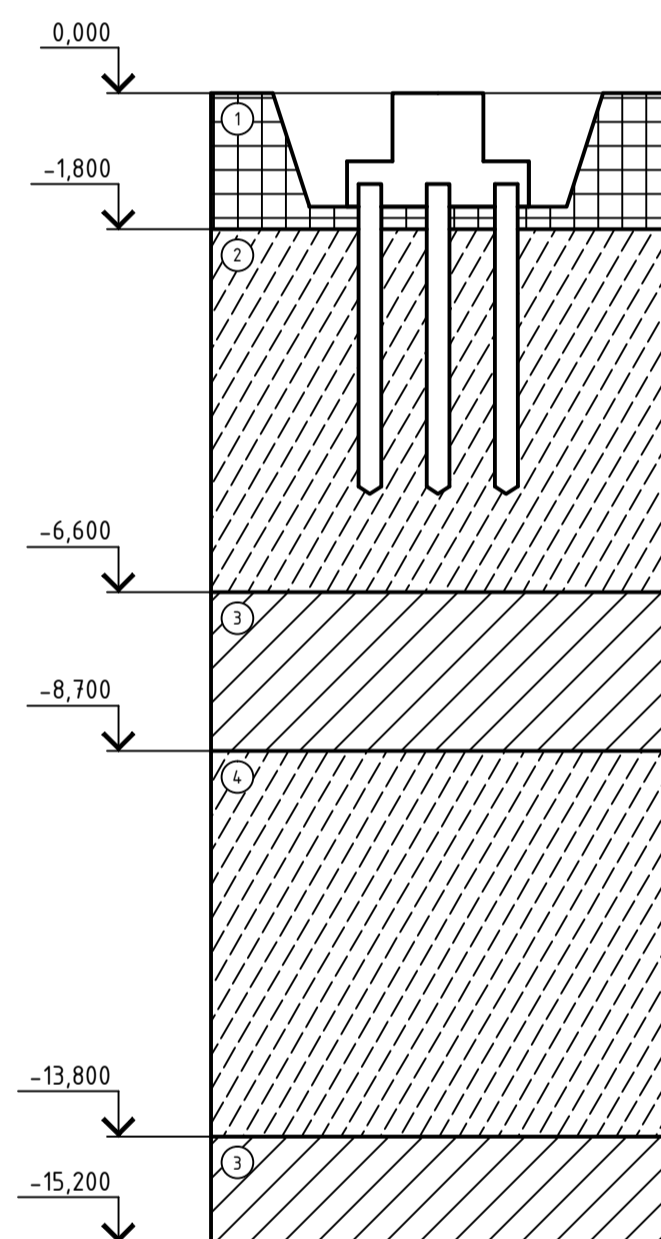
План свайного поля на отметке -1,500



Значение нагрузки на фундамент

Расчетная схема	Вид расчета	Колонна	N, кН	M, кН*м	Q, кН
	По I предельному состоянию	K1	314,46	55,9	21
		K4	1514,8	5,33	1,39

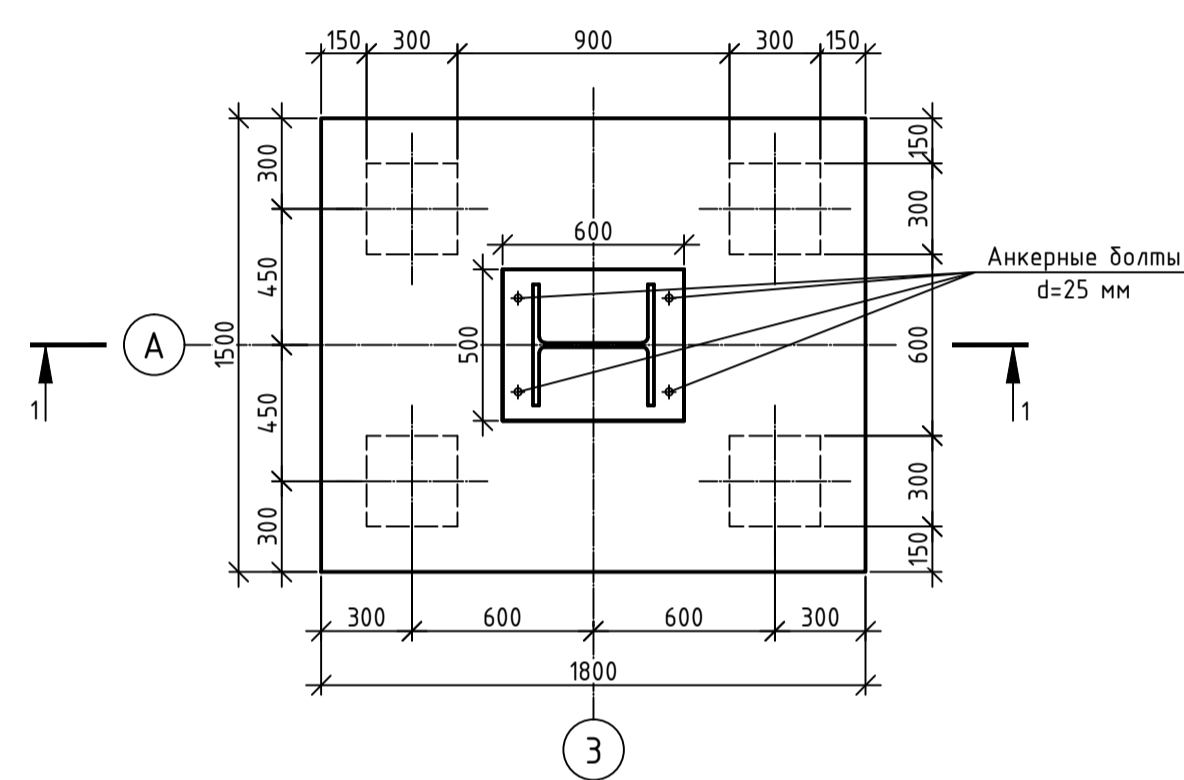
Инженерно-геологический разрез



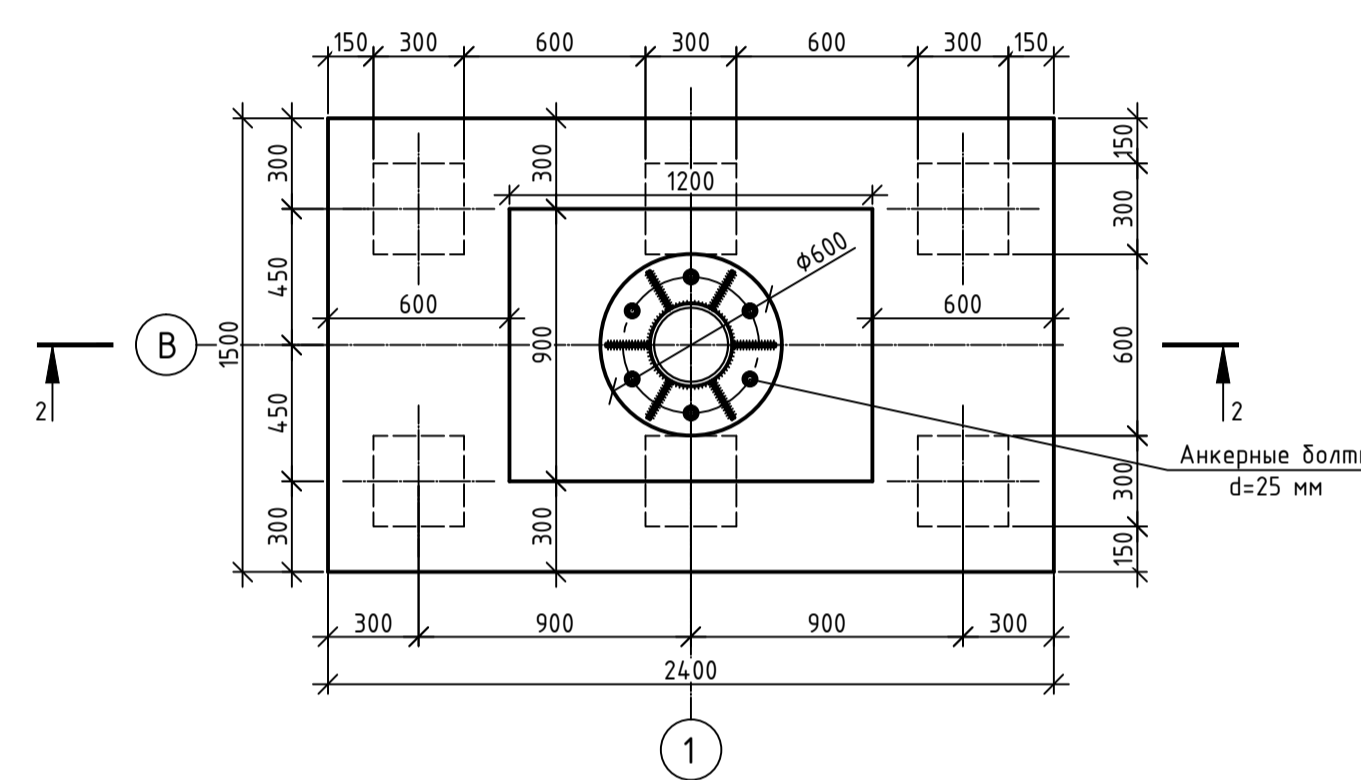
Условные обозначения

- насыпной грунт
- суглинь пластичная
- суглинок полутвердый
- суглинь тяжелая пластичная

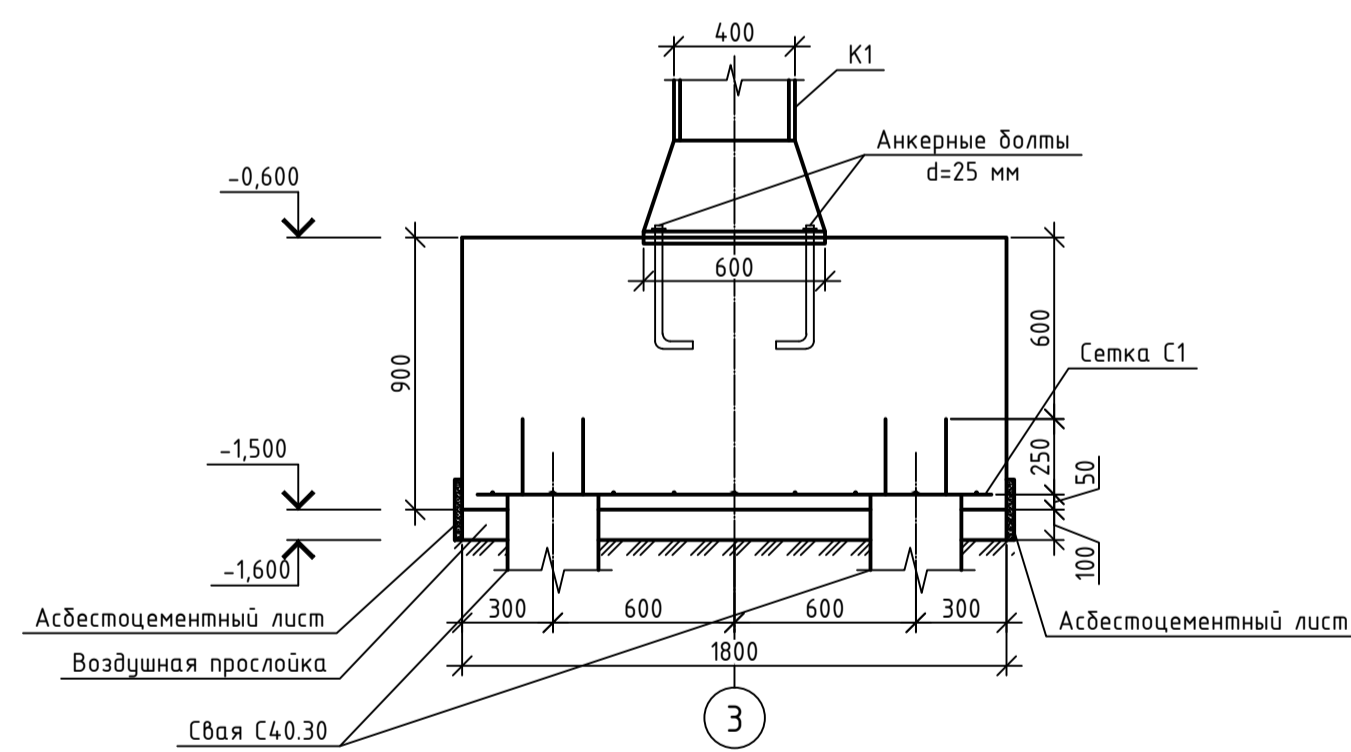
Ростерок Рм-1



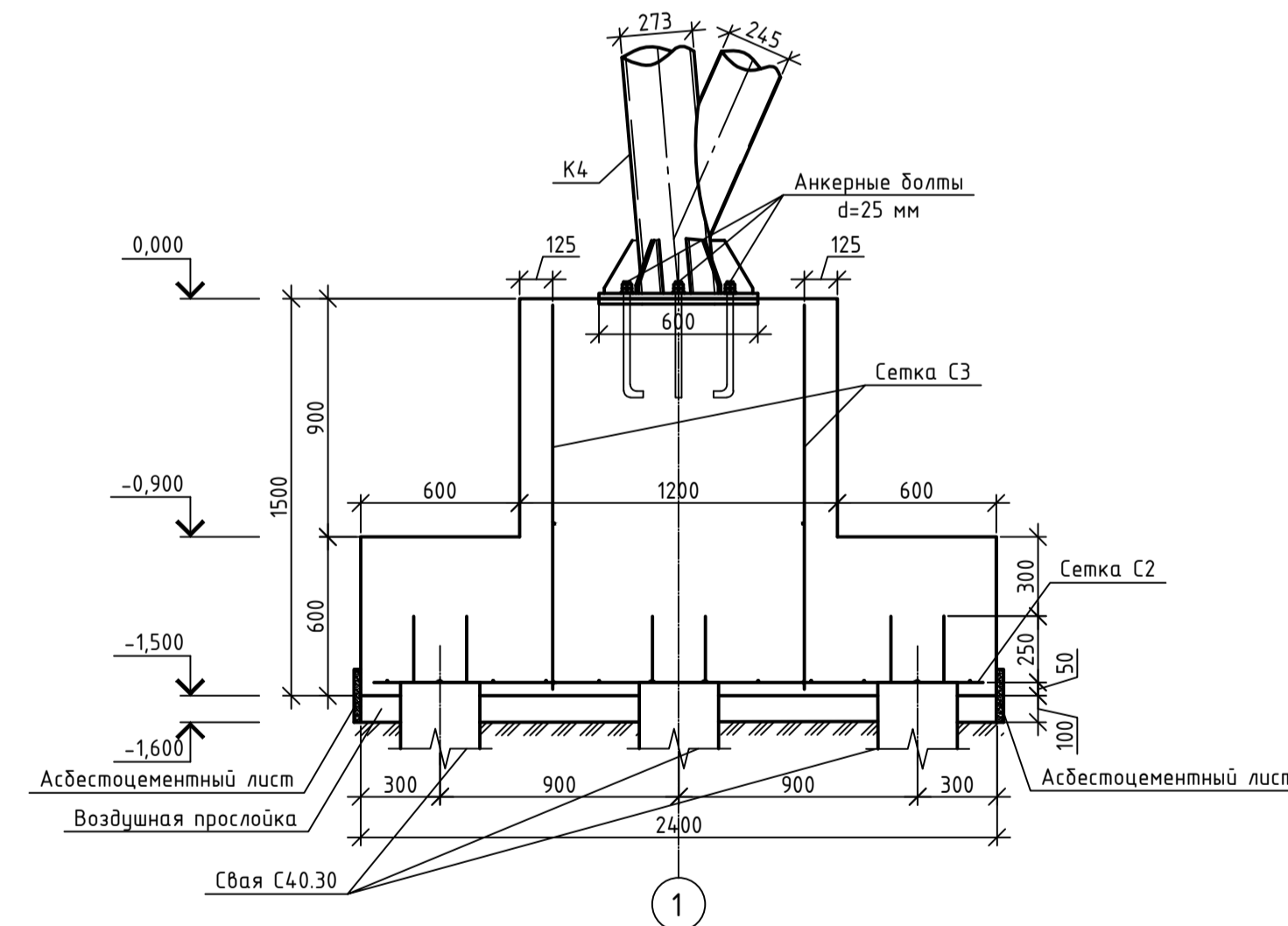
Ростерок Рм-2



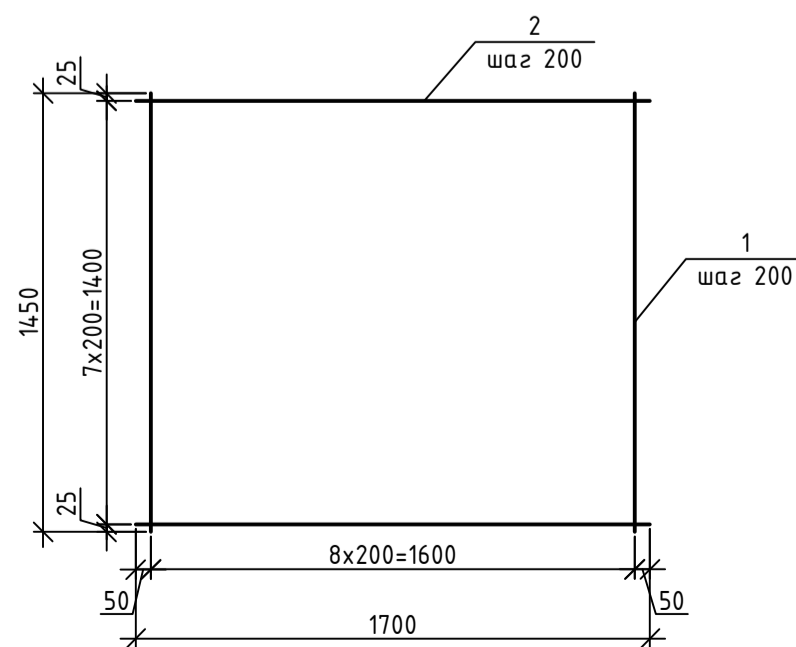
Разрез 1-1



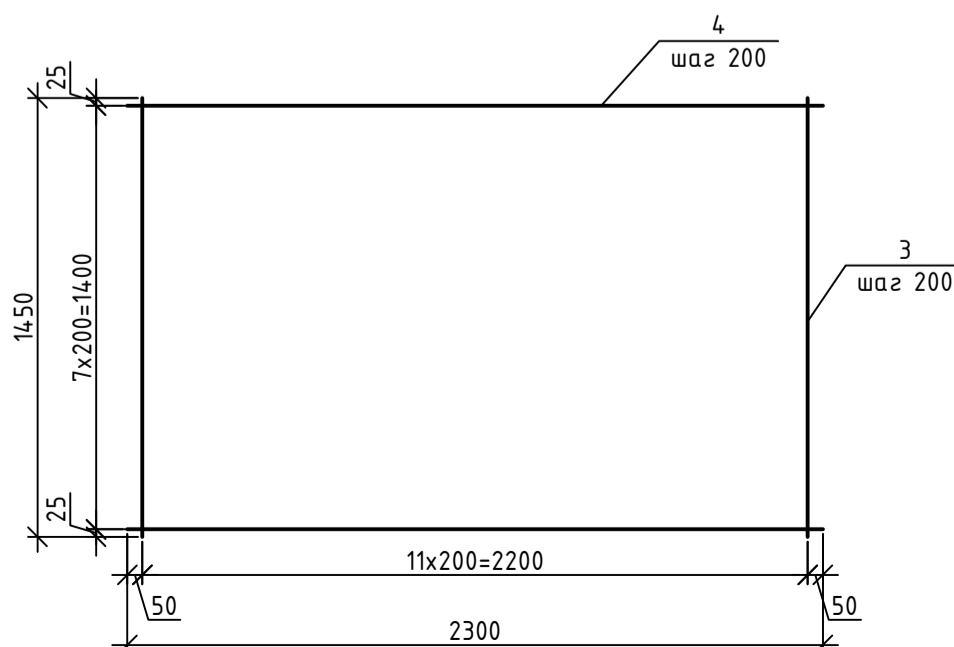
Разрез 2-2



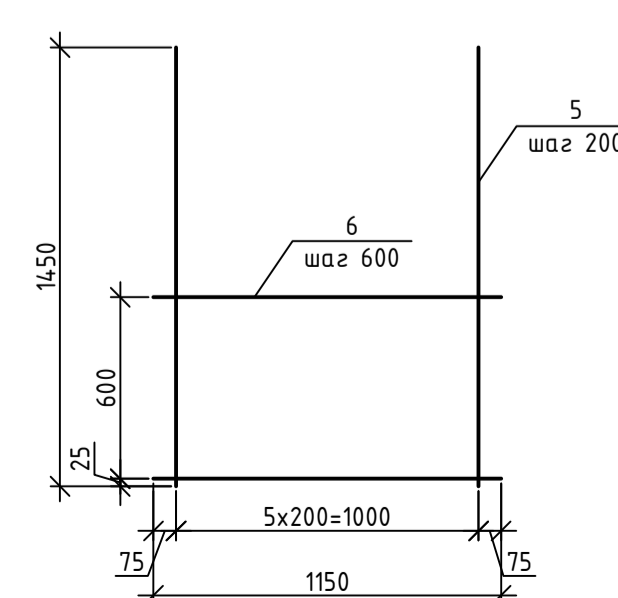
C1



C2



C3



Спецификация элементов

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
	ГОСТ 19804-2012	Свая железобетонная С40.30	234	930	
		Ростерок Рм-1			
		Детали			
		Арматурная сетка С1	1		
1	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400 l=1450 мм	9	0,89	
2	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400 l=1700 мм	8	1,05	
		Материалы			
		Бетон В12,5, F75, W4	2,43		м³
		Ростерок Рм-2			
		Детали			
		Арматурная сетка С2	1		
3	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400 l=1450 мм	12	0,89	
4	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400 l=2300 мм	8	1,42	
		Арматурная сетка С3	2		
5	ГОСТ 34028-2016	φ10 А400 l=1450 мм	6	0,89	
6	ГОСТ 34028-2016	φ6 А240 l=1150 мм	2	0,26	
		Материалы			
		Бетон В12,5, F75, W4	3,13		м³

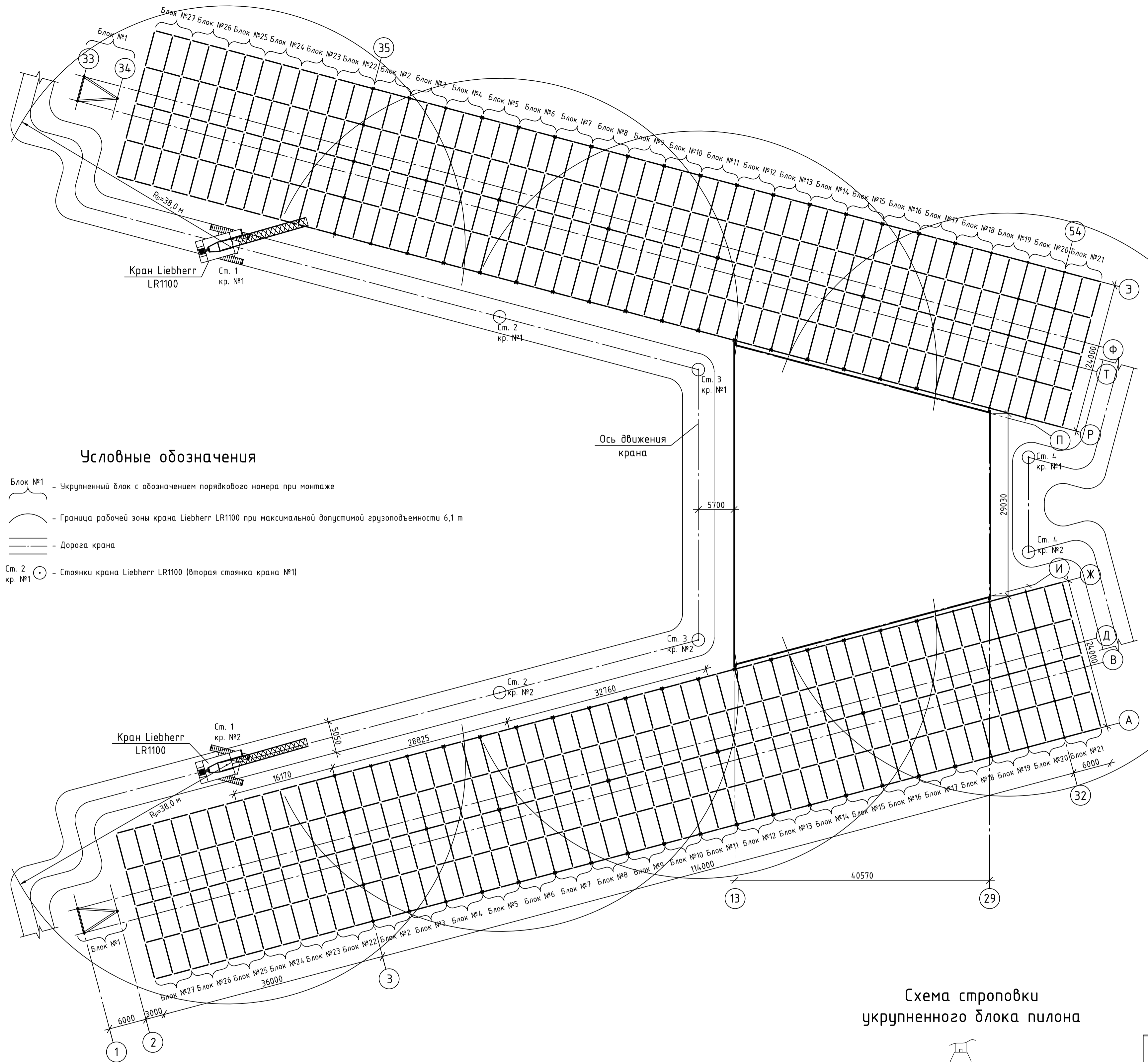
Ведомость расхода стали, кг

Тип ростерка	Марка элемента	Изделия арматурные				Общий расход
		Арматура класса А240		Арматура класса А400		
		φ6	Итого	φ10	Итого	
Рм-1	С1	-	-	16,41	16,41	16,41
Рм-2	С2	-	-	22,04	22,04	22,04
	С3	1,04	1,04	10,68	10,68	11,72

- За относительные отметки 0,000 принята отметка чистого пола учебного центра, что соответствует абсолютной отметке +198,25.
- Грунты пучинистые. Водосносный горизонт не вскрыт.
- Расчетная глубина промерзания - 2,5 м.
- Сваи рассчитываются как висячие.
- Приняты сваи забивные марки С40.30 по ГОСТ19804-2012, бетон В15, арматура 4φ12А400, заделка свай в ростерке жесткая.
- Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю - 300 кН.
- Между подошвой ростерка и грунтом обеспечить воздушный зазор толщиной 100 мм. Боковые поверхности ростерка закрыть асбестоцементными листами от напыляемого грунта и обмазать горячим битумом в 2 слоя.

ДП - 08.05.01 - КЖ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Курбанов Е.А.				
Консультант	Преснов О.М.				
Руководитель	Плясиной Е.Г.				
Н. контроль	Плясиной Е.Г.				
Зав. кафедрой	Дворничев С.В.				
Центр авиалетостроения с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске				Стадия	Лист
				Р	10
Инженерно-геологический разрез; План свайного поля на отм. -1,500; Ростерок Рм-1; Ростерок Рм-2; Спецификация элементов; Ведомость расхода стали				Кафедра СКЦС	

Схема производства работ при монтаже укрупненных блоков покрытия



Условные обозначения

- Блок №1 - Укрупненный блок с обозначением порядкового номера при монтаже
- Граница рабочей зоны крана Liebherr LR1100 при максимальной допустимой грузоподъемности 6,1 т
- Дорога крана
- Ст. 2 кр. №1 - Стоянки крана Liebherr LR1100 (вторая стоянка крана №1)

Схема монтажа укрупненного блока покрытия

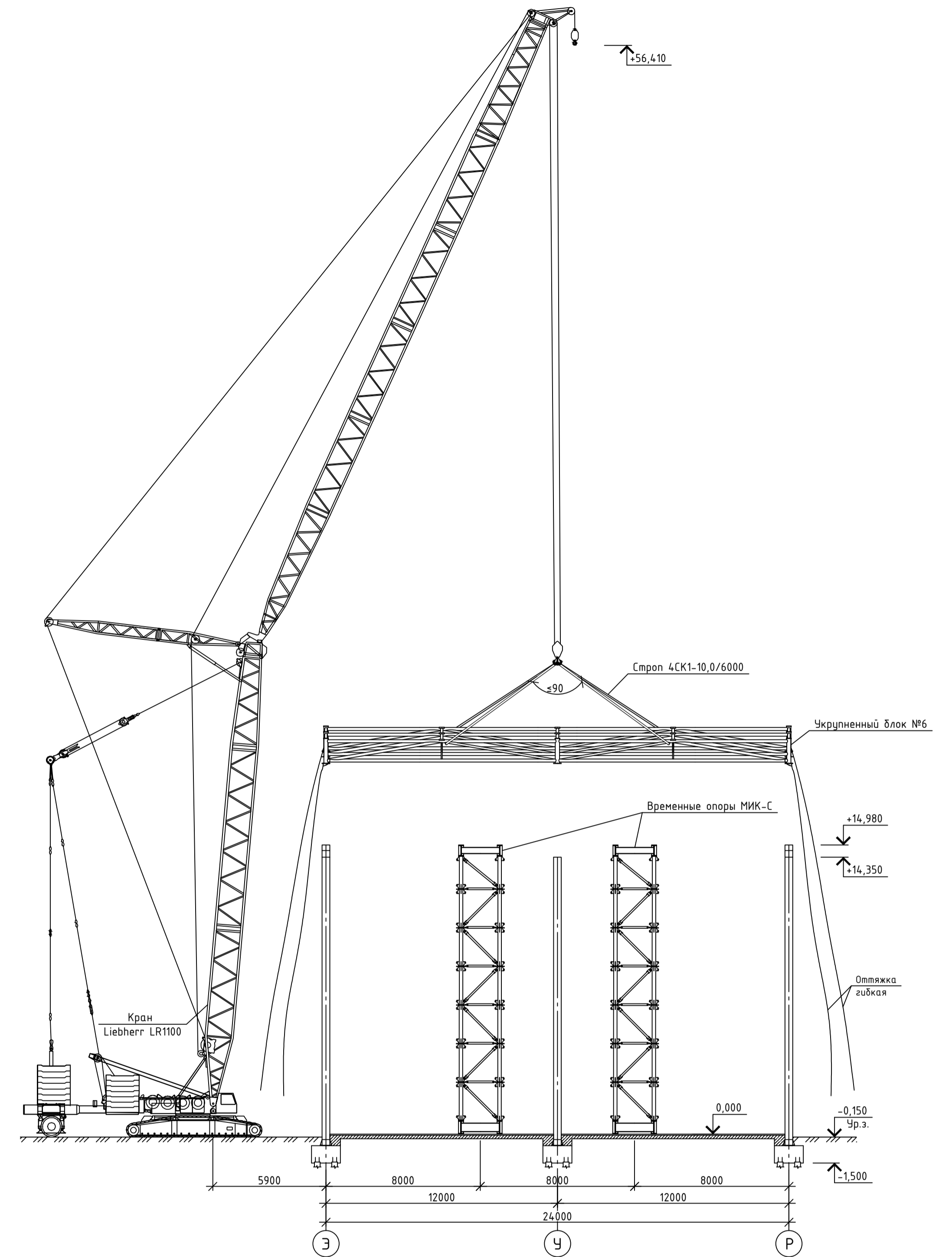


Схема строповки укрупненного блока пилона

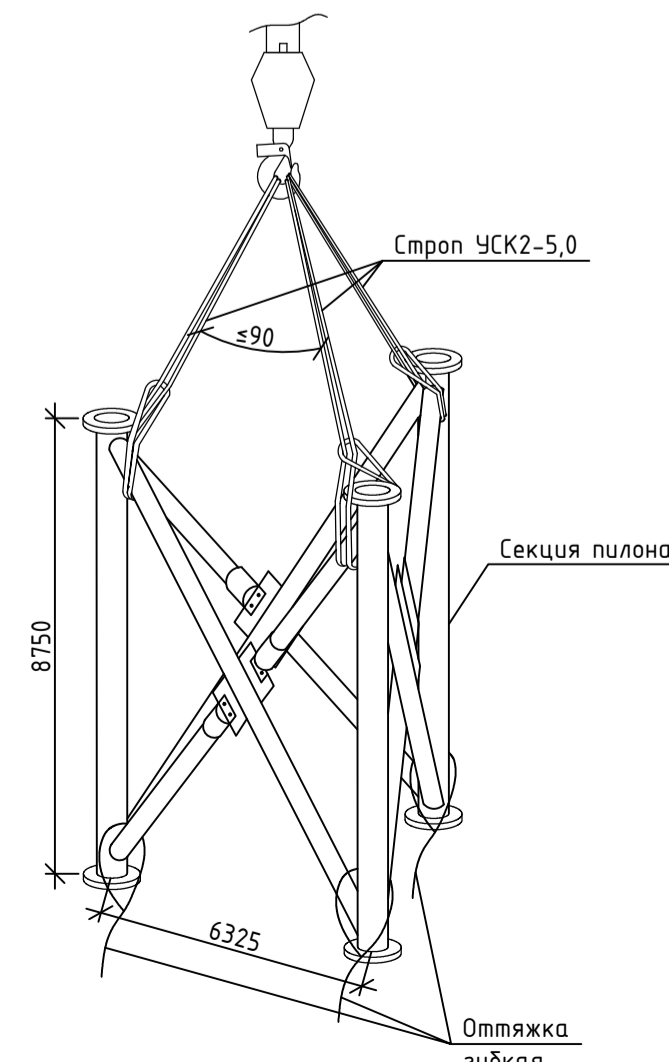


Схема строповки стальных труб

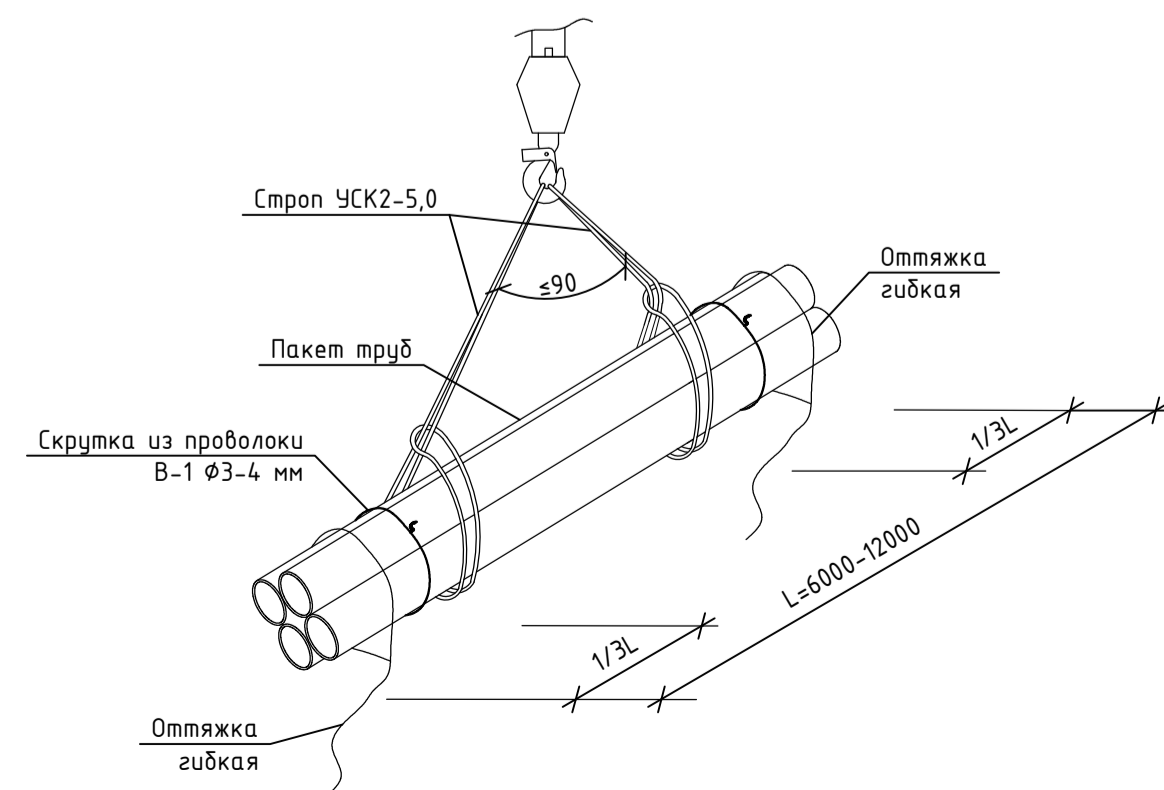
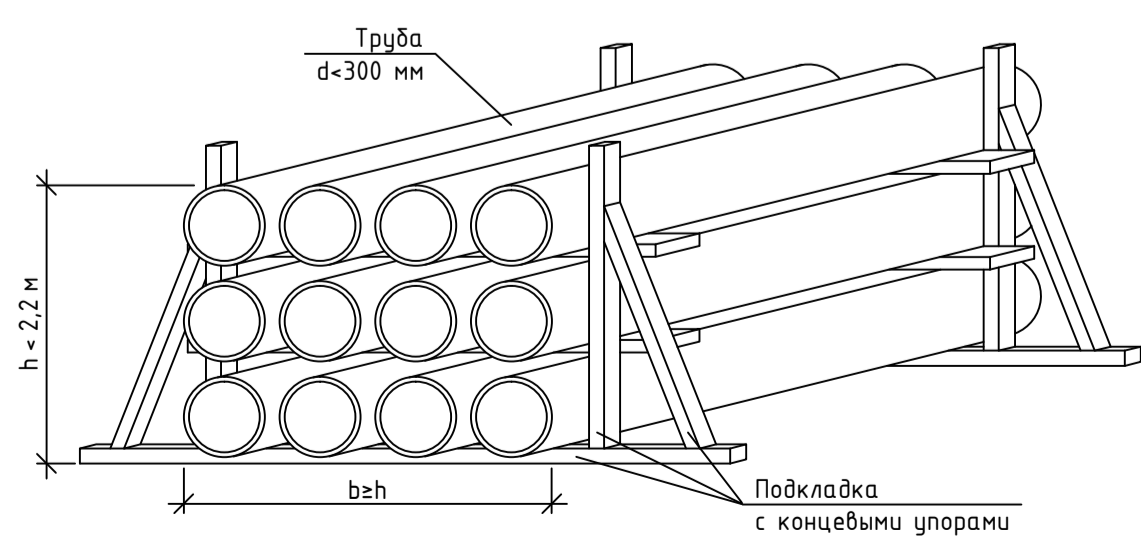


Схема складирования стальных труб



Временные опоры МИК-С

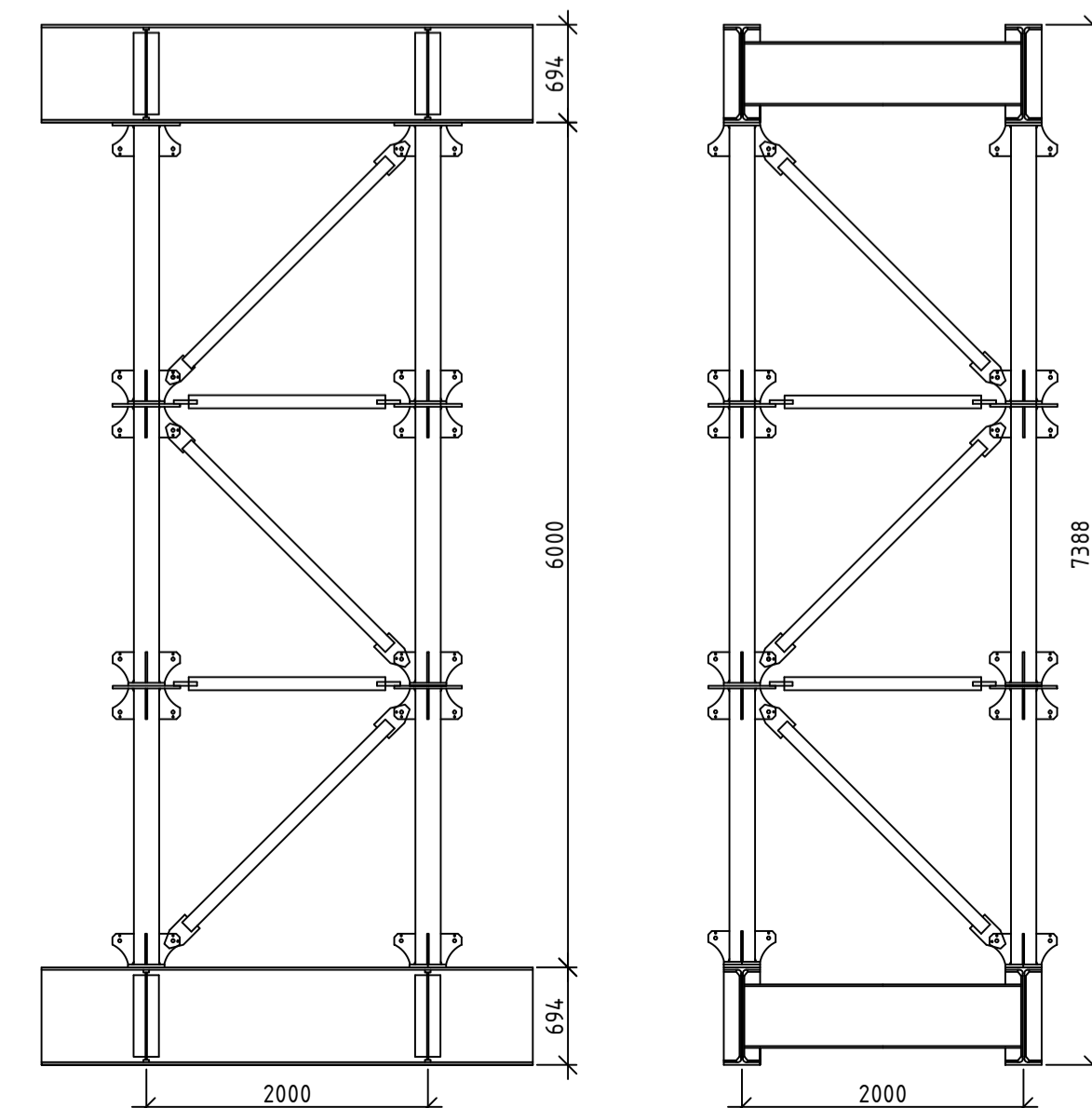
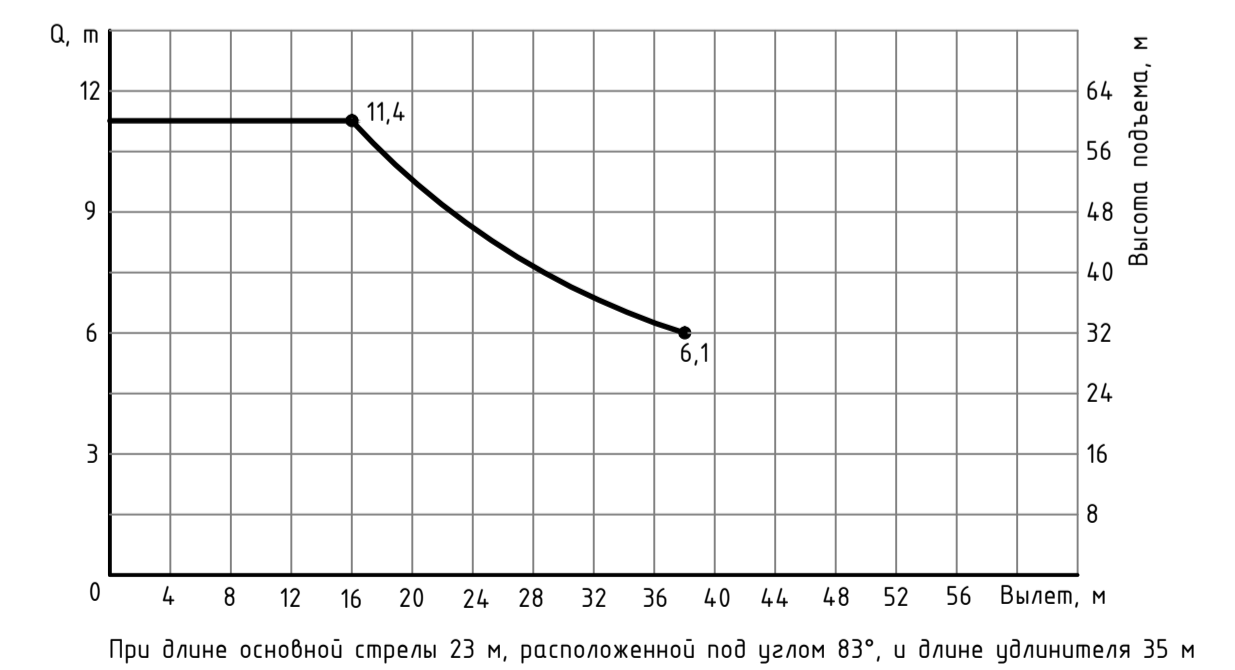
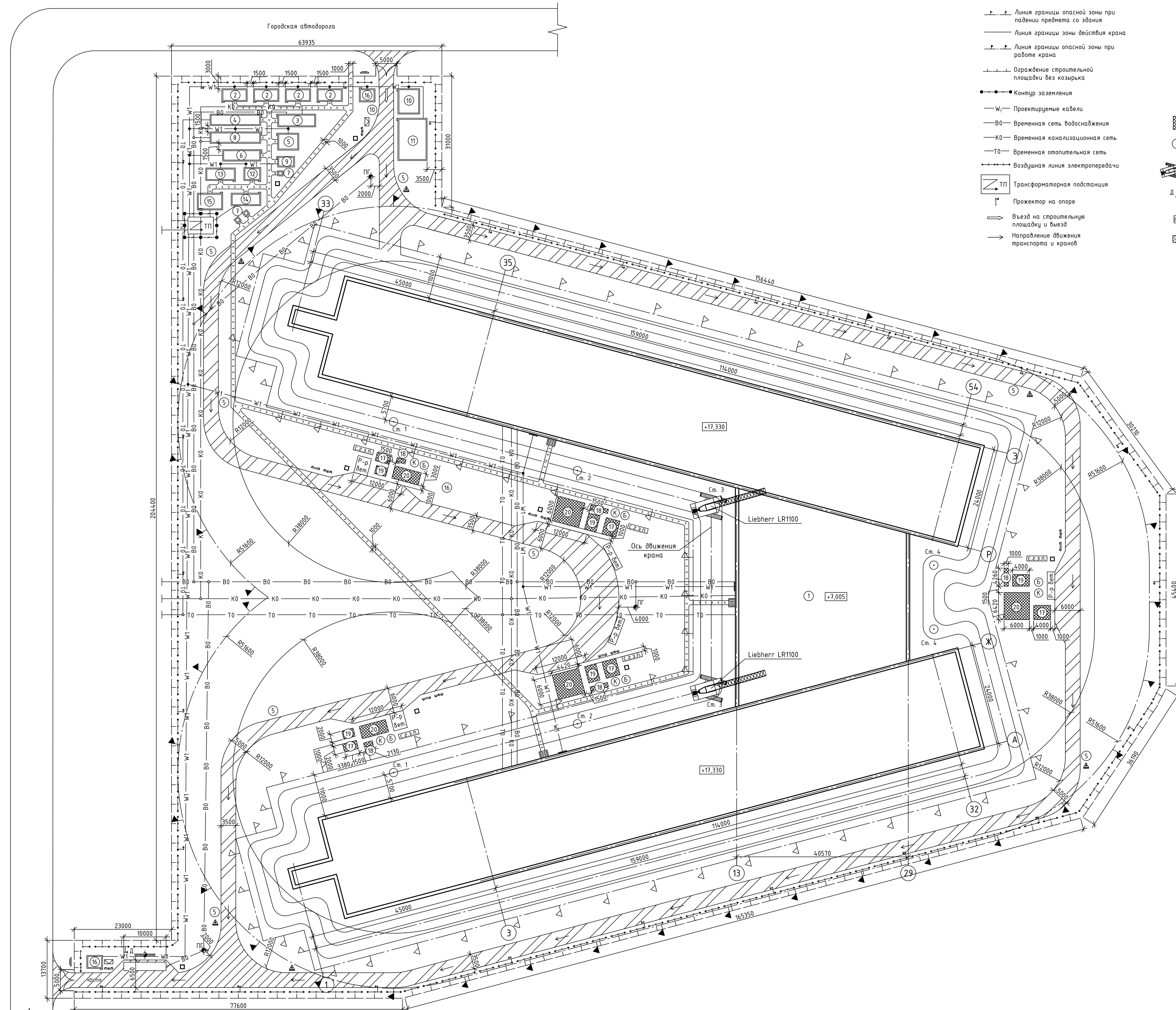


График грузоподъемности крана Liebherr LR1100



ДП - 08.05.01 - ТК				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подпись
Разработал	Кубатов Е.А.			
Консультант	Климух Н.Ю.			
Руководитель	Плясунов Е.Г.			
Н. контроль	Плясунов Е.Г.			
Заб. кафедрой	Дворниев С.В.			
Центр авиалетовозовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске			Стадия	Лист
			Р	11
Технологическая карта на устройство конструкций покрытия			Кафедра СКИУС	

Объектный строительный генеральный план на основной период строительства



Условные обозначения

- — — — — Линия границы опасной зоны при падении предмета со здания
- — — — — Линия границы зоны действия крана
- — — — — Линия границы опасной зоны при работе крана
- — — — — Ограждение строительной площадки без козырька
- — — — — Контур заземления
- W — Проектируемые кабели
- BO — Временная сеть водоснабжения
- KO — Временная канализационная сеть
- TO — Временная отопительная сеть
- — — — — Воздушная линия электропередачи
- ТП Трансформаторная подстанция
- ↑ Проектор на опоре
- ↔ Въезд на строительную площадку и выезд
- Направление движения транспорта и кранов
- ▲ Знак, предупреждающий о работе крана с поясняющей надписью
- ПГ Пожарный гидрант
- К Шкаф для хранения баллонов с кислородом
- Б Шкаф для хранения баллонов с ацетиленом
- 10 Знак ограничения скорости движения транспорта
- Открытый склад
- Ст. 2 Стоянка стреловых самоходных кранов
- Д Дренаж
- Временная дорога в опасной зоне крана
- Временная дорога
- Контур воздушного здания
- Временные сооружения, бытовые помещения
- — — — — Временная пешеходная дорога
- Ворота и калитка
- Р-р бет. Место приема раствора и бетона
- Навес над входом в здание
- Штук распределительный
- Въездной стен с транспортной схемой
- Стен со схемами строповки и таблицей масс грузов
- Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
- Место для первичных средств пожаротушения
- Стен с противопожарным инвентарем
- Мусороприемный бункер

Экспликация зданий и сооружений

Поз.	Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Проектируемый объект	шт.	1	164800x152000	Индивидуальный проект
2	Гардеробная	шт.	4	3000x6000	1129-020
3	Умывальная с душевой	шт.	1	3000x9000	ГОССД-6
4	Помещение для обогрева, сушильная	шт.	1	2700x12000	420-04-10
5	Помещение для отдыха и приема пищи	шт.	1	4000x5000	4078
6	Проробская	шт.	1	2700x9000	420-01-03
7	Туалет	шт.	3	1300x1200	Биотуалет
8	Столовая	шт.	1	2700x12000	420-04-33
9	Помещение для личной гигиены женщин	шт.	1	2500x4000	3420-02
10	Ремонтно-механическая	шт.	1	5150x6000	
11	Авторемонтная	шт.	1	6900x10000	
12	Арматурная	шт.	1	3090x4000	
13	Санитарно-техническая	шт.	1	2950x7000	
14	Электротехническая	шт.	1	2950x7000	
15	Плотничная	шт.	1	3950x6000	
16	КПП	шт.	2	3750x3100	
17	Приобъектный склад для хранения стальных конструкций	шт.	4	2000x3380 4000x3380	Индивидуальный проект
18	Приобъектный склад для хранения арматуры	шт.	4	1000x2130 2000x2130	Индивидуальный проект
19	Приобъектный склад для хранения шптов опалубки	шт.	4	2000x2750 4000x2750	Индивидуальный проект
20	Приобъектный склад для хранения кирпича на поддонах	шт.	4	3000x6420 6000x6420	Индивидуальный проект

Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м ²	36995,3
Площадь под постоянными сооружениями	м ²	7058,33
Площадь под временными зданиями	м ²	411,7
Площадь открытого склада	м ²	269
Протяженность временных дорог	м	884,53
Протяженность временных электросетей	м	562,86
Протяженность временного водопровода	м	448,12
Протяженность временных теплосетей	м	331,46
Протяженность временной канализации	м	357,64
Протяженность ограждения строительной площадки	м	853

ДП - 08.05.01 - ОСП				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"				
Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. чз.	Лист	№ док.	Подпись
Разработал	Курбатов Е.А.			
Консультант	Клидиух Н.Ю.			
Руководитель	Плясунов Е.Г.			
Н. контроль	Плясунов Е.Г.			
Заб. кафедрой	Дворничев С.В.			
Центр адаптации с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске			Стадия	Лист
Объектный строительный генеральный план на основной период строительства; Условные обозначения; Экспликация зданий и сооружений; Технико-экономические показатели			Р	14
			Кафедра СКУС	

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

ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Строительные конструкции и управляемые системы

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

инициалы, фамилия

« ____ »

_____ 2020 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

код и наименование специальности

Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия

тема

в г. Красноярске

Пояснительная записка


Руководитель


_____ 02.07.2020
подпись, дата должность, ученая степень

Е.Г. Плясунов

инициалы, фамилия

Выпускник


_____ 02.07.2020
подпись, дата

Е.А. Курбатов

инициалы, фамилия

Красноярск 2020 г.

Продолжение титульного листа **дипломного проекта** по теме _____

Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия

в г. Красноярске

Консультанты по разделам:

Вариантное проектирование
наименование раздела


02.07.2020
подпись, дата


Е.Г. Плясунов
инициалы, фамилия

Архитектурно-строительный
наименование раздела

подпись, дата

Е.М. Сергуничева
инициалы, фамилия

Расчетно-конструктивный,
включая фундаменты
наименование раздела


02.07.2020
подпись, дата

Е.Г. Плясунов
инициалы, фамилия

подпись, дата

О.М. Преснов
инициалы, фамилия

Организация строительства
наименование раздела

подпись, дата

Н.Ю. Клиндух
инициалы, фамилия

Технология строительного
производства
наименование раздела

подпись, дата

Н.Ю. Клиндух
инициалы, фамилия

Экономика строительства
наименование раздела

подпись, дата

С.А. Хиревич
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


02.07.2020
подпись, дата

Е.Г. Плясунов
инициалы, фамилия

Студенту Курбатову Евгению Александровичу
фамилия, имя, отчество

Группа СС14-12 Направление (профиль) 08.05.01
(номер) (код)

«Строительство уникальных зданий и сооружений»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы _____

Центр авианеподготовки с консольными бомкетами
конструкций покрытия в г. Красноярске

Утверждена приказом по университету № 486/с от 22.01.2020 г.

Руководитель ВКР Е.Г. Плещилов, к.т.н., доцент каф. СК и УС
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР

Характеристика района строительства и строительной площадки

г. Красноярск

Снеговой район - III

Ветровой район - III

Расчетная температура наиболее холодных суток - -37°C

Задания по разделам ВКР в виде проекта

Вариантное проектирование (1 лист)

Сравнение двух вариантов несущей конструкции тилама

Архитектурно-строительный раздел

ПЗ согласно постановлению №87, ТТР наружных

огранижающих конструкций, ведомость отделки

- графический материал (2 листа) фасад, план этажей,
экспликация, разрез, план кровли, узловые решения

Консультант ВКР Б.М. Серушичева, к.т.н., доцент каф. ПЗ и ЭИ
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Расчетно-конструктивный раздел, включая фундаменты

моделирование здания в ПК SCAD, сбор нагрузок,

расчет колонн, расчет вант, расчет узлов

- графический материал (чертежи КЖ, КМ, КМД, КД) – 6 листов схема
расположения несущих конструкций, разрезы, уровневые решения,
гребня, пилон, колонны, армирование н/б конструкций

Консультант ВКР по конструкциям Е.Г. Плещинов, к.т.н., доцент СКНУС
(подпись, инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы)

Фундаменты

- Сравнение двух вариантов фундамента: мелкого
заложения и свайного

- графический материал (1 лист) план свайного поля,
план и разрез ростверка, инженерно-геологический разрез,
арматурные сетки, ведомости

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

Технология строительного производства

- Технологическая карта на устройство конструкций
покрытия

- графический материал (1-2 листа) схема производства работ и
монтажа, схемы строповки, график производства работ

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

Организация строительного производства

- Объектной строительной генеральной план на основной
период строительства

- графический материал (2 листа) календарный график производства
работ, стройинплан, экспликация зданий, ТЭП

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

Экономика строительства

- АСР на устройство конструкций покрытия в ценах I кв. 2020 г.,
анализ АСР по составным элементам, расчет ТЭП

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

Дополнительные разделы

Минимальное количество листов графического материала -13-14

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК выполнения ВКР

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

Руководитель ВКР



(подпись)

Задание принял к исполнению



(подпись, инициалы и фамилия студента)

« 02 » 07 2020 г.

**Отзыв руководителя
на выпускную квалификационную работу**

Тема Центр авианеподготовки с консольными вылетами конструкции
покрытия в г. Красноярске
Автор (ФИО) Курбатов Евгений Александрович
Институт Инженерно-строительный
Выпускающая кафедра СК и УС
Специальность 08.05.01
Руководитель к.т.н., доцент каф. СК и УС, Плясунов Е.Г.
(степень, звание, должность, место работы, Ф.И.О.)

Актуальность темы ВКР в виде дипломного проекта тема дипломного проекта
вполне актуальна, т.к. в Красноярске практически отсутствуют учебные центры
по подготовке соответствующего персонала
Логическая последовательность структуры работы работа выполнена
логически последовательно и в полном объёме

Аргументированность и конкретность выводов и предложений полученные
выводы и обоснование в достаточной мере аргументированы

Уровень самостоятельности и ответственности при работе над темой ВКР проявил
высокую степень самостоятельности и ответственности при разработке ВКР

Достоинства работы использование при выполнении работы 3D-модели-
рование, разработаны подробные чертежи конструкции

Недостатки работы отсутствуют

В целом работа оценена на отлично, а ее автор
выпускник Курбатов Евгений Александрович заслуживает присвоения ему
(фамилия, имя, отчество)
(ей) квалификации инженера-строителя по направлению
«Строительство уникальных зданий и сооружений»

Руководитель ВКР

(подпись, дата)

Плясунов Е.Г.
(инициалы, фамилия)

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ

Кафедра: Строительных конструкций и управляемых систем
Специальность: 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

РЕЦЕНЗИЯ

На дипломный проект студента Курбатова Евгения Александровича

**Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в
г. Красноярске**

Объем графической части: 14 листов формата А1.
Объем пояснительной записки: 148 страниц формата А4.

Проанализировав материалы дипломного проекта, отмечается:

1. Актуальность темы: имея выгодное географическое положение в г. Красноярске по факту отсутствуют учебные центры по обучению, подготовке, переподготовке соответствующего персонала, требующегося в наших реалиях; по мнению автора, после ликвидации авиационного учебного центра «КрасЭйр» существует потребность в строительстве нового современного центра авиаподготовки.

2. Рецензируемый проект посвящен разработке объемно-планировочных решений надземной и конструктивных решений центра авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске.

3. При разработке проекта автором был выполнен следующий объем работ:

- сравнение двух вариантов конструкции несущего пилона;
- теплотехнические расчеты ограждающих конструкций;
- расчет основных несущих конструкций (колонн, вант, узлов);
- сравнение двух вариантов фундаментов: неглубокого заложения и свайного;
- разработана технологическая карта на устройство конструкций покрытия;
- разработан строительный генеральный план на основной период строительства и календарный план на весь период строительства;
- составлен локальный сметный расчет на устройство конструкций покрытия.

4. Положительные стороны дипломного проекта:

Использованы современные материалы: разработаны подробные чертежи конструкций; графическая часть и пояснительная записка достаточно полно раскрывают суть надземной части объекта; все расчеты выполнены с помощью программного комплекса «SCAD Office», AutoCAD, Revit, Microsoft Word, Microsoft Excel.

В рамках дипломного проекта автором была успешно использована уникальная и перспективная система вантовой конструкции части покрытия, произведены корректные расчеты выводы и обоснования.

5. Замечания: выявленные замечания по проекту не существенны, не носят системный характер и не влияют на итоговое качество выполненной работы; несоразмерность общей площади здания и площади застройки стр.144 ПЗ, и др.

6. Несмотря на выявленное замечание дипломный проект заслуживает оценки «отлично». Его автор Курбатов Евгений Александрович заслуживает присвоения квалификации инженер-строитель по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Рецензент

Начальник отдела Строительного
контроля Управления финансирования
недвижимости Сибирского банка



А.А. Весёлин

06.07.2020

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: Курбатов Евгений Александрович
Проверяющий: Захаров Павел Алексеевич (bik@sfu-kras.ru / ID: 256)
Организация: Сибирский федеральный университет
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://sfukras.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 90921
 Начало загрузки: 29.06.2020 17:03:18
 Длительность загрузки: 00:01:08
 Имя исходного файла: Неизвестно
 Название документа: Центр авиаподготовки с консольными вылетами конструкций покрытия в г. Красноярске
 Размер текста: 1 кБ
 Тип документа: Выпускная квалификационная работа
 Символов в тексте: 176109
 Слов в тексте: 19547
 Число предложений: 1090

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 29.06.2020 17:04:27
 Длительность проверки: 00:01:53
 Комментарии: не указано
 Модули поиска: Модуль поиска ИПС "Адилет", Модуль выделения библиографических записей, Сводная коллекция ЭБС, Модуль поиска "Интернет Плюс", Коллекция РГБ, Цитирование, Модуль поиска переводных заимствований, Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu), Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu), Коллекция eLIBRARY.RU, Коллекция ГАРАНТ, Коллекция Медицина, Диссертации и авторефераты НББ, Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU, Модуль поиска перефразирований Интернет, Коллекция Патенты, Модуль поиска "СФУ", Модуль поиска общепотребительных выражений, Кольцо вузов



ЗАИМСТВОВАНИЯ

21,37%

САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

ЦИТИРОВАНИЯ

7,95%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

70,68%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
 Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
 Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	2,7%	4,36%	не указано	http://docme.ru	01 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	18	26
[02]	2,89%	3,77%	Реконструкция ГСК в г. Владивостоке (...)	http://diplomba.ru	05 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	8	11
[03]	2,86%	3,72%	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	http://mylektsii.ru	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	18	18
[04]	0,24%	2,58%	Реконструкция ГСК в г. Владивостоке	http://diplomba.ru	24 Ноя 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	26
[05]	2,44%	2,49%	не указано	http://docme.ru	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	8	8
[06]	0,2%	1,97%	PZ(3)	http://docme.ru	07 Мая 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	5	42
[07]	0,08%	1,81%	Руководство для следователя и дознав...	http://dlib.rsl.ru	05 Авг 2019	Коллекция РГБ	1	29
[08]	0,93%	1,71%	ОиФ - Стр 6	http://studfiles.ru	29 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	7	10
[09]	0,13%	1,7%	Сборник нормативно-правовых актов...	http://dlib.rsl.ru	05 Авг 2019	Коллекция РГБ	1	26
[10]	0,13%	1,62%	Информационный бюллетень 3/2008 «...	http://meganorm.ru	раньше 2011	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	26
[11]	0,09%	1,59%	Сборник нормативно-правовых актов...	http://ibooks.ru	09 Дек 2016	Сводная коллекция ЭБС	3	26
[12]	0%	1,59%	226368	http://biblioclub.ru	19 Апр 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	26
[13]	0%	1,59%	Сборник нормативно-правовых актов...	http://bibliorossica.com	26 Мая 2016	Сводная коллекция ЭБС	0	26
[14]	0%	1,48%	1313.Основы организации и управлен...	http://docme.ru	05 Мая 2017	Модуль поиска "Интернет Плюс"	0	21