

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
С.В. Деордиев  
подпись инициалы, фамилия  
«24» 06 2024 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде проекта  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Автоматизация в г. Абакане. Хакасск.  
тема

Руководитель

Тетухов 23.06.24 Доцент, к.т.н.  
подпись, дата должность, ученая степень

Н.А. Тетухов  
инициалы, фамилия

Выпускник

11.06.24  
подпись, дата

Н.Н. Татаринцев  
инициалы, фамилия

Красноярск 20 24 г.

Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Актовой секретарь в г. Астана. Жаксан

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

Кур - 19.05.21  
подпись, дата

Е. В. Жадакова  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

Тетункоз 23.05.21  
подпись, дата

Н. А. Тетункоз  
инициалы, фамилия

фундаменты

ММ, 22.06.21  
подпись, дата

Р. А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

ММ, 14.06.21  
подпись, дата

Р. С. Мухомов  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

ММ, 19.06.21  
подпись, дата

Р. С. Мухомов  
инициалы, фамилия

экономика строительства

ММ, 18.06.21  
подпись, дата

В. Р. Турба  
инициалы, фамилия

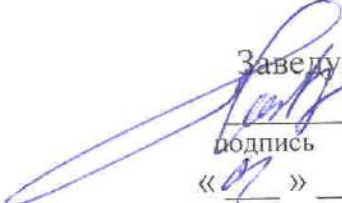
Нормоконтролер

Тетункоз 23.06.21  
подпись, дата

Н. А. Тетункоз  
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  
«07»      03      2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме \_\_\_\_\_ бакалаврской работы \_\_\_\_\_

Студенту Титаренкову Никите Ивановичу  
фамилия, имя, отчество

Группа СА-12Б Направление (профиль) 08.03.01  
(номер) (код)

«Строительство»

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы

Отчет о проектировании в г. Абакане. Жилищно-коммунальное хозяйство.

Утверждена приказом по университету № 242/а от 18.02.11

Руководитель ВКР Литвинова В.А.  
инициалы, фамилия

доцент, к.т.н., ИЖК кафедр. СКАУ  
должность, ученое звание и место работы

**Исходные данные для ВКР бакалавра в виде проекта**

Характеристика района строительства и строительной площадки

г. Абакан; микрорайонский р-н - улица Народная - 16,  
второй этаж - III, 7 наиболее молодых квартир -  
в обеспеченности 0,88 - 39 кв. м. Зудитов в разделе

**Задания по разделам ВКР в виде проекта**

**Пояснительная записка**

Архитектурно-строительный раздел:

объемно-планировочное решение пост. № 87 от 16.02.2008  
разд. 3, 4

теплотехнический расчет стены, перекрытия, окна

конструктивное решение пост. № 87 от 16.02.2008 разд. 3, 4

Расчетно-конструктивный раздел:

расчет и конструирование несущих и ограждающих конструкций здания

строительная арматура в поясе 1-5; прогон  
каркаса здания

расчет и конструирование фундаментов Защитить два варианта фундамен-  
та: стальной и стальной. Выбрать один путем сравнения ТЭП.

Организация строительства:

расчеты по стройгенплану сов. МАС

Технология строительного производства:

расчеты по технологической карте определение потребности в  
мат.-тех. ресурсах, калькуляция, продолжительность стр-ва  
указания по производству СМР сов. МАС

Экономика строительства:

МР в цехах Сев. ДВ, на металлический каркас здания,  
акскому МР по составным элементам; расчет ФН

Графический материал с указанием основных чертежей

Архитектурно-строительный раздел (фасад, планы этажей; поперечный и  
продольный разрезы, узлы): фасад, планы этажей,  
разрезы, план кровли, узлы 2-1 лист

Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. фундаменты (основные чертежи  
рабочей документации конструктивных решений): план разносо-  
решения элементов каркаса, чертеж арматуры (см  
План фундаментов, колонны, разрезы Фн-1, арматурные сетки,  
монтажно-исполнительные условия, технологические элементы,  
фундамент расквда стали 2-3 листа

Организация строительства Объектный стройплан на  
основной период строительства 1-2 листа.

Технология строительного производства (технологическая карта)

ТК на металлический каркас здания

1 лист

## Консультанты по разделам

### Архитектурно-строительный:

Кузь - С. В. Козакова, каф. ИЭиЭН, с. преподав.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Расчетно-конструктивный:

Петухов - И. В. Тараканов, каф. ВКЖС, доцент  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Фундаменты:

Иванова - Р. В. Иванова, кафедра "ВКЖС", ст. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Технология строительного производства:

Михеев - Р. С. Михеев, каф. ВКЖС, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Организация строительного производства:

Михеев - Р. С. Михеев, каф. ВКЖС, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Экономика строительства:

Кузь - С. В. Кузьмина, каф. ИЭиЭН, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

## РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа по теме «Автотехцентр в г. Абакане. Республика Хакасия» содержит 199 страниц текстового документа, 58 использованных источника, 8 листов графического материала.

Пояснительная записка включает в себя следующие разделы:

- архитектурно-строительный;
- расчетно-конструктивный;
- раздел фундаментов;
- технология строительного производства;
- организация строительного производства;
- экономика строительства.

Вид строительства – новое строительство.

Объект строительства – автотехнический центр.

Цели дипломного проектирования:

- систематизация, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности;
- подтверждение умений решать на основе полученных знаний инженерно-строительные задачи;
- демонстрация подготовленности к практической работе в условиях современного строительства.

Задачи разработки проекта:

- проектирование автотехнического центра с соблюдением всех строительных, санитарных, противопожарных норм.

В результате расчета были определены наиболее оптимальные конструктивные и архитектурные решения. Бала разработана технологическая карта на монтаж металлического каркаса здания, по техническим параметрам и технико-экономическим показателям выбран грузоподъемный механизм для производства работ, разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания. Представлен локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса здания в ценах по состоянию на I квартал 2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Архитектурно-строительный раздел.....	9
1.1 Архитектурные решения.....	10
1.1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации.....	10
1.1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства.....	11
1.1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства.....	12
1.1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения.....	13
1.1.4.1 Отделка помещений для работы с клиентами.....	13
1.1.4.2 Отделка производственных помещений.....	13
1.1.4.3 Отделка офисных помещений.....	15
1.1.4.4 Отделка служебно-бытовых помещений.....	15
1.1.4.5 Отделка технических помещений.....	16
1.1.4.6 Отделка переговорных.....	16
1.1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей.....	17
1.1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	17
1.1.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров – для объектов непромышленного назначения.....	20
1.2 Конструктивные и объемно-планировочные решения.....	20
1.2.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства.....	20
1.2.2 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций.....	23

					БР-08.03.01.01 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Татаринцев Н.И.					Р	3	199
Руководитель	Петухова И.Я.					СКУС		
Н. контр	Петухова И.Я.							
Зав.кафедрой	Деордиев С.В.							



1.2.3	Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства .....	24
1.2.4	Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей помещений основного, вспомогательного, обслуживающего назначения и технического назначения .....	25
1.2.5	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.....	25
1.2.6	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих удаление избытков тепла.....	25
1.2.7	Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность .....	26
1.2.8	Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, подвесных потолков, перегородок, а также отделки помещений.....	26
1.2.9	Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения.....	27
2	Расчетно-конструктивный раздел .....	29
2.1	Компоновка конструктивной схемы каркаса здания .....	30
2.1.1	Конструктивная схема каркаса здания в осях Ж-Л/1-5.....	30
2.1.2	Компоновка поперечной рамы .....	30
2.1.2.1	Вертикальные размеры в осях Ж-Л/1-5 .....	30
2.1.2.2	Горизонтальные размеры в осях Ж-Л/1-5 .....	31
2.1.3	Обеспечение неизменяемости пространственной системы каркаса .....	31
2.1.3.1	Связи по покрытию.....	31
2.1.3.2	Связи между колоннами.....	32
2.2	Расчет прогона.....	32
2.2.1	Определение нагрузок и расчетных усилий.....	36
2.2.1.1	Постоянные нагрузки .....	36
2.2.1.2	Временные нагрузки.....	37
2.2.1.3	Статический расчет прогона.....	40
2.2.2	Проверка прочности прогона.....	41
2.2.3	Проверка общей устойчивости прогона .....	43
2.2.4	Проверка местной устойчивости прогона .....	44
2.2.5	Проверка деформативности (жесткости) прогона.....	44
2.3	Расчет и конструирование стропильной фермы ФС1 .....	45
2.3.1	Определение нагрузок и расчетных усилий в стержнях стропильной фермы .....	45
2.3.1.1	Постоянные нагрузки .....	45
2.3.2	Подбор сечений стержней стропильной фермы .....	49
2.3.3	Расчет и конструирование узлов стропильной фермы .....	92
2.3.4	Расстановка соединительных прокладок.....	101

3 Проектирование фундаментов.....	102
3.1 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства.....	103
3.2 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства.....	105
3.3 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства .....	105
3.4 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства.....	105
3.5 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства .....	105
3.6 Определение глубины заложения фундамента.....	109
3.7 Определение нагрузок, действующих на обрезе фундамента.....	109
3.8 Проектирование столбчатого фундамента .....	110
3.8.1 Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта.....	110
3.8.2 Приведение нагрузок к подошве фундамента .....	113
3.8.3 Определение давлений под подошвой фундамента .....	114
3.8.4 Определение средней осадки методом послойного суммирования .....	117
3.8.5 Конструирование столбчатого фундамента .....	120
3.8.5.1 Проверка на продавливание подколонником .....	121
3.8.5.2 Расчет арматуры плитной части.....	123
3.8.6 Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента .....	125
3.9 Проектирование свайного фундамента .....	126
3.9.1 Выбор высоты ростверка и длины свай.....	126
3.9.2 Определение несущей способности свай .....	126
3.9.3 Определение числа свай в ростверке .....	127
3.9.4 Приведение нагрузок к подошве фундамента .....	128
3.9.5 Определение нагрузок на каждую сваю .....	129
3.9.6 Конструирование ростверка .....	131
3.9.6.1 Расчет на продавливание ростверка колонной .....	131
3.9.6.2 Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры... ..	132
3.9.7 Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента .....	134
3.10 Технико-экономическое сравнение фундаментов.....	135
4 Технология строительного производства.....	136
4.1 Природно-климатические условия строительства .....	137
4.2 Нормативный срок строительства по СНиП 1.04.03-85* .....	137
4.3 Сведения об условиях обеспечения материалов и конструкций, о расстояниях для их доставки, видах транспорта, о необходимых запасах материалов .....	138

4.4 Состав участников строительства .....	138
4.5 Данные о потребности строительной площадки в инвентарных временных зданиях и сооружениях производственного и жилищно-бытового назначения .....	140
4.6. Технологическая карта на возведение металлического каркаса здания .....	140
4.6.1 Область применения .....	140
4.6.2 Общие положения .....	141
4.6.3 Организация и технология выполнения работ .....	141
4.6.3.1 Подготовительные работы .....	141
4.6.3.2 Основные работы .....	144
4.6.3.3 Заключительные работы .....	145
4.6.4 Требования к качеству работ .....	145
4.6.5 Потребность в материально-технических ресурсах .....	147
4.6.5.1 Выбор крана по техническим параметрам .....	149
4.6.6 Техника безопасности и охрана труда .....	151
4.6.7 Технико-экономические показатели .....	152
5 Организация строительного производства .....	155
5.1 Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания .....	156
5.1.1 Область применения .....	156
5.1.2 Выбор грузоподъемных механизмов, расчет и подбор установок производственного назначения .....	156
5.1.2.1 Привязка грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию .....	156
5.1.3 Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов при стесненности условий строительства .....	157
5.1.3.1 Монтажная зона крана .....	157
5.1.3.2 Зона обслуживания крана .....	157
5.1.3.3 Зона перемещения груза .....	158
5.1.3.4 Опасная зона крана .....	158
5.1.4 Расчет потребности и подбор временных административных, жилых, хозяйственных и культурно-бытовых зданий .....	158
5.1.5 Определение требуемых площадей складов и хозяйства на строительной площадке .....	160
5.1.6 Проектирование временных дорог и проездов .....	161
5.1.7 Расчет потребности в электроэнергии на период строительства, выбор источника и проектирование схемы электроснабжения строительной площадки .....	162
5.1.8 Расчет потребности в воде на период строительства, выбор источника и проектирование схемы водоснабжения строительной площадки .....	164
5.1.10 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов .....	168

5.1.10.1 Условия временного хранения отходов строительного производства на стройплощадке .....	169
5.1.10.2 Условия вывоза отходов строительного производства.....	169
5.1.11 Техничко-экономические показатели строительного генерального плана .....	170
6 Экономика строительства .....	171
6.1 Составление локального сметного расчета на возведение металлического каркаса здания .....	172
6.2 Анализ структуры локального сметного расчета № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания по элементам.....	173
6.3 Техничко-экономические показатели проекта .....	175
Заключение .....	177
Список использованных источников .....	178
Приложение А .....	183
Приложение Б.....	187
Приложение В .....	190
Приложение Д .....	194

## ВВЕДЕНИЕ

По итогам 2019 года Республика Хакасия заняла 1-е место в Сибири и 5-е в России по количеству автомобилей на душу населения [54]. По официальным данным Федеральной службы государственной статистики [55] в Хакасии на 1000 человек населения приходится 403,6 авто при среднем значении 296,6 по Сибирскому Федеральному округу и 315,5 по России, в целом. Для сравнения, в Красноярском крае – 296,8 авто, что в 1,36 раз меньше (при соотношении валовых региональных продуктов – 2280,0 млрд руб. в Красноярском крае к 235,3 млрд руб. в Республике Хакасия).

При этом, положительная динамика изменения показателя «Число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения» в Республике Хакасия свидетельствуют о развитии автомобильной отрасли и, в частности, авторынка в регионе. Одним из факторов развития отрасли являются программы государственной поддержки Министерства промышленности и торговли на покупку автомобиля российской сборки [56]. В 2021 году министерство выделит более 16 млрд рублей, а средства будут распределены по различным программам льготного автокредитования.

Анализируя итоги 2020 года на автомобильном рынке нашей страны, можно сделать вывод, что, несмотря на пандемию, рынок новых автомобилей показал снижение к предыдущему году всего на 7,7% [57]. На вторичном же рынке спрос остался на уровне 2019 года. Кроме того, в октябре был зафиксирован лучший результат продаж автомобилей с пробегом по итогам одного месяца за последние 5 лет — 588 тысяч машин [57].

При этом, по данным Объединенного кредитного бюро количество автокредитов, выданных российскими банками, в июне 2020 г. по сравнению с июнем прошлого года выдачи выросли на 7%, а по сравнению с маем 2020 г. возросло в 2 раза, и составило 58,9 тыс. шт [58].

На основании совокупности этих данных, можно сделать вывод, что с каждым годом спрос на покупку автомобилей в Хакасии увеличивается, а, следовательно, развивается авторынок региона: автомобиль становится высоко комфортабельным средством передвижения. При этом, увеличивается необходимость в автосалонах, специализирующихся на продаже, гарантийном и профессиональном сервисном обслуживании автомобилей различных марок.

Строительство в г. Абакане современного дилерского автосалона Volkswagen и «SKODA» и технического центра по обслуживанию группы компаний «Медведь Холдинг», крупнейшей в своей отрасли компании в Красноярском крае, безусловно, будет способствовать еще большему развитию автомобильной отрасли региона и здоровой конкуренции на авторынке Хакасии. Современный автотехцентр с возможностью «Trade-in»-обмена предоставит рабочие места для жителей г. Абакан сразу в нескольких сферах деятельности: автомобильной, сфере логистики, инженерной.

## **1 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

## 1.1 Архитектурные решения

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

Проектируемое здание в плане представляет из себя три прямоугольных объема с общими габаритными размерами в осях – 96,7х70,0 м. Здание состоит из двух секций, разделенных деформационным швом. Каркас первой секции (в осях 1-11/А-Н) и второй секции (в осях 12-20/А-Л) состоит из металлических рам с жестким опиранием колонн на фундамент.

Проектируемый автотехцентр имеет три надземных этажа. В объеме третьего этажа на отметке +6,750 расположен технический этаж, предназначенный для размещения инженерного оборудования.

Автотехцентр предназначен для размещения двух дилерских центров «Volkswagen», «SKODA» и выставочного зала для специальной техники. На первом этаже здания запроектированы главные функциональные зоны: демонстрационные залы и помещения для клиентов дилерских центров; зона технического обслуживания и склада запчастей; группа административных помещений. На втором этаже здания располагаются офисные помещения центра для работы с клиентами и второй уровень выставочных залов дилерских центров «Volkswagen», «SKODA» и выставочного зала для специальной техники. Помимо прочего, на втором этаже располагается группа бытовых помещений для работников производственной части автосалона.

Проектное решение по размещению трех торгово-выставочных залов обеспечивает отсутствие визуальной связи между ними. Входные группы в залы «Volkswagen» и «SKODA» расположены с юго-восточной стороны, в зал для специальной техники – с северо-восточной. Входные группы выполняются согласно стандартам «Volkswagen» и «SKODA»

Выставочный зал дилерского центра не является автостоянкой для автомобилей без технического обслуживания и ремонта. Согласно внутренним инструкциям автотехцентра для обеспечения безопасной работы здания, в выставочном зале устанавливаются выставочные экспонаты (макеты автомобилей). Продажные автомобили хранятся на специально предусмотренной открытой охраняемой площадке, расположенной на территории автотехцентра.

Согласно стандартам для проектирования дилерских центров в здании автотехцентра не предусматривается торговля товарами с наличием легковоспламеняющихся и горючих жидкостей.

Производственная зона включает в себя линию приемки автомобилей в сервис, комплекс помещений приемки и выдачи автомобилей, малярный, кузовной, слесарный цехи, посты диагностики, склады запасных частей. Санитарно-бытовые помещения для персонала производственной части автосалона разработаны по принципу санпропускников. Офисные помещения второго этажа разработаны в соответствии с соблюдением требований,

действующих санитарно-гигиенических норм и норм пожарной безопасности.

Доступ для маломобильных групп населения организован только на первый этаж здания. В клиентской зоне предусматривается обслуживание менеджерами центра маломобильных групп населения. Рабочие места для сотрудников маломобильных групп населения устраиваются в зоне первого этажа. Здесь же предусмотрены санитарно-гигиенические помещения для данной группы людей.

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

Уровень ответственности здания – II (нормальный); степень огнестойкости – III; класс конструктивной пожарной опасности – С0.

В соответствии со статьей 32 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (№ 123-ФЗ) проектируемый объект представляет собой многофункциональное здание, предназначенное для демонстрации, хранения и продажи автомобилей, проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Класс функциональной пожарной опасности – Ф5.1. Проектируемое здание имеет в своем составе части разных классов функциональной пожарной опасности, в том числе: Ф3.1 – выставочно-торговые залы; Ф4.3 – административно-бытовые помещения; Ф5 – помещения производственного и складского назначения.

Основные объемно-пространственные решения приняты в проекте в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Архитектурно-художественные решения автосалона разработаны в соответствии со стандартами оформления дилерских центров «Volkswagen» и «SKODA».

Дилерские стандарты рекомендуют решения относительно идентификационных параметров дилера. Даются четкие указания относительно вывесок, пилонов, флагов. Указывается порядок расположения логотипа и названия дилера, шифр шрифта, номера цветов используемых отделочных материалов. Регламентируется подсветка пилонов, вывесок.

В дилерских стандартах четко обозначаются главные функциональные зоны, определяющие структуру интерьера: автосалон и участки обслуживания клиентов; станция технического обслуживания автомобилей и склад запасных частей; администрация, участки бытового назначения и служебные помещения.

Номенклатура, компоновка и площади основных производственных помещений, административно-бытовых и иных помещений вспомогательного назначения приняты на основании задания на проектирование. Принятые решения разработаны в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.



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

Декоративная отделка фасадов здания автотехцентра выполняется в соответствии со стандартами оформления «Volkswagen» и «SKODA»

Наружные стены здания автосалона выполнены из трехслойных металлических стеновых панелей с жестким минеральным утеплителем толщиной 150 мм в соответствии с теплотехническим расчетом по ТУ 5284-001-62357959-2010. Завод изготовитель стеновых панелей – ООО «Алтайский завод сэндвич-панелей». Панели имеют сертификат соответствия № РОСС RU.СГ43.Н01015 и сертификат пожарной безопасности ССПБ.RU.ОП.032.Н.00118. Наружная поверхность панелей окрашена в заводских условиях в цвета RAL 9006 (бело-алюминиевый), RAL 9007 (серо-алюминиевый). Цвет внутренней поверхности – белый. Фактура металлических листов со стороны фасадов – профиль Mikro Groove 30. Декоративные элементы фасада (портальные рамы шоурумов) – облицовка кассетами из композитного алюминия в цветах RAL 9003 (сигнальный белый), RAL 9010 (белый).

Окна – из алюминиевых профилей, с заполнением двухкамерными стеклопакетами ГОСТ 21519-2003. Цвет переплетов – RAL 9006 (бело-алюминиевый).

Блоки дверные наружные – остекленные, из алюминиевых профилей, ГОСТ 21519-2003, окрашенные порошковой краской в заводских условиях, цвет – RAL 9006 (бело-алюминиевый).

Ворота – металлические, по типу открывания – подъемно-секционные и распашные; по варианту исполнения полотна:

- глухие – окрашенные порошковой краской в заводских условиях, цвет RAL 9006 (бело-алюминиевый), по ГОСТ 31174-2017;
- остекленные – стекло матовое по, ГОСТ 31174-2017.

Остекленные фасадные системы ОСВ-1, ОСВ-2, ОСВ-3 – профили алюминиевые, цвет – RAL 9006 (бело-алюминиевый); заполнение – прозрачный стеклопакет. Документация на разработку фасада предоставлена ООО «ДАК».

С целью обеспечения антитеррористической защищенности здания, для структурного остекления фасадов применить стекло листовое многослойное по ГОСТ 30826-2014 предназначенное для безопасного остекления светопрозрачных строительных конструкций с повышенными эксплуатационными характеристиками, защиты жизни человека, обеспечения безопасности и надежности хранения и транспортирования материальных ценностей.

Крыльца, входные площадки и боковые поверхности этих элементов – наклейка керамогранитной плитки с противоскользящей поверхностью по ГОСТ 13996-2019

Кровля – полимерная мембрана «LOGICROOF V-RP ТехноНИКОЛЬ» по

ТУ 5774-001-56818267-2005.

Водосток – внутренний.

Все применяемые в проекте отделочные материалы сертифицированы.

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

Внутренняя отделка помещений выполнена в соответствии с учетом действующих санитарных правил и противопожарных норм. Все отделочные материалы, применяемые в проекте, сертифицированы.

##### **1.1.4.1 Отделка помещений для работы с клиентами**

К данной группе помещений относятся: входные тамбуры; выставочные залы; лестничные клетки; помещения отделов продаж и кредитования; помещения для работы с физическими лицами; кассы; помещение охраны.

Выставочные залы

– потолки – подвесные ГКЛ (ГОСТ 6266-97); финишное покрытие – вододисперсионная покраска с добавлением колера (ГОСТ 28196-89);

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; финишное покрытие – вододисперсионная покраска с добавлением колера (ГОСТ 28196-89);

– полы – цементно-бетонные плиты толщиной 21 мм (ГОСТ 961-89).

Лестничные клетки

– потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ1811-002-18445062-01);

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; финишное покрытие – окрашивание вододисперсионной краской (ГОСТ 28196-89);

– полы – керамическая плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

Помещения отделов продаж и кредитования; кассы; помещение охраны

– потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ1811-002-18445062-01);

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; бетонные – затираются; финишное покрытие – наклейка стеклообоев (ГОСТ Р 52805-2007) на всю высоту с последующей покраской (ГОСТ 28196-89);

– полы – керамическая плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

##### **1.1.4.2 Отделка производственных помещений**

К данной группе помещений относятся помещения автосалона по обслуживанию автомобилей: помещения приемки; посты моек; санузлы персонала; помещение колориста; компрессорная; агрегатная; помещения специнструмента; помещение хранения деталей; склад гарантийный; помещение МП «Trade In»; подсобное помещение ОПА; два кабинета мастера цеха; кабинет дефектовщика; кабинет инженера по гарантии; кабинет техслужбы; цех слесарный; цех малярный; цех кузовной; склады запчастей; помещения выдачи автомобилей.

#### Помещения приемки; посты моек

– потолки – затираются и окрашиваются водоэмульсионной краской (ГОСТ 28196-89); при отсутствии подвесных потолков элементы несущих конструкций окрашиваются эмалью акриловой «АКРИЛМЕТ» по ТУ 2313-005-594-23693-10;

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; финишное покрытие – наклейка глазурованной плитки (ГОСТ 13996-2019) на всю высоту помещений для моек и на высоту 2,5 м для помещений приемки и выдачи; в мойках по фронту стеновой панели устройство кирпичного «сапожка» с наклейкой глазурованной плитки (ГОСТ 13996-2019).

– полы – цементно-бетонная плитка (ГОСТ 961-89), в составе конструкции пола предусматривается рулонная наплаваемая гидроизоляция в 2 слоя (ГОСТ 7415-86).

#### Помещения санузлов

– потолки – подвесные из металлической рейки (ГОСТ Р 53298- 2009);

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска (ГОСТ 28196-89) верха стен, наклейка глазурованной плитки (ГОСТ 13996-2019) на высоту 1,8 м;

– полы – керамическая плитка (ГОСТ 13996-2019).

Помещение колориста; компрессорная; агрегатная; помещения хранения специнструмента; помещение хранения деталей; склад гарантийный; помещение МП «Trade In»; подсобное помещение ОПА; кабинет мастера цеха; кабинет дефектовщика; кабинет инженера по гарантии; кабинет технической службы

– потолки – затираются и окрашиваются водоэмульсионной краской (ГОСТ 28196-89);

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска с добавлением колера (ГОСТ 28196-89);

– полы – керамическая плитка (ГОСТ 13996-2019).

#### Цех малярный; цех кузовной; цех слесарный; склады запчастей

– потолки – профилированный настил, окрашенный порошковой краской в заводских условиях в белый цвет; элементы несущих конструкций окрашиваются эмалью акриловой «АКРИЛМЕТ» по ТУ 2313-005-594-23693-10;

– стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска с добавлением колера (ГОСТ 28196-89);

– полы – цементно-бетонные плиты (ГОСТ 961-89) толщиной 21 мм.

#### Помещение выдачи автомобилей

– потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ1811-002-18445062-01);

– стены – штукатурка кирпичных стен; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска с добавлением колера (ГОСТ 28196-89);

- полы – цементно-бетонная плитка толщиной (ГОСТ 961-89) 21 мм.

#### **1.1.4.3 Отделка офисных помещений**

К данной группе помещений относятся служебные кабинеты, расположенные преимущественно на 2 этаже, на отметке +3,600: кабинет отдела кадров; кабинеты директоров; класс учебный; комната приема пищи; чайные; кабинеты руководителей отделов продаж; кабинеты технической службы; кассы; серверная; архивы; гардеробные; подсобные помещения; кухня; санузлы; комнаты уборочного инвентаря.

Кабинет отдела кадров; кабинеты директоров; класс учебный; комната приема пищи; чайные; кабинеты руководителей отделов продаж; кабинеты технической службы; кассы; серверная

- потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ 1811-002-18445062-01);
- стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – наклейка стеклообоев (ГОСТ Р 52805-2007) на всю высоту с последующей покраской (ГОСТ 28196-89);
- полы – керамическая напольная плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

Архивы; гардеробные; подсобные помещения

- потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ 1811-002-18445062-01);
- стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – окрашивание водоземulsionной краской (ГОСТ 28196-89).

- полы – керамическая напольная плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

Кухня; санузлы; комнаты уборочного инвентаря

- потолки – подвесные из металлической рейки;
- стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоземulsionная покраска верха стен (ГОСТ 28196-89), наклейка глазурованной плитки на высоту 1,8 м (ГОСТ 13996-2019);

- полы – керамическая плитка (ГОСТ 13996-2019).

#### **1.1.4.4 Отделка служебно-бытовых помещений**

К данной группе помещений относятся бытовые помещения, расположенные в уровне второго этажа на отметке +3,000. К ним относятся: гардеробные мужская и женская; гардеробная спецодежды; коридор; помещения сушки и хранения спецодежды; помещение хранения респираторов; душевые; преддушевая; комната уборочного инвентаря; санузлы.

Гардеробные мужская и женская; гардеробная спецодежды; коридор

- потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ 1811-002-18445062-01);

- стены – шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска (ГОСТ 28196-89);
- полы – керамическая напольная плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

Помещения сушки и хранения спецодежды; помещение хранения респираторов

- потолки – затирка, водоэмульсионная покраска (ГОСТ 28196-89);
- стены – шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – окрашивание водоэмульсионной краской (ГОСТ 28196-89);
- полы – керамическая напольная плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019).

Душевые; преддушевая; комната уборочного инвентаря; санузлы

- потолки – подвесные из металлической рейки (ГОСТ Р 53298-2009);
- стены – шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – водоэмульсионная покраска верха стен (ГОСТ 28196-89), наклейка глазурованной плитки на высоту 1,8 м (ГОСТ 13996-2019);
- полы – керамическая плитка (ГОСТ 13996-2019).

#### **1.1.4.5 Отделка технических помещений**

К данной группе помещений относятся технические помещения: подсобные помещения; узел ввода, электрощитовая

- потолки – затирка, водоэмульсионная покраска (ГОСТ 28196-89);
- стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – окрашивание водоэмульсионной краской (ГОСТ 28196-89);
- полы – керамическая напольная плитка (ГОСТ 13996-2019).

#### **1.1.4.6 Отделка переговорных**

- потолки – подвесные «ARMSTRONG» (ТУ1811-002-18445062-01);
- стены – кирпичные участки – штукатурятся; шпаклевка перегородок ГКЛ; финишное покрытие – наклейка стеклообоев (ГОСТ Р 52805-2007) на всю высоту с последующей покраской (ГОСТ 28196-89);
- полы – керамическая напольная плитка толщиной 6 мм (ГОСТ 13996-2019);
- двери – с индексом звукоизоляции не ниже 52 дБ.

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

Естественное освещение помещений проектируется в соответствии с требованиями:

- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

Актуализированная редакция;

– СП 23-102-2003 Естественное освещение жилых и общественных зданий.

Светоклиматические особенности строительной площадки:

– группа административного района, в котором предполагается строительство здания – 2;

– нормированное значение коэффициента естественного освещения для служебных помещений - 1% (при боковом освещении);

– расчет естественной освещенности в помещениях производится для всех месяцев года – по облачному году;

– необходимости защиты помещения от слепящего действия солнечного света – нет.

Согласно принятым архитектурно-планировочным, объемно-пространственным и конструктивным решениям, выбрана система естественного освещения – боковое одностороннее.

При одностороннем боковом освещении служебных кабинетов нормативное значение коэффициента естественного освещения должно быть обеспечено в расчетной точке, расположенной в геометрическом центре помещения на уровне рабочей поверхности.

Светопрозрачное заполнение светопроемов здания автотехцентра выбрано с учетом требований СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция.

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

Тип ограждающих конструкций служебных помещений выбран в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция и по серии 1.031.9-2.07 «Комплектные системы КНАУФ». Нормативное значение индекса изоляции воздушного шума для стен и перегородок, отделяющих рабочие комнаты от помещений общего пользования и от помещений с источником шума для категории А – 45 дБ (СП 51.13330.2011, таблица 2). Перегородки выполняются с двуслойной обшивкой ГКЛ толщиной 12,5 мм и внутренним заполнением из минерального теплозвукоизоляционного материала с устройством воздушного зазора – 40 мм, общая толщина перегородок – 125 мм. Шаг стоек каркаса и расстояние между его горизонтальными элементами рекомендуется принимать не менее 600 мм. Согласно серии 1.031.9-2.00.1 индекс изоляции воздушного шума для данного типа перегородок – 45 дБ.

Стыки между несущими элементами стен и опирающимися на них перекрытиями спроектированы с заполнением раствором и применением долговечных герметизирующих упругих материалов.

Проектируемое технологическое оборудование, являющееся

источником локальной вибрации, должно соответствовать требованиям действующих санитарно-эпидемиологических норм по производственной вибрации.

В паспорте, техническом описании, инструкциях или других сопроводительных документах на технологическое оборудование, являющиеся источниками локальной вибрации, необходимо указывать:

- назначение и область применения;
- наличие конструктивных решений, исключающих или ограничивающих неблагоприятное влияние вибрации, шума.

Снижение уровней вибрации, передающейся на руки работающих, следует осуществлять:

- в источнике образования механических колебаний конструктивными и технологическими мерами за счет разработки и внедрения новых машин и оборудования с улучшенными вибрационными характеристиками; при модернизации выпускаемого вибрирующего оборудования путем изменения кинематической схемы или рабочего цикла, уравниванием масс, изменением массы жесткости, уменьшением технологических допусков при изготовлении и сборке оборудования, применением материалов с большим внутренним трением;

- по пути распространения механических колебаний средствами вибропоглощения за счет применения пружинных и резиновых амортизаторов, прокладок.

К работе допускаются только исправные и отрегулированные инструменты с виброзащитой и глушителями шума. Профилактический ремонт инструментов проводится по плану для поддержания их в состоянии, соответствующем технической документации. Регулярно следует проводить балансировку шлифовальных кругов, заточку и правку режущего инструмента.

При превышении предельно допустимых уровней вибрации работа должна проводиться с ограничением времени, путем применения рациональных режимов труда, а также средств индивидуальной защиты, в соответствии с действующими гигиеническими критериями.

В сопроводительных документах (паспорт, техническое описание, инструкции) на технологические процессы и оборудование, агрегаты, машины, являющиеся источниками общей вибрации, следует указать следующие гигиенически значимые параметры:

- наличие конструктивных решений, исключающих или ограничивающих генерирование общей вибрации;
- вибрационные характеристики (средние квадратические значения виброскорости или виброускорения или их логарифмические величины, измеряемые в октавных полосах частот в нормируемом диапазоне от 0,8 до 80,0 Гц, а также их скорректированные значения или уровни) для различных режимов работы;
- шумовые характеристики (уровни звуковой мощности в октавных

полосах частот в диапазоне 31,5-8000 Гц и ее скорректированные уровни, дБА, а также уровни звука в дБА);

- возможные сопутствующие неблагоприятные производственные факторы;

- меры по обеспечению безопасных условий труда.

Снижение вредного воздействия общей вибрации на работающих осуществляется за счет:

- уменьшения вибрации в источнике образования конструктивными и технологическими методами при разработке новых и модернизации существующих машин, оборудования;

- уменьшения вибрации на пути распространения средствами виброизоляции и вибропоглощения, например, применение специальных сидений, площадок с пассивной пружинной изоляцией, резиновых, поролоновых и других виброгасящих настилов, мастик и т.д., применения дистанционного или автоматического управления;

- конструирования и изготовления оборудования, создающего вибрацию, в комплекте с виброизоляторами, рассчитанными на типовые условия установки или по заданию потребителя;

- использования машин и оборудования в соответствии с их назначением, предусмотренным нормативно-технической документацией;

- исключения контакта работающих с вибрирующими поверхностями за пределами рабочего места или рабочей зоны (установка ограждений, сигнализации, блокировки, предупреждающих надписей);

- запрещения пребывания рабочих на вибрирующей поверхности производственного оборудования во время его работы;

- своевременного планового и предупредительного ремонта машин и оборудования (с балансировкой движущихся частей), проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, строительным конструкциям с последующим контролем вибрационных характеристик;

- своевременного ремонта профиля путей, поверхностей для перемещения машин, поддерживающих конструкций;

- установки стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений.

При организации технологических процессов, создающих шум, следует предусматривать применение средств и методов, снижающих уровни шума в источнике его возникновения и на пути распространения:

- применение малозумных технологических процессов, машин и оборудования;

- применение дистанционного управления и автоматического контроля;

- устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума;

- применение вибропоглощения (достигается покрытием вибрирующих частей оборудования и машин специальными демпфирующими материалами, имеющими высокое внутреннее трение) и виброизоляции (для снижения



уровня шума вибрирующие агрегаты устанавливаются на амортизаторы или на специальные фундаменты);

- установка глушителей аэродинамического шума, создаваемого пневматическими ручными машинами, вентиляторами, компрессорными и другими технологическими установками;

- рациональные архитектурно-планировочные решения производственных зданий, помещений, а также расстановки технологического оборудования, машин и организации рабочих мест;

- использование рациональных режимов труда;

- применение средств индивидуальной защиты от шума.

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

Архитектурно-художественные решения автосалона разработаны в соответствии со стандартами оформления дилерских центров «Volkswagen» и «SKODA».

При проектировании внутренней отделки помещений учтено многообразие свойств, влияющее на качество художественного восприятия окружающего пространства и цветовой гаммы человеком: функциональную особенность помещения, качество строительного материала.

Во внутренней отделке помещений используются материалы, отвечающие санитарно-гигиеническим, эстетическим и противопожарным требованиям. Стены и потолки административных и офисных помещений, выполнены в единой цветовой гамме, отвечающей требованиям к оформлению фирменных дилерских центров ГК «Медведь Холдинг».

## **1.2 Конструктивные и объемно-планировочные решения**

### **1.2.1 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства**

Участок строительства дилерского автоцентра расположен по в г. Абакане по адресу: квартал Молодежный, 2В (рисунок 1).

Территория участка ограничена:

- с севера – зоной свободной от застройки;
- с запада – зоной свободной от застройки;
- с востока – трассой М53 и АЗС «КНП», расположенной от границы участка застройки на расстоянии 75 м;
- с юга – зоной свободной от застройки.

В геоморфологическом отношении площадка работ находится в пределах второй надпойменной террасы реки Абакан. Поверхность площадки

относительно ровная с абсолютными отметками от 254,90 до 255,30 м. Неблагоприятных физико-геологических процессов на площадке не отмечено.

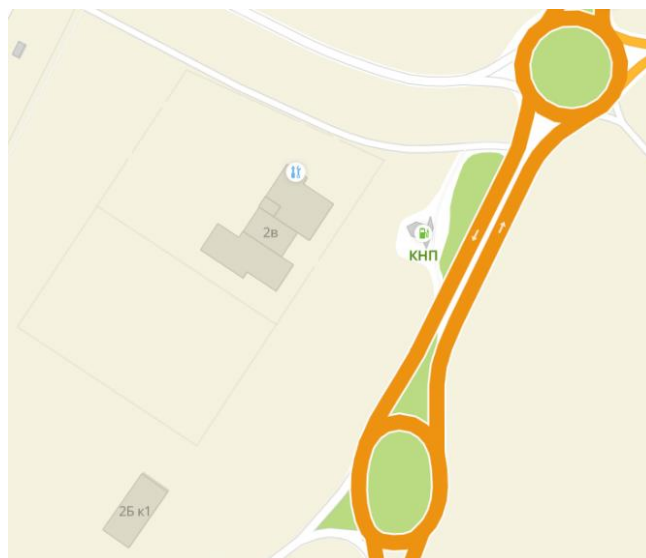


Рисунок 1.1 – Схема расположения участка строительства на карте

Площадка строительства находится на западной окраине города, в производственной зоне (вблизи «Абаканвагонмаша») и представляет собой пустырь, в северо-западной части которого расположен неглубокий (1 м) котлован с забитыми сваями. По бортам котлована складирован грунт. Высота навалов до 2-х метров. Юго-западный угол площадки пересекает воздушная линия электропередач.

Геологический разрез площадки на изученную глубину 7,0 м представлен аллювиальными четвертичными отложениями.

Климатические характеристики и температурный режим района строительства приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Климатические характеристики и температурный режим района

Наименование характеристики	Значение
Климатические параметры холодного периода года	
Температура воздуха наиболее холодных суток, °С, обеспеченностью	
– 0,98	-41
– 0,92	-39
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью	
– 0,98	-40
– 0,92	-37
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,94	-25
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С	-47
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С	11,6

Окончание таблицы 1.1

Продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха	
– ≤ 0 °С	163
– ≤ 8 °С	224
– ≤ 10 °С	240
Средняя температура воздуха, °С, периода со средней суточной температурой воздуха	
– ≤ 0 °С	-12,4
– ≤ 8 °С	-7,9
– ≤ 10 °С	-6,8
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %	79
Количество осадков за ноябрь-март, мм	36
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	ЮЗ, С
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	4,8
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С	2,3
Климатические параметры теплого периода года	
Барометрическое давление, гПа	989
Температура воздуха, °С, обеспеченностью	
– 0,95	24
– 0,98	28
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	27,0
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	39
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого месяца, °С	13,4
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	65
Количество осадков за апрель-октябрь, мм	276
Суточный максимум осадков, мм	76
Преобладающие направление ветра за июнь-август	С
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	0

Среднемесячная и годовая температуры воздуха, °С, в г. Абакане приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Среднемесячная и годовая температуры воздуха, °С, в г. Абакане

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-18,6	-16,4	-6,1	3,9	11,3	17,7	19,9	16,8	9,9	2,0	-7,6	-15,5	1,5

**1.2.2 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций**

Здание автосалона состоит из двух секций, разделенных деформационным швом. Каркас первой секции (в осях 1-11/А-Н) и второй секции (в осях 12-20/А-Л) состоит из металлических рам с жестким опиранием колонн на фундамент.

Шаг колонн и этажность – смешанная.

Колонны каркаса – колонные двутавры по ГОСТ Р 57837-2017, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Балки перекрытия и покрытия – балочные и широкополочные двутавры по ГОСТ Р 57837-2017, сталь С345 для балок Б8 и сталь С255 по ГОСТ 27772-2015 для всех остальных балок.

Фермы – с параллельными поясами и с уклоном верхнего пояса 0,017, высота ферм 1,0, 1,2, 1,8 м. Пояса ферм – из широкополочных тавров по ТУ 14-2-685-86, решетка – из парных прокатных уголков по ГОСТ 8509-93, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Связи и распорки по верхним и нижним поясам ферм – из квадратных труб по ГОСТ 30245-2003, сталь Вст3кп2 по ГОСТ 10705-80.

Вертикальные связи по колоннам – из квадратных труб по ГОСТ 30245-2003, сталь Вст3кп2 по ГОСТ 10705-80.

Прогоны покрытия – швеллеры с уклоном внутренних граней полок по ГОСТ 8240-97, в районе снегового мешка, в осях 7-1, сваренные в двутавр, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Настил покрытия Н75-750-0.9 по ГОСТ 24045-2016, сталь С235 по ГОСТ 27772-2015.

Конструкции каркаса запроектированы на стадии КМ, и являются основной базой для разработки детализованных чертежей КМД.

Плиты перекрытий – монолитные железобетонные по несъемной опалубке из профилированного листа Н60-845-0.9 по ГОСТ 24045-2016, сталь С235 по ГОСТ 27772-2015. Армирование плиты сеткой Ø6 А400, шаг стержней 200х200 по каркасам из арматуры Ø10 А400, профилированный лист крепится к балкам арматурными стержнями Ø14 А400, приваренными к верхнему поясу балок. Бетон класса В20.

Внутренние кирпичные стены и перегородки толщиной 120; 250; 380 мм из кирпича марки КР-р-по 250х120х65/1НФ/200/20/25 ГОСТ 530-2012 на цементно-песчаном растворе марки М50. По верху кирпичных стен и в местах опирания балок перекрытия на стены выполнить монолитный железобетонный пояс высотой 150 мм по ширине стены, бетон класса В20, армирование каркасами их арматуры Ø10 А400, хомуты Ø6 А240 шаг 200.

Перегородки – из гипсокартонных листов с двойной обшивкой по металлическому каркасу и внутренним заполнением из минераловатного теплозвукоизоляционного материала, марка С112 по серии 1.031.9-2.07.1. В помещениях с влажным режимом для обшивки применяются листы марки ГКЛВ.

На отметке -0.050 м выполнить монолитную железобетонную плиту пола толщиной 200 мм из бетона В15 F50 по мембране из плантер-стадарт. Армирование отдельными стержнями Ø12 А400 в два слоя с шагом 200х200

мм, в районе колонн дополнительно верхняя арматура Ø12 А400 с шагом 100 мм.

Фундаменты – монолитные столбчатого и ленточного типов из бетона класса В15 F50. Армирование сетками и отдельными стержнями из арматуры Ø14 А400, Ø12 А400, Ø8 А400 и с анкерными элементами для восприятия горизонтальных сил из трубы квадратной 140x5 по ГОСТ 30245-2012, сталь Вст3кп2 по ГОСТ 10705-80.

По верху фундаментов с отметки -0.500 м выполнена монолитная железобетонная цокольная балка, служащая опорой для витражных систем и стенового ограждения здания. Сечение балки 200x470(h) мм, бетон класса В15 F50, армирование 4Ø18 А400 с хомутами из Ø8 А400, шаг 150 мм.

Арматуру для армирования железобетонных конструкций принять по ГОСТ 34028-2016 с применением стали 25Г2С для арматуры А400 и Вст3сп2 для арматуры А240.

Фундаменты под оборудование, каналы и приямки – из бетона В20 F50 W2, В15 F50 W2.

Лестницы – сборные железобетонные ступени по металлическим косоурам с монолитными железобетонными площадками по несъемной опалубке из профилированного листа Н60-845-0.9 по ГОСТ 24045-2016, выполненными по металлическим балкам, опертым на несущие кирпичные стены и металлические конструкции каркаса.

Косоуры – швеллеры с уклоном внутренних граней полок по ГОСТ 8240-97, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Армирование площадок лестниц – штыри Ø14 А400, для крепления к балкам площадок каркасы Ø10 А400 и сетки из Ø6 А400 (200x200 мм), бетон класса В15.

Крыльца и пандусы входов в здание выполнить из бетона класса В15 F50 по подготовке из песчано-гравийной смеси. Крыльца и пандусы армировать арматурными стержнями Ø12 А400 с шагом 200x200 мм.

Элементы входов в здание выполнить из прокатных равнополочных уголков по ГОСТ 8509-93 из стали С235 по ГОСТ 27772-2015 с обшивкой согласно дизайн проекта.

Конструкции, изделия и материалы, применяемые при возведении бетонных, железобетонных, стальных и каменных конструкций, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий и рабочих чертежей.

**1.2.3 Описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость, пространственную неизменяемость зданий и сооружений объекта капитального строительства в целом, а также их отдельных конструктивных элементов, узлов, деталей в процессе изготовления, перевозки, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства**

Устойчивость каркаса в продольном и поперечном направлении обеспечивается жестким защемлением колонн в фундаменте и жестким диском монолитного железобетонного перекрытия. Фермы пролетом 14,0, 18,0 и 21,0 м развязаны между собой горизонтальными и вертикальными связями и распорками. Стойки фахверка шарнирно опираются на монолитную железобетонную плиту пола на отметке -0.050 м, в верхней части крепятся шарнирно к балкам перекрытия и покрытия и фермам. Для восприятия крутящего момента крайние балки приняты широкополочными.

#### **1.2.4 Обоснование номенклатуры, компоновки и площадей помещений основного, вспомогательного, обслуживающего назначения и технического назначения**

Номенклатура, компоновка и площади основных производственных помещений, административно-бытовых и иных помещений вспомогательного назначения приняты на основании задания на проектирование. Принятые решения разработаны в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Экспликация помещений приведена в приложении Б.

#### **1.2.5 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций**

Проектные решения, обеспечивающие соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций приняты на основании требований СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция, СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. На основании этих документов выполнен расчет по определению требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций приведены в приложении А.

#### **1.2.6 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих удаление избытков тепла**

В здании запроектирована приточно-вытяжная система вентиляции с механическим побуждением. Кратности воздухообмена определены, исходя из санитарно-гигиенических требований к помещениям согласно СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция. Проектом предусматривается двухтрубная система отопления с горизонтальной разводкой магистральных трубопроводов от индивидуального теплового пункта (ИТП), размещенного в предусмотренном помещении 1.30 (оси К-Л/13-14).

Для компенсации тепловыделений в здании в летний период запроектирована система кондиционирования по схеме «Чиллер-фан-койл».

### **1.2.7 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих пожарную безопасность**

Основные проектные решения, обеспечивающие пожарную безопасность здания, людей и имущества обеспечивается:

- наличием противопожарных преград (стен, перегородок, перекрытий);
- устройством необходимого количества эвакуационных выходов из помещений, путей эвакуации с требуемыми по нормам параметрами;
- применением несущих и ограждающих конструкций из негорючих материалов с нулевым пределом распространения огня (класс К0) и с регламентированными пределами огнестойкости;
- применением строительных материалов для отделки помещений с требуемыми по нормам показателями пожарной опасности.

Эвакуация людей из объекта защиты предусматривается в соответствии с обязательными требованиями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности и Технического регламента о безопасности зданий и сооружений.

Принятые проектные решения направлены на:

- своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей;
- спасение людей, которые могут подвергнуться воздействию опасных факторов пожара.

Части здания различной функциональной пожарной опасности, разделенные противопожарными преградами обеспечены самостоятельными эвакуационными выходами в соответствии с ч. 9 ст. 89 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Спецификой предприятия не предусматривается массовое пребывание людей в помещениях объекта.

### **1.2.8 Характеристика и обоснование конструкций полов, кровли, подвесных потолков, перегородок, а также отделки помещений**

Полы в здании автотехцентра на первом этаже выполняются по грунту с втрамбованным щебнем на подстилающем слое из бетона класса В15 толщиной 200 мм, армированного стержнями арматуры Ø12 А400. Покрытие пола осуществляется по прослойке из цементно-песчаного раствора М300 толщиной не менее 20 мм. Покрытие пола – в зависимости от функционального назначения помещения, в котором он запроектирован.

Полы последующих этажей запроектированы по перекрытию, с покрытием в зависимости от функционального назначения помещений. В помещениях с влажным и мокрым режимом эксплуатации (санузлы, комнаты

уборочного инвентаря, душевые, преддушевые, мойки автомобилей) предусматривается устройство гидроизоляции, с заведением слоя на стену высотой 300 мм. В помещениях, где одной из стен является сэндвич-панель, предусматривается устройство кирпичного «сапожка» для заведения на него слоя гидроизоляции.

Экспликация полов приведена в приложении В.

Подвесные потолки выполняются по металлическому каркасу с заполнением плитами ARMSTRONG, обладающими звукопоглощающим эффектом. Во влажных помещениях предусматриваются потолки из металлической рейки.

Кровля выполняется по профилированному металлическому настилу по металлическим фермам и балкам. В проекте применена разработанная корпорацией «ТехноНИКОЛЬ» кровельная конструкция «ТН КРОВЛЯ Смарт», предназначенная для применения на коммерческих зданиях без ограничений по классу конструктивной пожарной опасности.

Соответствие системы классу пожарной опасности конструкции – К0 (15) подтверждено сертификатом ПБ АНО НПО Пожцентр г. Москвы. Сертификат соответствия № С-RU.ПБ37.В.00169, сертификат пожарной безопасности – № ССПБ.RU.ОП078.Н.00084.

Состав:

- пленка пароизоляционная «ТехноНИКОЛЬ» (ТУ 5774-001-94384219-2007);
- минераловатный утеплитель «ТехноРУФ Н30» (ТУ 5762-043-17925162-2006);
- экструзионный пенополистирол «ТехноНИКОЛЬ XPS 30-300» (ТУ 2244-047-17925162-2006);
- стеклохолст плотностью 100 г/м<sup>2</sup> (ТУ 5952-001-13344965-2004);
- полимерная мембрана «LOGICROOF V-RP» (ТУ 5774-001-56818267-2005).

### **1.2.9 Перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения**

Соединение элементов в замкнутое сечение производить только сплошными швами.

Все элементы коробчатого и круглого сечения по торцам должны иметь заглушки. Прорези в этих элементах должны быть заварены сплошными швами, предотвращающими попадание влаги внутрь трубы.

Нанесение защитного покрытия должно производиться в цеховых условиях. Конструкции поставляются в окрашенном виде. В условиях строительной площадки производиться только восстановление поврежденных участков.

Поверхности металлоконструкций, подлежащие подготовке перед окрашиванием, не должны иметь заусенцев, острых кромок (радиусом менее



0,3 мм), сварочных брызг, прожогов, остатков флюса. Подготовка поверхности должна в себя включать очистку от окислов (прокатной окалины и ржавчины) и обезжиривание. Поверхность должна иметь (по ГОСТ 23118-2019) третью степень очистки от окислов (по ГОСТ 9.402-80) и первую степень обезжиривания.

Работы по окраске конструкций производить в соответствии со СП 72.13330.2016 Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии и ГОСТ 12.3.005-75 Работы окрасочные. Общие требования безопасности. Качество лакокрасочного покрытия должно соответствовать V классу по ГОСТ 9.032-74\*.

Грунтовку поверхности металлоконструкций выполнить грунтом ГФ-021 в два слоя (толщиной 30 мкм). Окрашивание поверхности должно производиться по недосушенному грунту эмалью ХВ-124 по ГОСТ 10144-89\* в четыре слоя (толщиной 70 мкм).

В соответствии с ГОСТ 23118-2019 не подлежат грунтовке зоны монтажной сварки (по 100 мм в каждую сторону).

В местах монтажных стыков, постоянная окраска наносится после их монтажа.

Нанесение огнезащитного покрытия произвести после окончания всех работ по изготовлению (монтажу) несущего каркаса, в соответствии с технической документацией на огнезащитное покрытие.

Мероприятия по уходу за бетоном, порядок и сроки их проведения, контроль за их выполнением и сроки распалубки конструкций должны устанавливаться в ППР.

В начальный период твердения бетон необходимо защищать от атмосферных осадков или потерь влаги, в последующем поддерживать температурно-влажностный режим с созданием условий, обеспечивающих нарастание его прочности.

Производство каменных и бетонных работ при отрицательных температурах воздуха вести согласно СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция.

Бетонирование монолитных конструкций производить способом обогрева в греющей опалубке, нагревательными проводами и термоактивными гибкими покрытиями (ТАГП) с применением противоморозных добавок.

Все бетонные конструкции соприкасающиеся с грунтом обмазать битумом в 2 слоя.

Защита металлических конструкций от коррозии производится в соответствии с СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция.

## **2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ РАЗДЕЛ**

## **2.1 Компонировка конструктивной схемы каркаса здания**

### **2.1.1 Конструктивная схема каркаса здания в осях Ж-Л/1-5**

Конструктивная схема каркаса здания сформирована с учетом технических, эксплуатационных и экономических требований, предъявляемых к каркасам зданий.

Каркас проектируемого здания в рассматриваемых осях состоит из колонн сплошного сечения, стропильных ферм пролетом 21,0 м, прогонов и стоек торцевого фахверка.

Поперечная жесткость каркаса обеспечивается поперечной рамой (жестким сопряжением колонн с фундаментом).

Жесткое сопряжение колонны с фундаментом обеспечивается глубиной заделки колонны и анкерровкой продольной арматуры колонн в фундаменте.

Продольная жесткость каркаса обеспечивается вертикальными связями в каждом ряду колонн в осях И-К (см. п. 2.1.3.2).

Колонны по осям 1,5 (К1) – сплошностенчатые из прокатных колонных двутавров 30К3 по ГОСТ Р 57837-2017.

Стропильные фермы в осях 1-5 (ФС1) – с параллельными поясами из широкополочных тавров по ТУ 14-2-685-86 и с уклоном верхнего пояса 0,017, с решеткой из парных прокатных уголков по ГОСТ 8509-93, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Опираание стропильных ферм на колонны принято шарнирным. Вертикальные и горизонтальные нагрузки от веса кровли, климатического и сейсмического воздействия передаются через прогоны на верхние пояса стропильных ферм, а далее на колонны, связи и фундаменты.

Все заводские соединения стропильных ферм – сварные, монтажные – на болтах класса прочности 5.6 по ГОСТ 1759.0-87 класса точности В и сварке. Заводские сварные швы выполняют механизированной дуговой электросваркой в среде углекислого газа ( $\text{MDC}_{\text{CO}_2}$ ), монтажные – ручной электросваркой.

Схема расположения колонн, балок и ферм покрытия приведена в графической части (лист 4).

Прогоны (П1) – прокатные швеллера уклоном внутренних граней полки 16У по ГОСТ 8240-97, сталь С245 по ГОСТ 27772-2015.

Вертикальные связи между колоннами запроектированы из гнутых замкнутых сварных квадратных и прямоугольных профилей по ГОСТ 30245-2003.

Элементы фахверка для стеновых ограждающих конструкций запроектированы из гнутых замкнутых сварных квадратных и прямоугольных профилей по ГОСТ 30245-2003.

### **2.1.2 Компонировка поперечной рамы**

#### **2.1.2.1 Вертикальные размеры в осях Ж-Л/1-5**

- полезная высота (расстояние от уровня чистого пола (от отметки 0,000) до низа несущей конструкции покрытия) –  $H_0 = 5,4$  м;
- полная длина колонны по оси 1 –  $H = H_1 + H_b = 6,64 + 0,6 = 7,24$  м,
- полная длина колонны по оси 5 –  $H = H_1 + H_b = 7,06 + 0,6 = 7,66$  м,

где  $H_b$  – заглубление опорной части плиты базы колонны ниже нулевой отметки.

- высота фермы на опоре у оси 1 –  $h_{го1} = 1800$  мм, на опоре у оси 5 –  $h_{го5} = 2168$  мм.

### **2.1.2.2 Горизонтальные размеры в осях Ж-Л/1-5**

- пролет здания в осях 1 – 5 = 21 м;
- длина здания в осях Ж-Л = 15 м;
- привязка крайних колонн к продольным разбивочным осям – центральная.

### **2.1.3 Обеспечение неизменяемости пространственной системы каркаса**

Компоновка конструктивной схемы каркаса включает постановку связей по покрытию здания и между колоннами. Связи объединяют элементы каркаса в единую неизменяемую пространственную систему, создавая резерв несущей способности поперечных рам за счет их совместной работы, и обеспечивают устойчивость его сжатых элементов.

Восприятие ветровых нагрузок, действующих на продольные и торцевые стены здания осуществляется соответствующими системами связей. Связи в значительной мере влияют на поперечную и продольную жесткости здания. Связи создают условия для надежного и удобного монтажа элементов каркаса.

К конструкциям связи крепятся на болтах класса точности В по ГОСТ 1759.0-87. Связи проектирую в соответствии с указаниями [22, СП16.13330]. Маркировку осуществляю по ГОСТ 26047-2016.

#### **2.1.3.1 Связи по покрытию**

Связи по покрытию предназначены для того, чтобы:

- обеспечить пространственную жесткость покрытия;
- перераспределить усилия между смежными рамами;
- обеспечить устойчивость сжатых элементов покрытия;
- воспринять ветровые нагрузки, действующие на торцевые стены здания;
- создать условия для удобного монтажа покрытия.

В плоскости нижних поясов стропильных ферм предусматриваю

поперечные горизонтальные связи в виде связевых ферм в каждом пролете здания (в осях А-Г/3-4; И-К/1-5; М-Р/1-2, М-Р/4-6; И-К/17-20; А-Г/12-13, А-Г/18-19), между ними предусматриваю растяжки.

Схема расположения связей по нижним поясам стропильных ферм приведена на рисунке 2.2.

По верхним поясам стропильных ферм предусматриваю поперечные горизонтальные связи ( в осях А-Г/3-4; И-К/1-5; М-Р/1-2, М-Р/4-6; И-К/17-20; А-Г/12-13, А-Г/18-19).

Схема расположения связей по верхним поясам стропильных ферм приведена на рисунке 2.3.

### 2.1.3.2 Связи между колоннами

Связи между колоннами необходимы для:

- обеспечения неизменяемости каркаса в продольном направлении;
- обеспечения устойчивости колонн в продольном направлении;
- восприятию ветровых нагрузок, действующих на торцевые стены здания.

Связи между колоннами предусматриваю в осях 4-6; И-К; Ж-И; 6-7; 15-16.

Геометрические схемы вертикальных связей между колоннами приведены на рисунке 2.4.

Постановка связей приведена в графической части (лист 4).

Расположение этих связей не препятствует температурным деформациям продольных элементов каркаса.

## 2.2 Расчет прогона

Исходные данные:

– проектирую прогон из прокатного швеллера с уклоном внутренних граней полок по ГОСТ 8240-97.

Предварительно принимаю швеллер 16У.

Характеристики профиля:  $I_x = 747 \text{ см}^4$ ;  $W_x = 93,4 \text{ см}^3$ ;  $S_x = 54,1 \text{ см}^3$ ;  $t_w = 8,4 \text{ мм}$ ;  $m = 14,2 \text{ кг/м}$ ;

- расчетный пролет прогона  $l_{pr} = 5,0 \text{ м}$ ;
- шаг прогонов  $b = 3 \text{ м}$ ;
- коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,9$  [СП 16, табл. 1];
- коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,0$  [53, ГОСТ 27751, табл. 2];

– материал прогона – сталь С245 по ГОСТ 27772-2015; группа конструкций – 3 [22, прил. В], нормируемые показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [22, СП 16.13330, табл. В.1-В.2];

– расчетные характеристики стали С245 согласно [22, СП 16.13330, табл. В.3, В.6]:  $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$  при толщине проката от 2 до 20 мм включительно;  $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_p = 361 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_s = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$ ;

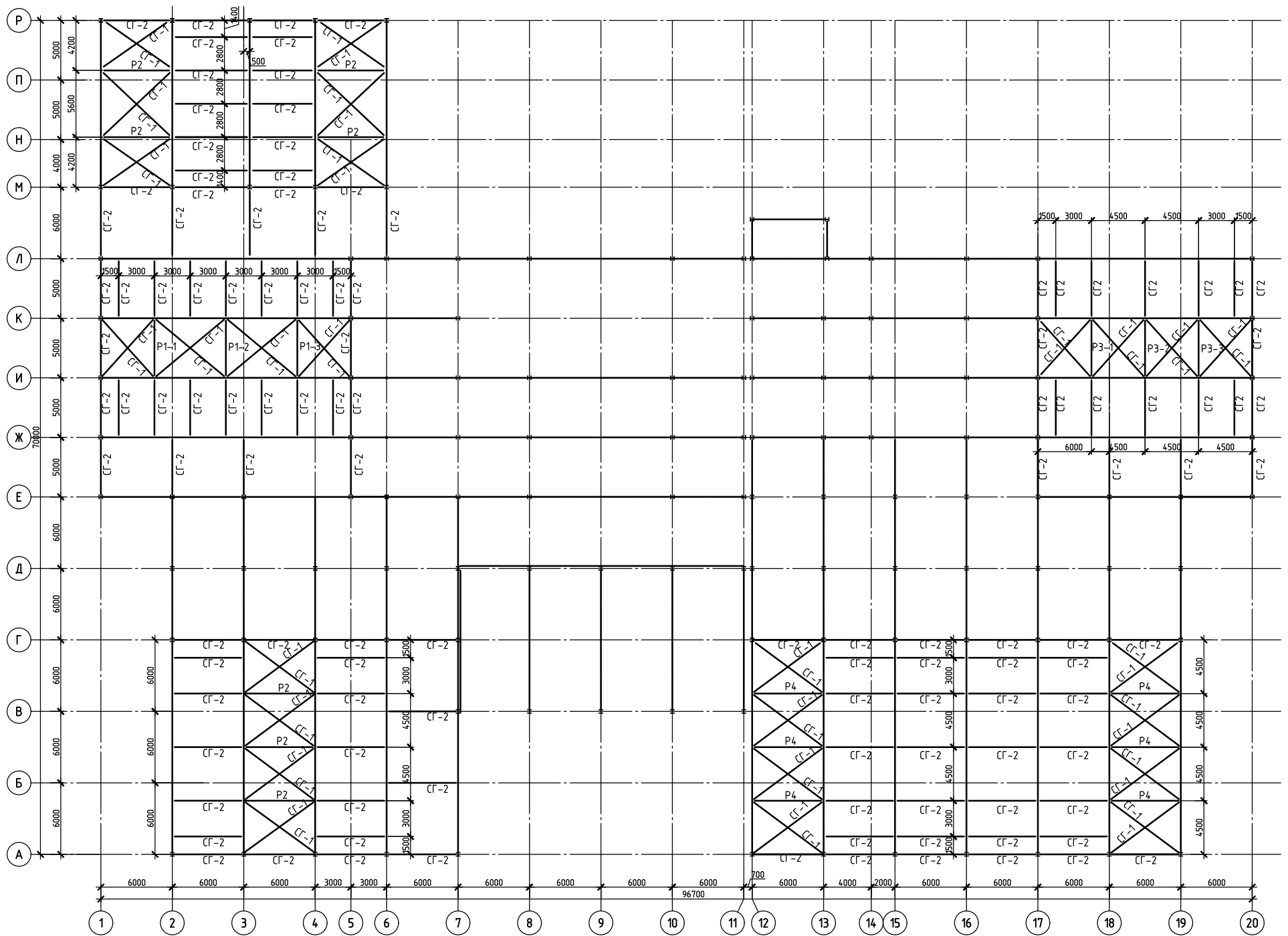


Рисунок 2.2 - Связи по нижним поясам стропильных ферм

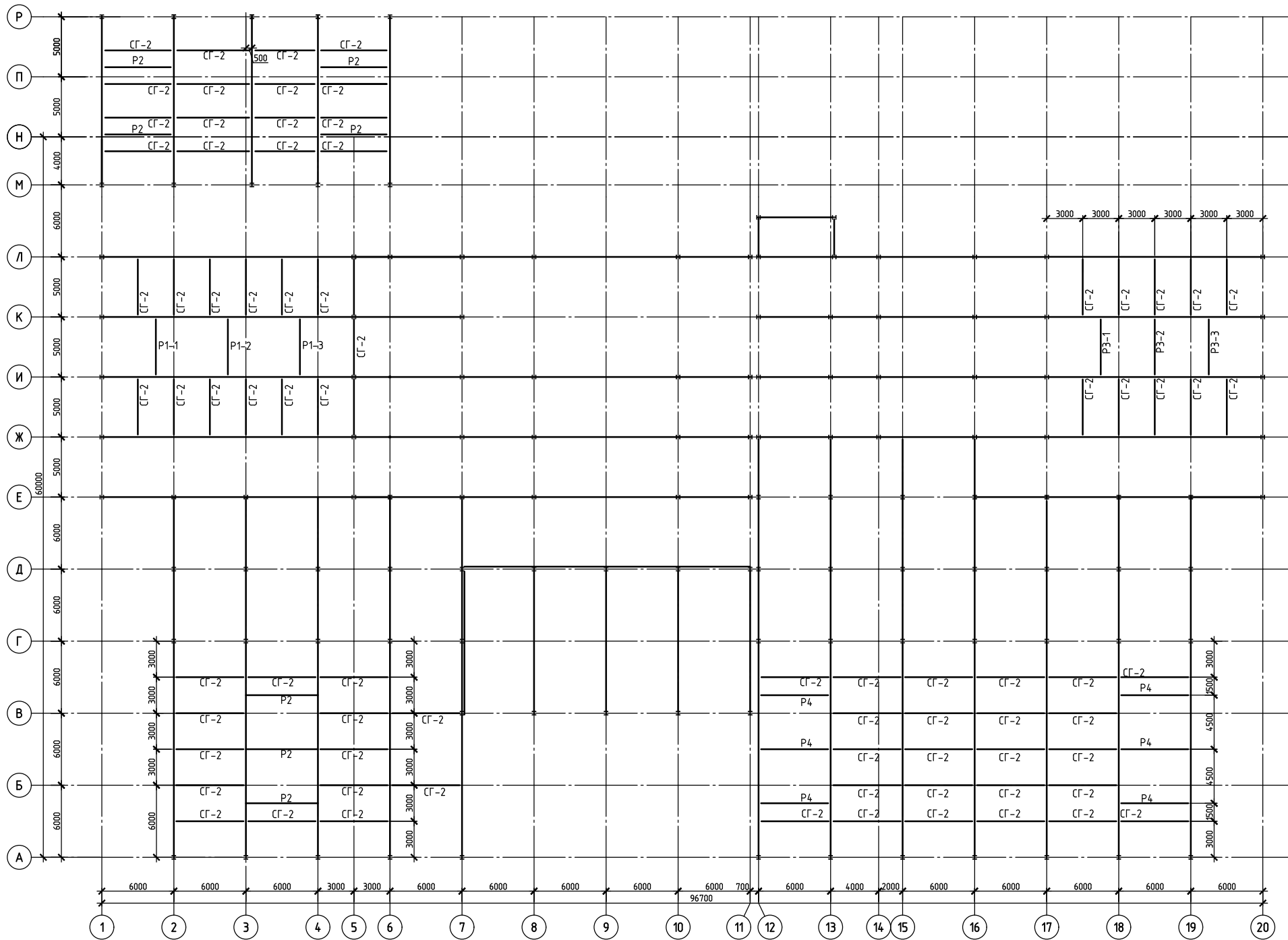


Рисунок 2.3 - Связи по верхним поясам стропильных ферм

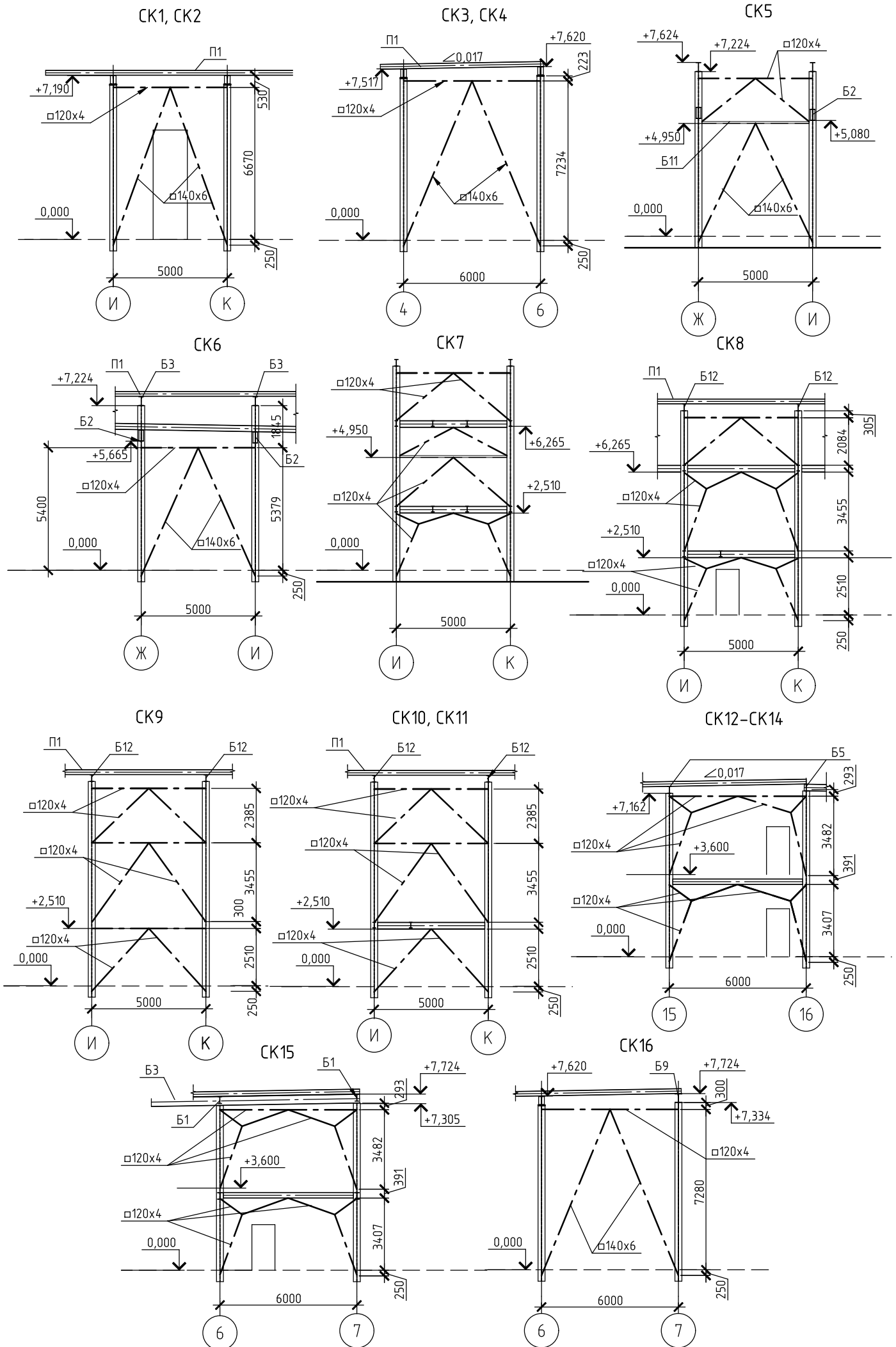


Рисунок 2.4 - Геометрические схемы вертикальных связей между колоннами



$$- \text{ предельный прогиб прогона } f_u = \frac{l_{pr}}{200} = \frac{500}{200} = 2,5 \text{ см.}$$

## 2.2.1 Определение нагрузок и расчетных усилий

### 2.2.1.1 Постоянные нагрузки

Постоянные нагрузки от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Постоянные нагрузки от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
<b>Кровля</b>			
Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP, t = 1,5 мм	0,016	1,2	0,019
Стеклохолст, 100 г/м <sup>2</sup>	0,001	1,2	0,001
Экструзионный пенополистирол XPS CARBON 35-300, 35 кг/м <sup>3</sup> , t = 50 мм	0,018	1,2	0,022
Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н30, 115 кг/м <sup>3</sup> , t = 100 мм	0,115	1,2	0,138
Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ	0,001	1,2	0,001
Скотч двухсторонний для пароизоляции ТехноНИКОЛЬ	0,001	1,2	0,001
<b>Ограждающие конструкции</b>			
Стальной профилированный настил Н75-750-0.8	0,112	1,05	0,118
Итого	0,264		0,300

Нормативное значение расхода стали на прогон  $R_{pr}^{CB} = 0,14 \text{ кН/м}^2$ .

Постоянная нормативная нагрузка на м<sup>2</sup> горизонтальной проекции кровли  $g_n$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$g_n = \frac{q_{n,kr}}{\cos(\alpha)} + R_{pr}^{CB}, \quad (2.1)$$

где  $q_{n,kr}$  – нормативная постоянная нагрузка от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли;

$R_{pr}^{CB}$  – нормативное значение расхода стали на прогон;

$\alpha$  – уклон кровли.

Принимаю:  $q_{n,kr} = 0,264 \text{ кН/м}^2$ ;  $R_{pr}^{CB} = 0,14 \text{ кН/м}^2$ ;  $\cos(\alpha) = 0,999$ .

Подставляю значения в формулу (2.1), получаю

$$g_n = \frac{0,264}{0,999} + 0,14 = 0,404 \text{ кН/м}^2.$$

Постоянная расчетная нагрузка на  $m^2$  горизонтальной проекции кровли  $g$ ,  $kH/m^2$ , определяется по формуле

$$g = \frac{q_{кр}}{\cos(\alpha)} + P_{pr}^{CB} \cdot \gamma_f, \quad (2.2)$$

где  $q_{кр}$  – нормативная расчетная нагрузка от веса ограждающих конструкций покрытия и кровли;

$P_{pr}^{CB}$  – то же, что и в формуле (1.1);

$\alpha$  – то же, что и в формуле (1.1);

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

Принимаю:  $q_{кр} = 0,3$   $kH/m^2$ ;  $P_{pr}^{CB} = 0,14$   $kH/m^2$ ;  $\cos(\alpha) = 0,999$ ;  
 $\gamma_f = 1,05$ .

Подставляю значения в формулу (2.2), получаю

$$g = \frac{0,3}{0,999} + 0,14 \cdot 1,05 = 0,447 \text{ кН/м}^2.$$

### 2.2.1.2 Временные нагрузки

#### Снеговая нагрузка

Снеговой район для г. Абакана – II [23, СП 20.13330, прил. Ж]

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия  $S_0$ ,  $kH/m^2$ , определяется по формуле

$$S_0 = S_g \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot \mu_1, \quad (2.3)$$

где  $S_g$  – нормативное значение веса снегового покрова на  $1$   $m^2$  горизонтальной поверхности земли, принимаемое в зависимости от снегового района;

$c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытия зданий под действием ветра или иных факторов, определяемый по формуле

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{k})(0,8 + 0,002l_c), \quad (2.4)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для типа местности В [23, СП 20.13330, табл. 11.2], определяемый по линейной интерполяции для высоты  $8,4$  м согласно таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Зависимость ветрового давления по высоте

$h \leq 5m$	$8,4$ м	$h \leq 10m$
$k=0,5$	$x$	$k=0,65$

$$k = \frac{(0,65-0,5) \cdot (8,4-5)}{10-5} + 0,5 = 0,6.$$

$l_c$  – характерный размер покрытия, м, определяемый по формуле

$$l_c = 2b - \frac{b^2}{l}, \quad (2.5)$$

где  $b$  – наименьший габарит покрытия в плане;

$l$  – наибольший габарит покрытия в плане.

Принимаю:  $b = 15$  м;  $l = 21$  м.

Подставляю значения в формулу (2.5), получаю

$$l_c = 2 \cdot 15 - \frac{15^2}{21} = 19,28 \text{ м.}$$

Принимаю:  $k = 0,6$ ;  $l_c = 19,28$  м.

Подставляю значения в формулу (2.6), получаю

$$c_e = (1,4 - 0,4\sqrt{0,6})(0,8 + 0,002 \cdot 19,28) = 0,91.$$

$c_t$  – термический коэффициент, применяемый для учета снижения нагрузок на покрытие с высоким коэффициентом теплопередачи вследствие таяния, вызванного потерей тепла [23, СП 20.13330, п. 10.10];

$\mu$  – коэффициент перехода от снеговой нагрузки на земле к снеговой нагрузке на покрытия;

$\mu_1$  – коэффициент, учитывающий локальную неравномерность снеговой нагрузки [23, СП 20.13330, п. 10.4].

Принимаю:  $S_g = 1,0$  кПа [23, СП 20.13330, табл. 10.1];  $c_e = 0,91$ ;  $c_t = 1$  (т.к. при определении снеговых нагрузок для неутепленных покрытий зданий с повышенными тепловыделениями, приводящими к таянию снега, при уклонах кровли свыше 3% и обеспечении надлежащего отвода талой воды следует вводить термический коэффициент  $c_t = 0,8$ , в стальных случаях –  $c_t = 1$ );  $\mu = 1$ ;  $\mu_1 = 1,1$ .

Подставляю значения в формулу (2.3), получаю

$$S_0 = 1,0 \cdot 0,91 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,0 \text{ кН/м}^2.$$

Расчетная снеговая нагрузка  $S$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S = S_0 \cdot \gamma_f, \quad (2.6)$$

где  $S_0$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$\gamma_f$  – то же, что и в формуле (2.2).

Принимаю:  $S_0 = 1$  кН/м<sup>2</sup>;  $\gamma_f = 1,4$ .

Подставляю значения в формулу (2.6), получаю

$$S = 1,0 \cdot 1,4 = 1,4 \text{ кН/м}^2.$$

#### Ветровая нагрузка

При кровле с уклоном меньше  $20^\circ$  нагрузка от ветра (отсос) действует снизу вверх и разгружает прогоны.

В данном случае, при расчете прогона, целесообразно не учитывать ветровую нагрузку, так как уклон кровли составляет  $1^\circ$ .

Суммарная нормативная линейная нагрузка на прогон  $q_n$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_n = (g_n + S_0) \cdot b, \quad (2.7)$$

где  $g_n$  – постоянная нормативная нагрузка на  $\text{м}^2$  горизонтальной проекции кровли;

$S_0$  – то же, что и в формуле (2.6);

$b$  – шаг прогонов.

Принимаю:  $g_n = 0,404 \text{ кН/м}^2$ ;  $S_0 = 1 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 3 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.7), получаю

$$q_n = (0,404 + 1,0) \cdot 3 = 4,21 \text{ кН/м}.$$

Суммарная расчетная линейная нагрузка на прогон  $q$ , кН/м, определяется по формуле

$$q = (g + S) \cdot b, \quad (2.8)$$

где  $g$  – постоянная расчетная нагрузка на  $\text{м}^2$  горизонтальной проекции кровли;

$S$  – расчетная снеговая нагрузка;

$b$  – то же, что и в формуле (2.7).

Принимаю:  $g = 0,447 \text{ кН/м}^2$ ;  $S = 1,4 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 3 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.8), получаю

$$q = (0,447 + 1,4) \cdot 3 = 5,54 \text{ кН/м}.$$

Скатная составляющая нагрузки  $q_x$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_x = q \cdot \cos(\alpha), \quad (2.9)$$

где  $q$  – суммарная расчетная линейная нагрузка на прогон;

$\alpha$  – то же, что и в формуле (2.1).

Принимаю:  $q = 5,54 \text{ кН/м}$ ;  $\cos(\alpha) = 0,999$ .

Подставляю значения в формулу (2.9), получаю

$$q_x = 5,54 \cdot 0,999 = 5,53 \text{ кН/м.}$$

Нормальная к скатной составляющей нагрузки  $q_y$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_y = q \cdot \sin(\alpha), \quad (2.10)$$

где  $q$  – то же, что и в формуле (2.9)

$\alpha$  – то же, что и в формуле (2.1).

Принимаю:  $q = 5,54 \text{ кН/м}$ ;  $\sin(\alpha) = 0,017$ .

Подставляю значения в формулу (2.10), получаю

$$q_y = 5,54 \cdot 0,017 = 0,094 \text{ кН/м.}$$

### 2.2.1.3 Статический расчет прогона

Схема действия нагрузок на прогон приведена на рисунке 2.5.

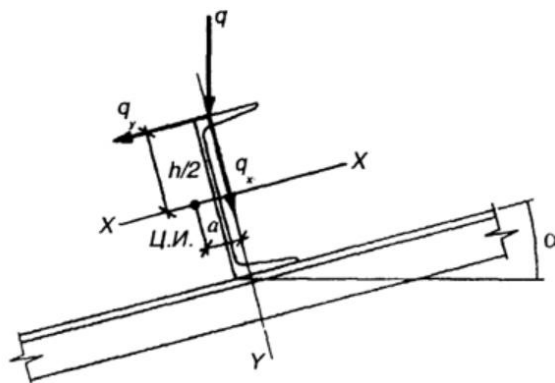


Рисунок 2.5 – Схема действия нагрузок на прогон

Расчетный изгибающий момент  $M_x$ , кН · м, определяется по формуле

$$M_x = \frac{q_x \cdot l_{pr}^2}{8}, \quad (2.11)$$

где  $q_x$  – скатная составляющая нагрузки;

$l_{pr}$  – расчетный пролет прогона.

Принимаю:  $q_x = 5,53 \text{ кН/м}$ ,  $l_{pr} = 5 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.11), получаю

$$M_x = \frac{5,53 \cdot 5^2}{8} = 17,28 \text{ кН · м.}$$

Расчетный изгибающий момент  $M_y$ , кН · м, определяется по формуле

$$M_y = \frac{q_y \cdot l_{pr}^2}{8}, \quad (2.12)$$

где  $q_y$  – скатная составляющая нагрузки;

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.11).

Принимаю:  $q_y = 0,094$  кН/м,  $l_{pr} = 5$  м.

Подставляю значения в формулу (2.12), получаю

$$M_y = \frac{0,094 \cdot 5^2}{8} = 0,29 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Расчетная поперечная сила  $Q_x$ , кН, определяется по формуле

$$Q_x = \frac{q_x \cdot l_{pr}}{2}, \quad (2.13)$$

где  $q_x$  – то же, что и в формуле (2.11);

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.11).

Принимаю:  $q_x = 5,47$  кН/м,  $l_{pr} = 5$  м.

Подставляю значения в формулу (2.13), получаю

$$Q_x = \frac{5,47 \cdot 5}{2} = 13,83 \text{ кН}.$$

Расчетная поперечная сила  $Q_y$ , кН, определяется по формуле

$$Q_y = \frac{q_y \cdot l_{pr}}{2}, \quad (2.14)$$

где  $q_y$  – то же, что и в формуле (2.12);

$l_{pr}$  – то же, что и в формуле (2.11).

Принимаю:  $q_y = 0,094$  кН/м,  $l_{pr} = 5$  м.

Подставляю значения в формулу (2.14), получаю

$$Q_y = \frac{0,094 \cdot 5}{2} = 0,235 \text{ кН}.$$

### 2.2.2 Проверка прочности прогона

Подбор сечения прогона выполняю по упругой стадии работы материала по формуле

$$\frac{M_x}{W_x \gamma_c R_y} + \frac{M_y}{W_y \gamma_c R_y} \leq 1, \quad (2.15)$$

где  $M_x$  – расчетный моменты от составляющей  $q_x$ ;  
 $M_y$  – расчетный моменты от составляющей  $q_y$ ;  
 $W_x$  – момент сопротивления относительно оси  $x$ ;  
 $W_y$  – момент сопротивления относительно оси  $y$ ;  
 $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;  
 $R_y$  – расчетное сопротивление стали.  
 Для прокатных швеллеров  $\frac{W_x}{W_y} = 6 \dots 8$ .

С учетом этого соотношения нормальные напряжения  $\sigma$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяются по формуле

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = M_x \frac{[1+(6\dots8\frac{M_y}{M_x})]}{W_x} \leq R_y \gamma_c, \quad (2.16)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $M_y$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $W_x$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $W_y$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $\gamma_c$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $R_y$  – то же, что и в формуле (2.15).

Из формулы (2.16) требуемый момент сопротивления относительно оси  $x$   $W_{x,req}$ , см<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W_{x,req} = M_x \frac{[1+(6\dots8\frac{M_y}{M_x})]}{R_y \gamma_c}, \quad (2.17)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $M_y$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $\gamma_c$  – то же, что и в формуле (2.15);  
 $R_y$  – то же, что и в формуле (2.15).

Принимаю:  $\frac{W_x}{W_y} = 7$ ;  $M_x = 1728$  кН · см;  $M_y = 29$  кН · см;  $\gamma_c = 0,9$ ;  
 $R_y = 24$  Н/см<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.17), получаю

$$W_{x,req} = 1728 \cdot \frac{(1+7 \cdot \frac{29}{1728})}{24 \cdot 0,9} = 89,39 \text{ см}^3.$$

Предварительно подобранный швеллер 16У удовлетворяет условиям, так как  $W_x \geq W_{x,req}$  ( $93,4 > 89,39$ ).

Проверку прочности прогона по нормальным напряжениям провожу по формуле

$$\sigma = \left( \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \right) \cdot \frac{1}{R_y \gamma_c} < 1, \quad (2.18)$$

где  $M_x$  – то же, что и в формуле (2.15);

$M_y$  – то же, что и в формуле (2.15);

$W_x$  – то же, что и в формуле (2.15);

$W_y$  – то же, что и в формуле (2.15);

$\gamma_c$  – то же, что и в формуле (2.15);

$R_y$  – то же, что и в формуле (2.15).

Принимаю:  $M_x = 17,28 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $M_y = 0,29 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $W_x = 93,4 \text{ см}^3$ ;  
 $\gamma_c = 0,9$ ;  $W_y = 13,8 \text{ см}^3$ ;  $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.18), получаю

$$\sigma = \left( \frac{17,28 \cdot 10^2}{93,4} + \frac{0,29 \cdot 10^2}{13,8} \right) \cdot \frac{1}{240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9} = 0,95 < 1.$$

Условие выполняется. Запас прочности 5 %.

Проверку прочности прогона по касательным напряжениям провожу по формуле

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w \cdot R_s \cdot \gamma_c} < 1, \quad (2.19)$$

где  $Q_{\max}$  – максимальная расчетная поперечная сила;

$S_x$  – статический момент полусечения;

$I_x$  – момент инерции;

$t_w$  – толщина стенки швеллера;

$R_s$  – расчетное сопротивление стали сдвигу

Принимаю:  $Q_{\max} = 13,83 \text{ кН}$ ;  $S_x = 54,1 \text{ см}^3$ ;  $I_x = 747 \text{ см}^4$ ;  $t_w = 8,4 \text{ мм}$ ;  
 $\gamma_c = 0,9$ ;  $R_s = 139,2 \text{ Н/мм}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.19), получаю

$$\tau = \frac{13,83 \cdot 54,1}{747 \cdot 8,4 \cdot 10^{-1} \cdot 139,2 \cdot 10^{-1} \cdot 0,9} = 0,096 < 1.$$

Условие выполняется. Запас прочности 90,4 %.

### 2.2.3 Проверка общей устойчивости прогона

В соответствии с [22, СП 16.13330, п. 8.4.4] устойчивость прогона следует считать обеспеченной, так как имеет место передача нагрузки на балку через сплошной профилированный металлический настил, непрерывно



опирающийся на сжатый пояс балки и связанный с ним с помощью самонарезающих винтов.

#### 2.2.4 Проверка местной устойчивости прогона

Местная устойчивость элементов прокатных балок не проверяется, так как она обеспечена соотношением их размеров, назначенных с учетом устойчивости работы при различных напряженных состояниях.

#### 2.2.5 Проверка деформативности (жесткости) прогона

Проверка деформативности (жесткости) балок относится ко второй группе предельных состояний и направлена на предотвращение условий, затрудняющих их нормальную эксплуатацию.

Прогиб прогона проверяют от действия составляющей нормативной нагрузки, направленной перпендикулярно плоскости ската  $q_{n,x}$ , кН/м, определяемой по формуле

$$q_{n,x} = q_n \cos(\alpha), \quad (2.20)$$

где  $q_n$  – суммарная нормативная линейная нагрузка на прогон;  
 $\alpha$  – то же, что и в формуле (2.1).

Принимаю:  $q_n = 4,21$  кН/м;  $\cos(\alpha) = 0,999$ .

Подставляю значения в формулу (2.20), получаю

$$q_{n,x} = 4,21 \cdot 0,999 = 4,2 \text{ кН/м.}$$

Прогиб прогона  $f$ , см, определяется по формуле

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{n,x} l_{pr}^4}{EI_x} < f_u, \quad (2.21)$$

где  $q_{n,x}$  – составляющая нормативной нагрузки, направленной перпендикулярно плоскости ската;

$l_{pr}$  – расчетный пролет прогона;

$E$  – модуль упругости стали;

$I_x$  – момент инерции относительно оси  $x$ ;

$f_u$  – предельный прогиб прогона.

Принимаю:  $q_{n,x} = 0,042$  кН/см;  $l_{pr} = 500$  см;  $E = 2,06 \cdot 10^5$  МН/м<sup>2</sup>;  
 $I_x = 747$  см<sup>4</sup>;  $f_u = 2,5$  см.

Подставляю значения в формулу (2.21), получаю

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,042 \cdot 500^4}{2,06 \cdot 10^4 \cdot 747} = 2,22 \text{ см.}$$

Жесткость прогона обеспечена, так как  $f < f_u$  ( $2,22 < 2,5$ ).

### 2.3 Расчет и конструирование стропильной фермы ФС1

Исходные данные:

- схема стропильной фермы ФС1 приведена на рисунке 2.6;
- пролет фермы в осях 1 – 5 = 21 м;
- высота фермы на опоре у оси 1  $h_{r01} = 1800$  мм, на опоре у оси 5  $h_{r05} = 2168$  мм;
- уклон верхнего пояса фермы –  $i = 0,017$  ( $1^\circ$ );
- тип решетки – треугольная;
- сечение элементов: пояса ферм – из широкополочных тавров по ТУ 14-2-685-86, решетка – из парных прокатных уголков по ГОСТ 8509-93;
- материал фермы – сталь С245 по ГОСТ 27772-2015; группа конструкций – 2 [22, СП 16.13330, прил. В], нормируемые показатели по ударной вязкости и химическому составу согласно [22, СП 16.13330, табл. В.1-В.2];
- расчетные характеристики стали С245 согласно [22, СП 16.13330, табл. В.3, В.6]:  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup> при толщине проката от 2 до 20 мм включительно;  $R_{un} = 370$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_p = 361$  Н/мм<sup>2</sup>;  $R_s = 0,58 \cdot 240 = 139,2$  Н/мм<sup>2</sup>;
- сварка элементов механизированная дуговая в среде углекислого газа МДС<sub>СО<sub>2</sub></sub>, проволока – СВ-08Г2С, положение швов – нижнее.

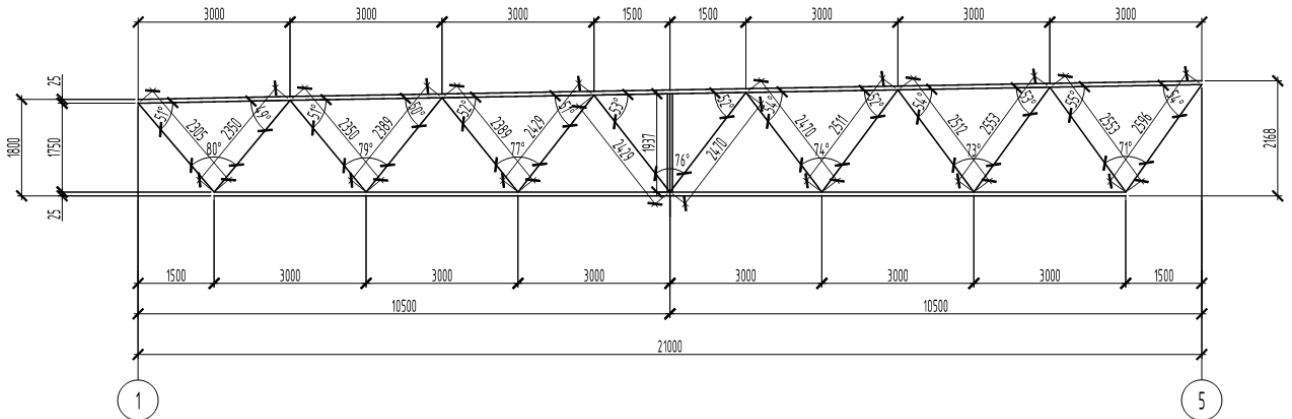


Рисунок 2.6 – Геометрическая схема ФС1

#### 2.3.1 Определение нагрузок и расчетных усилий в стержнях стропильной фермы

##### 2.3.1.1 Постоянные нагрузки

Постоянные нагрузки на стропильную фермы от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия и кровли приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Постоянные нагрузки на стропильную фермы от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия

Конструкция покрытия	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f$	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Кровля			
Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP, t = 1,5 мм	0,016	1,2	0,019
Стеклохолст, 100 г/м <sup>2</sup>	0,001	1,2	0,001
Экструзионный пенополистирол XPS CARBON 35-300, 35 кг/м <sup>3</sup> , t = 50 мм	0,018	1,2	0,022
Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н30, 115 кг/м <sup>3</sup> , t = 100 мм	0,115	1,2	0,138
Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ	0,001	1,2	0,001
Скотч двухсторонний для пароизоляции ТехноНИКОЛЬ	0,001	1,2	0,001
Ограждающие конструкции			
Стальной профилированный настил Н75-750-0.8	0,112	1,05	0,118
Ограждающие конструкции			
Прогоны прокатные пролетом 5 м (швеллер 16У, m = 14,2 кг/м, 8 шт на 21 м)	0,053	1,05	0,056
Стропильная ферма	0,30	1,05	0,315
Связи	0,04	1,05	0,042
Итого	0,657		0,713

Нормативная постоянная нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы  $g_n$ , кН/м, определяется по формуле

$$g_n = q_{n,нес} \cdot b, \quad (2.22)$$

где  $q_{n,нес}$  – постоянная нормативная нагрузка на стропильную фермы от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия;

$b$  – шаг ферм.

Принимаю:  $q_{n,нес} = 0,657$  кН/м<sup>2</sup>;  $b = 5$  м.

Подставляю значения в формулу (2.22), получаю

$$g_n = 0,657 \cdot 5 = 3,29 \text{ кН/м.}$$

Расчетная постоянная нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы  $g$ , кН/м, определяется по формуле

$$g = q_{нес} \cdot b, \quad (2.23)$$

где  $q_{нес}$  – постоянная расчетная нагрузка на стропильную фермы от веса несущих и ограждающих конструкций покрытия;

$b$  – то же, что и в формуле (2.22).

Принимаю:  $q_{n,нес} = 0,713 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 5 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.23), получаю

$$g = 0,713 \cdot 5 = 3,57 \text{ кН/м}.$$

Нормативная снеговая нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы  $P_n$ , кН/м, определяется по формуле

$$P_n = S_0 \cdot b, \quad (2.24)$$

где  $S_0$  – нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$b$  – то же, что и в формуле (2.23).

Принимаю:  $S_0 = 1,0 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 5 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.24), получаю

$$P_n = 1,0 \cdot 5 = 5 \text{ кН/м}.$$

Расчетная снеговая нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы  $P$ , кН/м, определяется по формуле

$$P = S \cdot b, \quad (2.25)$$

где  $S$  – расчетное значение снеговой нагрузки на горизонтальную поверхность покрытия;

$b$  – то же, что и в формуле (2.22).

Принимаю:  $S = 1,4 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 5 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.25), получаю

$$P_n = 1,4 \cdot 5 = 7 \text{ кН/м}.$$

Расчетное значение узловой постоянной нагрузки на  $i$  узел стропильной фермы  $F_1$ , кН, определяется по формуле

$$F_1 = g \frac{d_{i-1} + d_i}{2}, \quad (2.26)$$

где  $g$  – расчетная постоянная нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы;

$d_{i-1}$ ,  $d_i$  – размеры панелей, примыкающие к  $i$ -му узлу.

Принимаю:  $g = 3,57 \text{ кН/м}$ ;  $d_{i-1} = 3 \text{ м}$ ;  $d_i = 3 \text{ м}$ .

Подставляю значения в формулу (2.26), получаю

$$F_1 = 3,57 \cdot \frac{3+3}{2} = 10,71 \text{ кН/м}.$$

Расчетное значение узловой снеговой нагрузки на  $i$  узел стропильной фермы  $F_2$ , кН, определяется по формуле

$$F_2 = P \frac{d_{i-1} + d_i}{2}, \quad (2.27)$$

где  $P$  – расчетная снеговая нагрузка на 1 погонный метр стропильной фермы;

$d_{i-1}, d_i$  – то же, что и в формуле (2.26).

Принимаю:  $P = 7$  кН/м;  $d_{i-1} = 3$  м;  $d_i = 3$  м.

Подставляю значения в формулу (2.24), получаю

$$F_2 = 7 \cdot \frac{3+3}{2} = 21 \text{ кН/м.}$$

Подсчет расчетных усилий в стержнях стропильной фермы приведен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Подсчет расчетных усилий в стержнях стропильной фермы

Наименование	Стержень	Усилие от $F=1$ кН	Усилие от постоянной нагрузки $F_1=10,71$ кН	Усилие от снеговой нагрузки $F_2=21$ кН	Суммарные усилия	
					Сжатие	Растяжение
Верхний пояс	1-2	-2,87	-30,74	-60,27	-91,01	
	2-3	-7,56	-80,97	-158,76	-239,73	
	3-4	-10,47	-112,13	-219,87	-332,00	
	4-5	-11,70	-125,31	-245,7	-371,01	
	5-6	-11,70	-125,31	-245,7	-371,01	
	6-7	-9,93	-106,35	-208,53	-314,88	
	7-8	-6,74	-72,19	-141,54	-213,73	
Нижний пояс	8-9	-2,24	-23,99	-47,04	-71,03	
	10-11	5,65	60,51	118,65		179,16
	11-12	9,42	100,89	197,82		298,71
	12-13	11,48	122,95	241,08		364,03
	13-14	11,19	119,84	234,99		354,83
	14-15	8,70	93,18	182,7		275,88
Раскосы	15-16	4,86	52,05	102,06		154,11
	1-10	4,48	47,98	94,08		142,06
	2-10	-4,42	-47,34	-92,82	-140,16	
	2-11	3,05	32,67	64,05		96,72
	3-11	-3,02	-32,34	-63,42	-95,76	
	3-12	1,69	18,10	35,49		53,59

## Окончание таблицы 2.5

	4-12	-1,67	-17,89	-35,07	-52,96	
	4-13	0,36	3,86	7,56		11,42
	6-13	0,85	9,10	17,85		26,95
	6-14	-2,12	-22,71	-44,52	-67,23	
	7-14	2,10	22,49	44,1		66,59
	7-15	-3,34	-35,77	-70,14	-105,91	
	8-15	3,29	35,24	69,09		104,33
	8-16	-4,27	-45,73	-89,67	-135,40	
	9-16	4,26	45,62	89,46		135,08
Стойка	5-13	-0,97	-10,39	-20,37	-30,76	

Эпюра продольных сил (кН) от единичной узловой нагрузки представлена на рисунке 2.7.

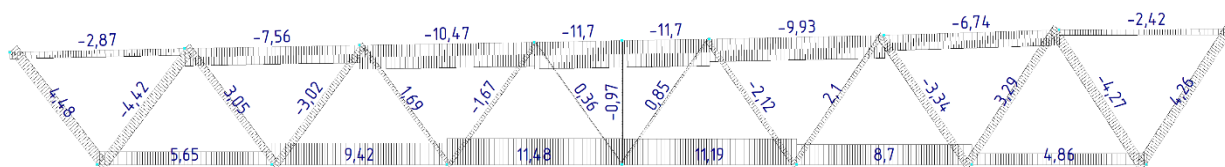


Рисунок 2.7 – Эпюра продольных сил (кН) от единичной узловой нагрузки

### 2.3.2 Подбор сечений стержней стропильной фермы

#### Верхний пояс

##### – стержень 3-4

Подбор сечения стержня стропильной фермы веду вручную.

Исходные данные:

$N = -332$  кН;  $l_{ef,x} = 3000$  мм;  $l_{ef,y} = 3000$  мм;  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Требуемая площадь сечения стержня  $A_{req}^T$ , см<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$A_{req}^T = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c}, \quad (2.28)$$

где  $N$  – усилие, возникающее в стержне;

$\varphi$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали.

Принимаю:  $N = -332,00$  кН;  $\varphi = 0,8$ ;  $\gamma_c = 1$ ;  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.28), получаю

$$A_{\text{req}}^T = \frac{-332,00}{0,8 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 17,29 \text{ см}^2.$$

По сортаменту (ТУ 14-2-685-86) принимаю Т13ШТ1.

Геометрические характеристики профиля:  $A = 26,9 \text{ см}^2$ ;  $i_x = 3,27 \text{ см}^4$ ;  $i_y = 4,25 \text{ см}^4$ .

Расчетную гибкость элемента в плоскости, перпендикулярной оси x-x  $\lambda_x$  определяю по формуле

$$\lambda_x = \frac{l_{\text{ef},x}}{i_x}, \quad (2.29)$$

где  $l_{\text{ef},x}$  – расчетная длина стержня в плоскости фермы;

$i_x$  – радиус инерции.

Принимаю:  $l_{\text{ef},x} = 300 \text{ см}$ ;  $i_x = 3,27 \text{ см}^4$ .

Подставляю значения в формулу (2.29), получаю

$$\lambda_x = \frac{300}{3,27} = 91,74.$$

Расчетную гибкость элемента в плоскости, перпендикулярной оси y-y  $\lambda_y$  определяю по формуле

$$\lambda_y = \frac{l_{\text{ef},y}}{i_y}, \quad (2.30)$$

где  $l_{\text{ef},y}$  – расчетная длина стержня из плоскости фермы;

$i_y$  – радиус инерции.

Принимаю:  $l_{\text{ef},y} = 300 \text{ см}$ ;  $i_y = 4,25 \text{ см}^4$ .

Подставляю значения в формулу (2.30), получаю

$$\lambda_y = \frac{300}{4,25} = 70,59.$$

Условная гибкость  $\bar{\lambda}$  определяю по формуле

$$\bar{\lambda} = \lambda_{\text{max}} \sqrt{\frac{R_y}{E}}, \quad (2.31)$$

где  $\lambda_{\text{max}}$  – максимальная расчетная гибкость элемента;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали;

$E$  – модуль упругости стали.

Принимаю:  $\lambda_{\text{max}} = 91,74$ ;  $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$ ;  $E = 2,06 \cdot 10^5 \text{ МН/м}^2$ .

Подставляю значения в формулу (2.31), получаю

$$\bar{\lambda} = 91,74 \cdot \sqrt{\frac{240}{2,06 \cdot 10^5}} = 3,13.$$

Коэффициент устойчивости при центральном сжатии определяю по [22, СП 16.13330, прил. Д, табл. Д.1] для типа сечения с по линейной интерполяции для высоты  $\bar{\lambda}=3,13$  согласно таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Данные для линейной интерполяции

$\bar{\lambda} = 3,0$	3,13	$\bar{\lambda} = 3,2$
$\varphi_{\min} = 0,562$	x	$\varphi_{\min} = 0,527$

$$\varphi_{\min} = \frac{(0,527-0,562) \cdot (3,13-3)}{3,2-3} + 0,562 = 0,539.$$

Проверяю условие устойчивости стержня по формуле

$$\alpha = \frac{N}{\varphi_{\min} A R_y \gamma_c} < 1; \quad (2.32)$$

где N – усилие, возникающее в стержне;

$\varphi_{\min}$  – коэффициент устойчивости при центральном сжатии;

A – площадь поперечного сечения;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали.

Принимаю: N = –332,00 кН;  $\varphi_{\min} = 0,539$ ; A = 26,9 см<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ ;  
 $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.32), получаю

$$\alpha = \frac{332,00}{0,539 \cdot 26,9 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 0,954 < 1.$$

Условие выполняется. Запас условия устойчивости 5 %.

Предельная гибкость  $[\lambda]$  определяется по формуле

$$[\lambda] = 180 - 60\alpha, \quad (2.33)$$

где  $\alpha$  – условие устойчивости.

Принимаю:  $\alpha = 0,95$ .

Подставляю значения в формулу (2.33), получаю

$$[\lambda] = 180 - 60 \cdot 0,95 = 123.$$

$$[\lambda] > \lambda_{\max} (123 > 91,74).$$

Подбор сечения стержня стропильной фермы веду в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7).



## Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент пояса;

Длина панели – 3,0 м;

Расстояние между точками раскрепления из плоскости – 3,0 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 15ШТ1	Тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 13ШТ1

Рисунок 2.8 – Результаты подбора сечения

### Сечение

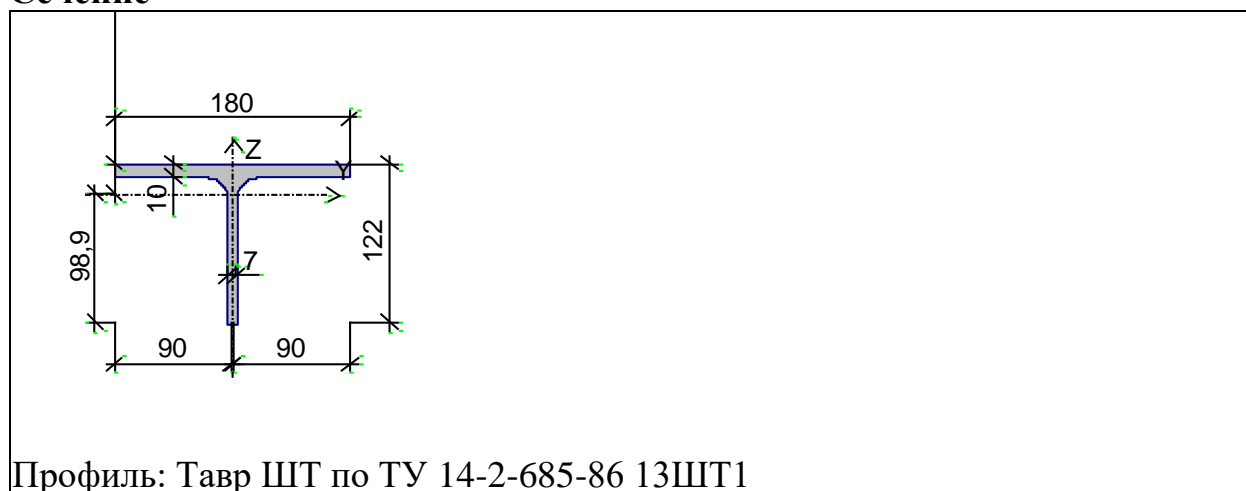


Таблица 2.6 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	26,94	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	12,511	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	7,915	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	288	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	487	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	9,857	см <sup>4</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	3,27	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	4,252	см
Y <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	124,675	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	29,12	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	54,111	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	54,111	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	83,16	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	68,479	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	487	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	288	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	4,252	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	3,27	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2,009	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	2,009	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,628	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,081	см
P	Периметр	43	см
M	Масса 1 м	21,148	кг

Таблица 2.7 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	-332,0		

Таблица 2.8 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,513
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,954
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,765
пп. 7.3.2, 7.3.11, 8.5.1-8.5.8, 9.4.2, 9.4.3, 9.4.9	Предельная гибкость стенки из условия местной устойчивости	0,632
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,354
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,526
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,747

**Коэффициент использования 0,954 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

Сравнение данных, полученных в результате ручного счета и в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7), приведено в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Сравнение данные, полученных в результате ручного счета и в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7)

Проверка	Ручной счет	ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7)
Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,954	0,954

На основе вышеприведенных данных можно сделать вывод, что данные, полученные в результате ручного счета, совпадают с данными, полученными в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7).

### Опорный раскос

– стержень 1-10

Подбор сечения стержня стропильной фермы веду вручную.

Исходные данные:

$N = 142,06$  кН;  $l_{ef,x} = 2305$  мм;  $l_{ef,y} = 2290$  мм;  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Принимаю сечение из двух равнополочных уголков с фасонкой между ними для их совместной работы.

Толщина фасонки  $t_f = 7$  мм (равная толщине стенки тавра).

Требуемая площадь сечения стержня  $A_{\text{req}}^{2L}$ ,  $\text{см}^2$ , определяется по формуле

$$A_{\text{req}}^{2L} = \frac{N}{R_y \gamma_c}, \quad (2.34)$$

где  $N$  – усилие, возникающее в стержне;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали.

Принимаю:  $N = 142,06$  кН;  $\gamma_c = 1$ ;  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.34), получаю

$$A_{\text{req}}^{2L} = \frac{142,06}{240 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 5,92 \text{ см}^2.$$

Требуемая площадь сечения одного уголка  $A_{\text{req}}^L$ ,  $\text{см}^2$ , определяется по формуле

$$A_{\text{req}}^L = \frac{A_{\text{req}}^{2L}}{2}, \quad (2.35)$$

где  $A_{\text{req}}^{2L}$  – требуемая площадь сечения стержня.

Принимаю:  $A_{\text{req}}^{2L} = 5,92$  см<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.35), получаю

$$A_{\text{req}}^L = \frac{5,92}{2} = 2,26 \text{ см}^2.$$

По сортаменту (ГОСТ 8509-93) принимаю L50x5.

Геометрические характеристики:  $A^{2L} = 9,6$  см<sup>2</sup>;  $i_x = 1,53$  см<sup>4</sup>;  $i_y = 2,3$  см<sup>4</sup>.

Расчетную гибкость элемента в плоскости, перпендикулярной оси x-x  $\lambda_x$  определяю по формуле (2.29).

Принимаю:  $l_{\text{ef},x} = 230,5$  см;  $i_x = 1,53$  см<sup>4</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.29), получаю

$$\lambda_x = \frac{230,5}{1,53} = 149,67.$$

$\lambda_x < [\lambda]$ ,  $149,67 < 400$ . Условие выполняется.

Расчетную гибкость элемента в плоскости, перпендикулярной оси y-y  $\lambda_y$  определяю по формуле (2.30)

Принимаю:  $l_{\text{ef},y} = 230,5$  см;  $i_y = 2,3$  см<sup>4</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.30), получаю

$$\lambda_y = \frac{230,5}{2,3} = 99,56.$$

$\lambda_y < [\lambda], 99,56 < 400$ . Условие выполняется.

Проверку фактических напряжений в растянутом стержне провожу по формуле

$$\sigma = \frac{N}{A^{2L}} \leq R_y \gamma_c, \quad (2.36)$$

где  $N$  – усилие, возникающее в стержне;

$A^{2L}$  – площадь поперечного сечения;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали.

Принимаю:  $N = 142,06$  кН;  $A^{2L} = 9,6$  см<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ ;  $R_y = 240$  Н/мм<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.36), получаю

$$\sigma = \frac{142,06}{9,6} < 240 \cdot 10^{-1} \cdot 1; 14,8 < 24.$$

Условие выполняется. Запас прочности 38,3 %.

Подбор сечения стержня стропильной фермы веду в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7).

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

– поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;

– сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – опорный раскос;

Длина элемента – 2,305 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L40x4

Рисунок 2.9 – Результаты подбора сечения

**Сечение**



Таблица 2.11 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
A	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,3	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,527	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного	0,998	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
	направления оси Y(U)		
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.12 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	142,06		

Таблица 2.13 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,617
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,249
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,375

### **Коэффициент использования 0,617 – прочность элемента.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

Сравнение данных, полученных в результате ручного счета и в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7), приведено в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Сравнение данные, полученных в результате ручного счета и в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7)

Проверка	Ручной счет	ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7)
Прочность элемента	0,617	0,617
Предельная гибкость из плоскости фермы	0,249	0,249
Предельная гибкость в плоскости фермы	0,374	0,375

На основе вышеприведенных данных можно сделать вывод, что данные, полученные в результате ручного счета, совпадают с данными, полученными в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7).

Дальнейший подбор сечений осуществляю в ПК «Кристалл» (версия 21.1.9.7).

### **Нижний пояс**

– стержень 12-13

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

Сталь: С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент пояса;

Длина панели – 3,0 м;

Расстояние между точками раскрепления из плоскости – 3 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 15ШТ1	Тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 13ШТ1

Рисунок 2.10 – Результаты подбора сечения

#### Сечение

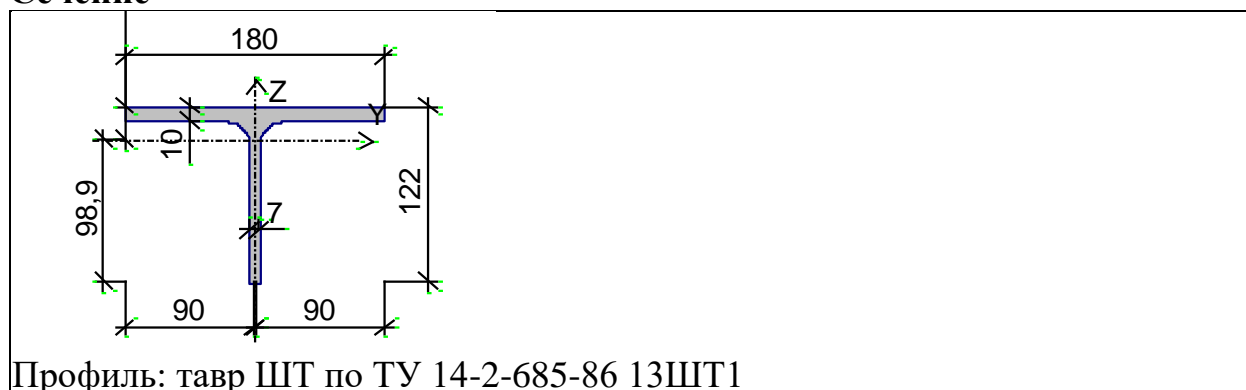




Таблица 2.16 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	26,94	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	12,511	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	7,915	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	288	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	487	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	9,857	см <sup>4</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	3,27	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	4,252	см
Y <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	0	см
Z <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Z	0	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	124,675	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	29,12	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	54,111	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	54,111	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	83,16	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	68,479	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	487	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	288	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	4,252	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	3,27	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2,009	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	2,009	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4,628	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1,081	см
P	Периметр	43	см
M	Масса 1 м	21,148	кг

Таблица 2.17 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	364,04		

Таблица 2.18 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,563
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,229

**Коэффициент использования 0,563 – прочность элемента.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

**Раскосы**

- стержень 2-10

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

**Общие характеристики**

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,35 м.

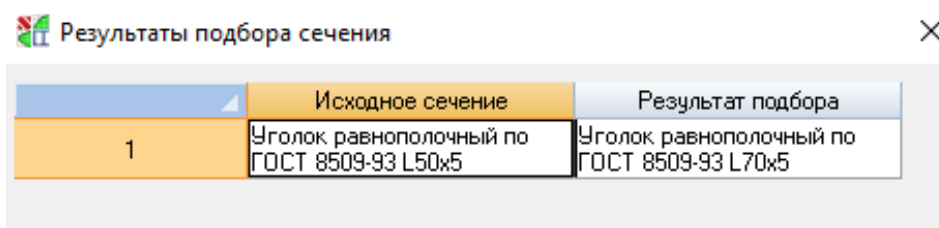


Рисунок 2.11 – Результаты подбора сечения

## Сечение



Таблица 2.20 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	13,72	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	5,275	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	5,092	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	63,836	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	130,294	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	1,074	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	2,157	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	3,082	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	33,582	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	12,519	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	17,849	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	17,849	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	18,808	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	30,196	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	130,294	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	63,836	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	3,082	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	2,157	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,301	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,301	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,448	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,912	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
P	Периметр	56,85	см
M	Масса 1 м	10,77	кг

Таблица 2.21 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	-140,16		

Таблица 2.22– Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,532
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,937
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,836
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,593
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,476
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,565

**Коэффициент использования 0,937 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 2-11

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

#### **Общие характеристики**

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,35 м.

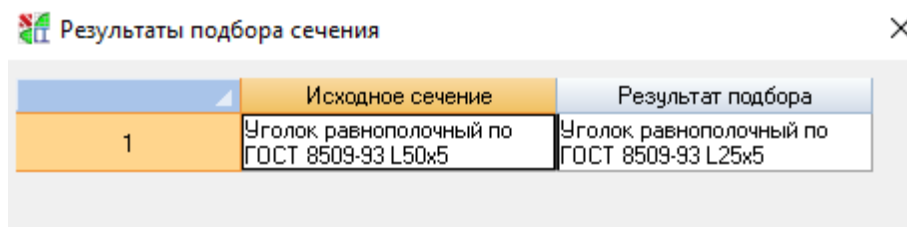


Рисунок 2.12 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

### Сечение

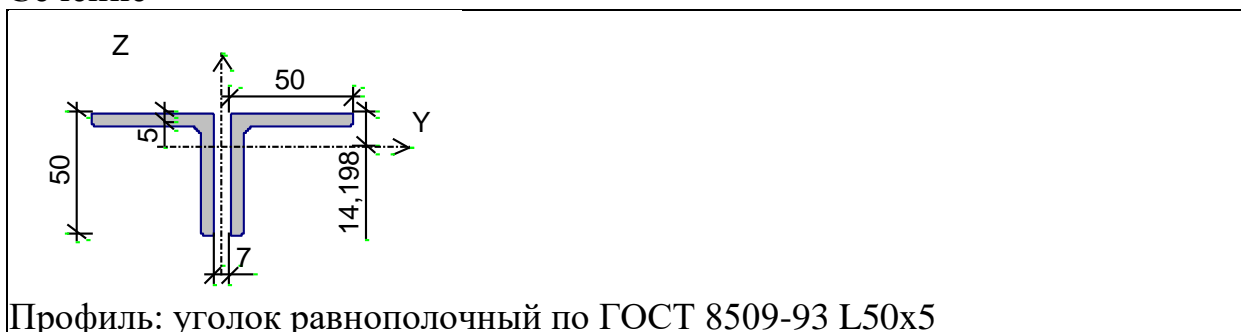


Таблица 2.24 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно	6,253	см <sup>3</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
	оси U		
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,3	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,527	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.25 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	96,72		

Таблица 2.26 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,42
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,307

**Коэффициент использования 0,42 – прочность элемента.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 3-11

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

**Общие характеристики**

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.27.

Таблица 2.27 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,389 м.

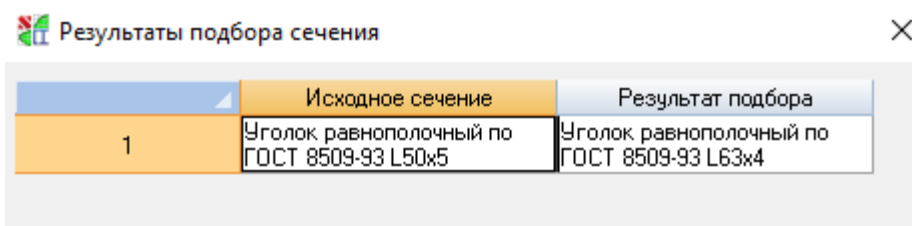


Рисунок 2.13 – Результаты подбора сечения

### Сечение



Таблица 2.28 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,92	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	3,786	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,682	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	37,685	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1	77,057	см <sup>4</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
	параллельной оси Z		
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	0,5	см <sup>4</sup>
$I_w$	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	1,949	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	2,787	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	22,269	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	8,179	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	11,675	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	11,675	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	12,343	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	19,763	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	77,057	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	37,685	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,787	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,949	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,177	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,177	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,245	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,824	см
P	Периметр	51,004	см
M	Масса 1 м	7,787	кг

Таблица 2.29 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	-95,76		

Таблица 2.30 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,503
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	1
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,872
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,64



Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,542
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,652

**Коэффициент использования 1 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 3-12

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь: С245;**

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.31.

Таблица 2.31 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,389 м.

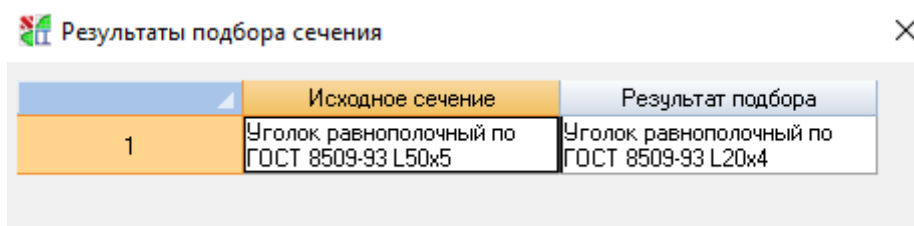
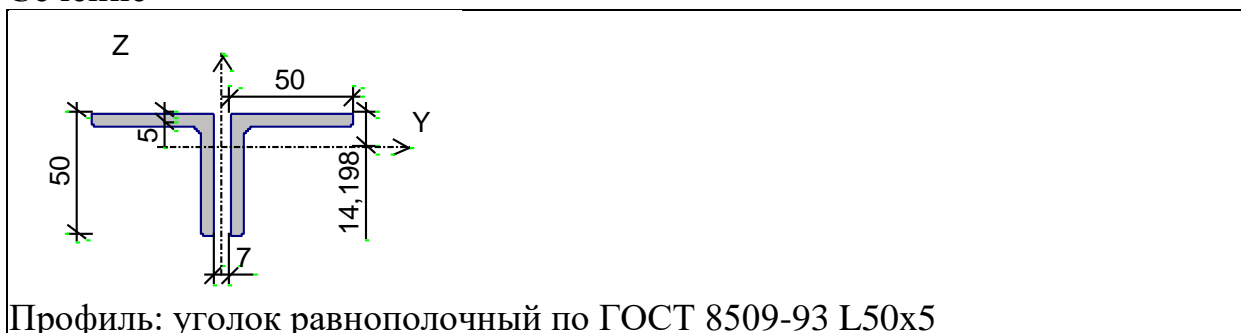


Рисунок 2.14 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль –

L50x5.

### Сечение



Профиль: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5

Таблица 2.32 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
α	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,3	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,527	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
a <sub>v</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.33 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	53,59		

Таблица 2.34 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,233
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,312

**Коэффициент использования 0,312 – предельная гибкость в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 4-12

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.35.

Таблица 2.35 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,429 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x4

Рисунок 2.15 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

### Сечение

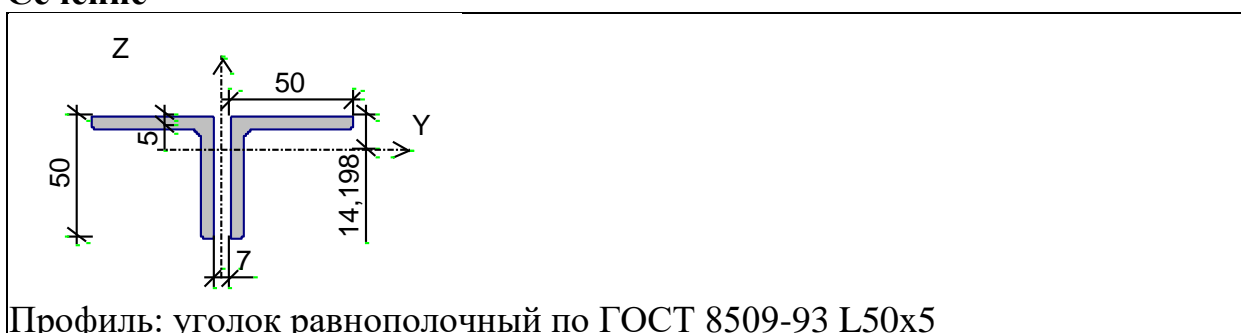


Таблица 2.36 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,3	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,527	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.37 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	-52,96		

Таблица 2.38 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,287
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,8
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,623
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,355
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,61
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,784

**Коэффициент использования 0,8 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 4-13

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.39.

Таблица 2.39 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,429 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L20x4

Рисунок 2.16 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

### Сечение

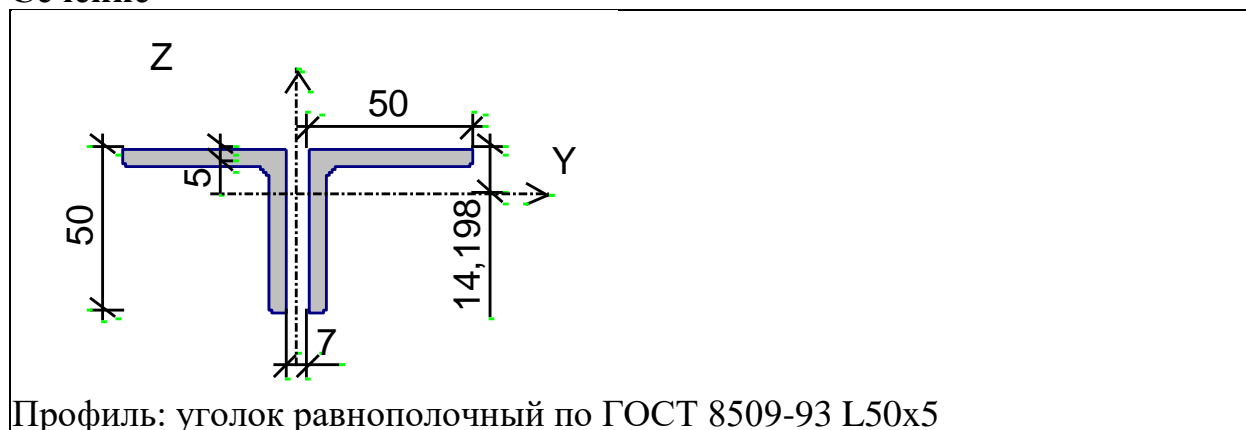


Таблица 2.40 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,3	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,527	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.41 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	11,42		

Таблица 2.42 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,05

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,317

**Коэффициент использования 0,317 – предельная гибкость в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

- стержень 6-13

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.43.

Таблица 2.43 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,47 м.

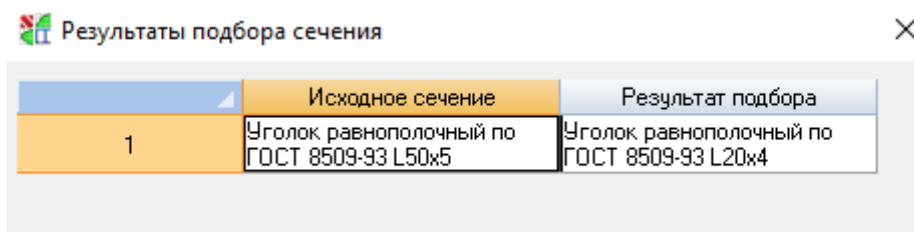


Рисунок 2.17 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.



## Сечение



Таблица 2.44 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,3	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,527	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.45 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	36,95		

Таблица 2.46 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,117
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,323

**Коэффициент использования 0,323 – предельная гибкость в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 6-14

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.47.

Таблица 2.47 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,47 м.

Результаты подбора сечения		
	Исходное сечение	Результат подбора
1	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L63x4

Рисунок 2.18 – Результаты подбора сечения

### Сечение

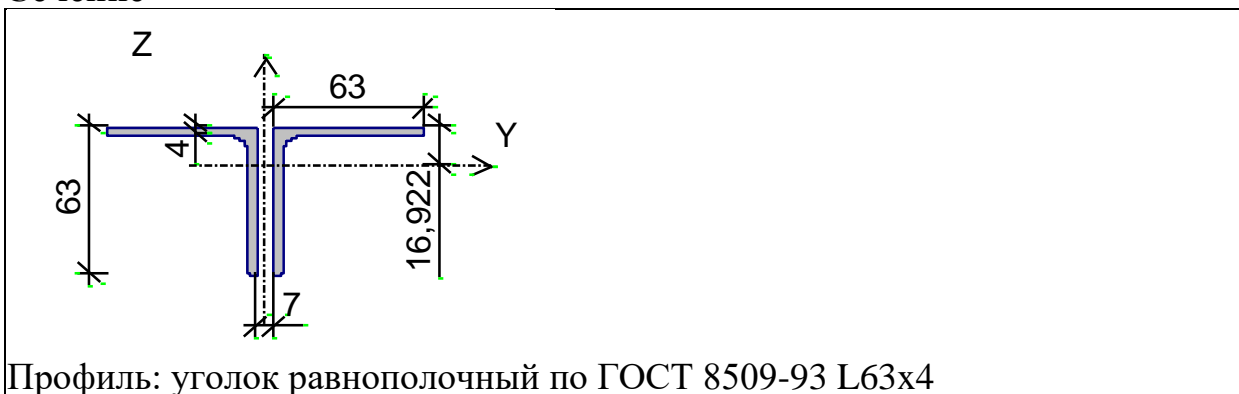


Таблица 2.48 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,92	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	3,786	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,682	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	37,685	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	77,057	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,5	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,949	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,787	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	22,269	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	8,179	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	11,675	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	11,675	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	12,343	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	19,763	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	77,057	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	37,685	см <sup>4</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,787	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,949	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,177	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,177	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,245	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,824	см
P	Периметр	51,004	см
M	Масса 1 м	7,787	кг

Таблица 2.49 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	-67,23		

Таблица 2.50 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,353
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,729
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,632
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,629
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,514
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,608

**Коэффициент использования 0,729 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 7-14

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

#### **Общие характеристики**

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.51.

Таблица 2.51 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,511 м.

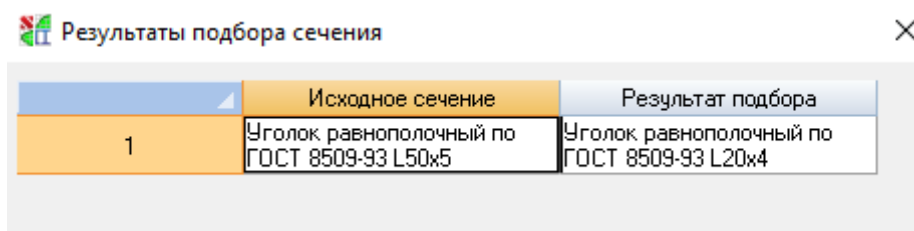


Рисунок 2.19 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

### Сечение

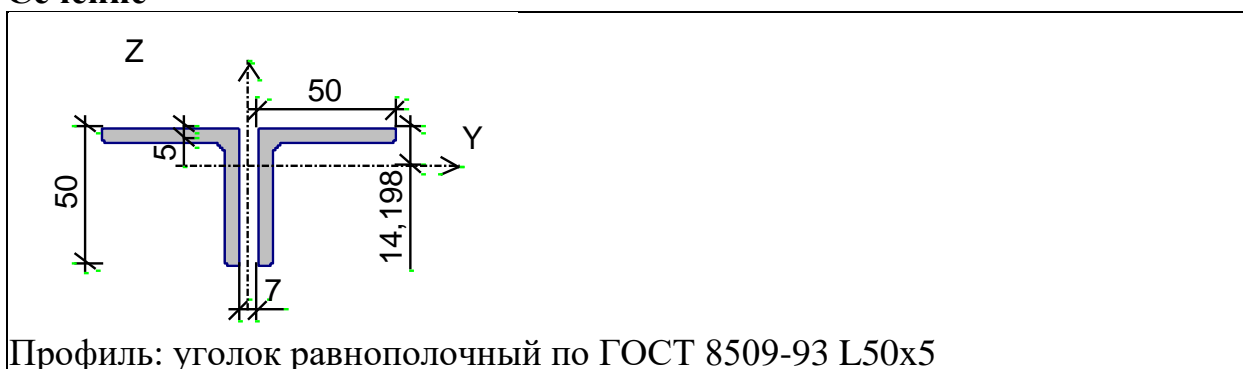


Таблица 2.52 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
$A_{v,z}$	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
$I_w$	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,3	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,527	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.53 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	66,59		

Таблица 2.54 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,289
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,328

**Коэффициент использования 0,328 – предельная гибкость в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 7-15

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.55.

Таблица 2.55 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,512 м.

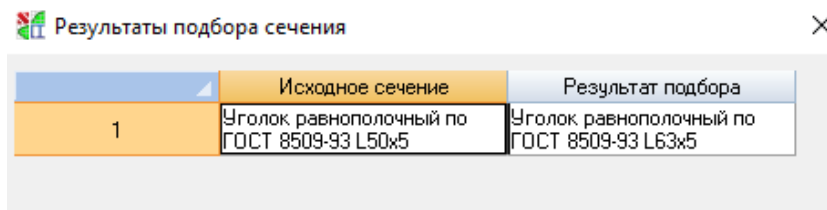


Рисунок 2.20 – Результаты подбора сечения

### Сечение



Таблица 2.56 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	12,26	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,842	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	4,551	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	46,079	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	96,89	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,958	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,939	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,811	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	26,546	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	10,096	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	14,68	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	14,68	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	15,093	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	24,959	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	96,89	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	46,079	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,811	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,939	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,197	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,197	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,165	см
a <sub>v-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,823	см
P	Периметр	51,404	см
M	Масса 1 м	9,624	кг

Таблица 2.57 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	-105,91		

Таблица 2.58 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,45



Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,954
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,811
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,488
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,552
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,677

**Коэффициент использования 0,954 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 8-15

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

#### **Общие характеристики**

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

– поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0,95;

– сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0,8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.59.

Таблица 2.59 – Дополнительные коэффициенты условий работы

<b>Дополнительные коэффициенты условий работы</b>	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 2,553 м.

	Исходное сечение	Результат подбора
1	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5	Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L25x5

Рисунок 2.21 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

**Сечение**

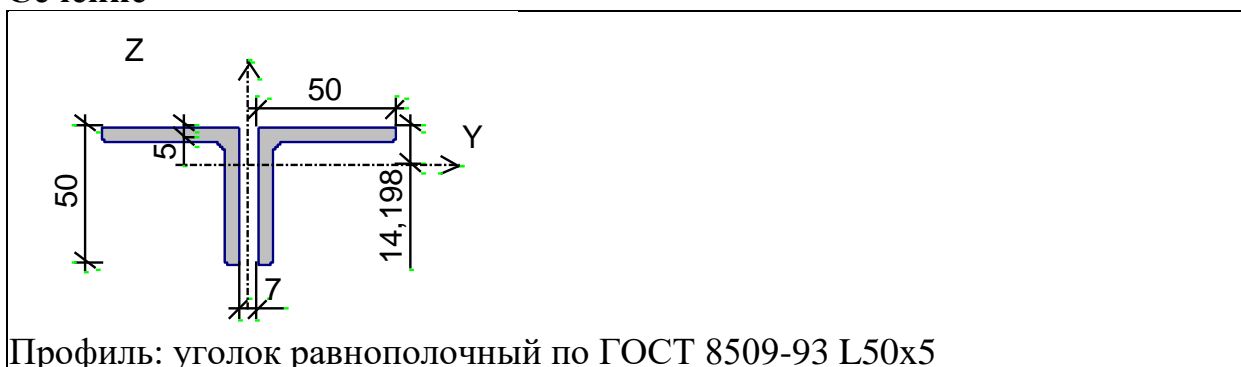


Таблица 2.60 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно	16,51	см <sup>3</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
	оси V		
$I_u$	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	2,3	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	1,527	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.61 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сеймика	Особая
	кН		
1	104,33		

Таблица 2.62 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,453
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,334

**Коэффициент использования 0,453 – прочность элемента.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

– стержень 8-16

**Расчет выполнен по СП 16.13330.2017**

### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.63.

Таблица 2.63 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;  
 Тип элемента – элемент решетки;  
 Длина элемента – 2,553 м.

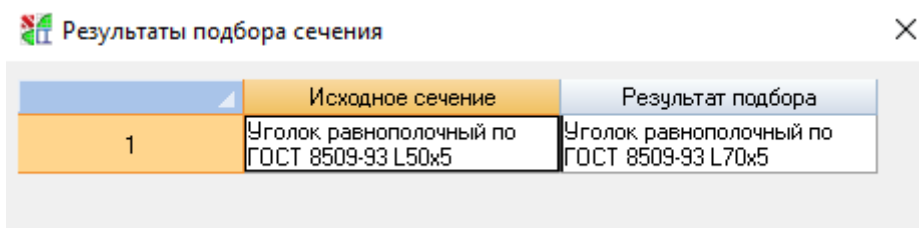


Рисунок 2.22 – Результаты подбора сечения

**Сечение**



Профиль: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5

Таблица 2.64 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	13,72	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	5,275	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	5,092	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	63,836	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	130,294	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	1,074	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	2,157	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	3,082	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	33,582	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно	12,519	см <sup>3</sup>

	Параметр	Значение	Единица измерения
	оси U		
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	17,849	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	17,849	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	18,808	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	30,196	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	130,294	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	63,836	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	3,082	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	2,157	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1,301	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1,301	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	2,448	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,912	см
P	Периметр	56,85	см
M	Масса 1 м	10,77	кг

Таблица 2.65 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	-135,4		

Таблица 2.66 – Критические факторы

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,514
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,984
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,864
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,57
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,523
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,626

**Коэффициент использования 0,984 – устойчивость элемента в плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от

23.06.2020.

## Стойка

- стержень 5-13

### Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

#### Общие характеристики

При подборе и проверке элементов ферм приняты следующие значения коэффициента условий работы:

- поясов, опорных раскосов, растянутых элементов решетки, сжатых элементов решетки крестового сечения – 0.95;
- сжатых элементов решетки таврового сечения при гибкости их больше 60 – 0.8.

**Сталь:** С245;

Группа конструкций по приложению В СП 16.13330 – 2;

Дополнительные коэффициенты условий работы приведены в таблице 2.67.

Таблица 2.67 – Дополнительные коэффициенты условий работы

Дополнительные коэффициенты условий работы	
Коэффициент, понижающий расчетное сопротивление	1

Коэффициент надежности по ответственности – 1;

Тип элемента – элемент решетки;

Длина элемента – 1,937 м.

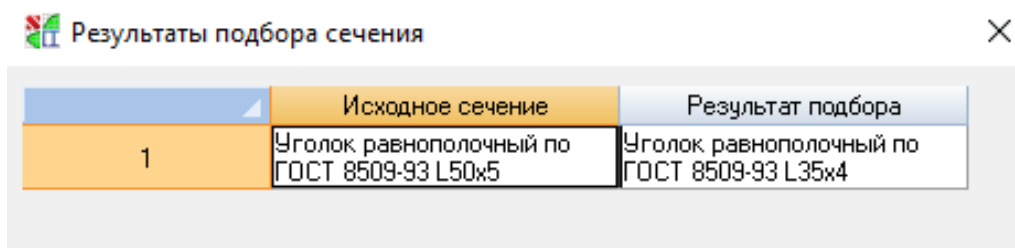


Рисунок 2.23 – Результаты подбора сечения

Наименьший рекомендуемый для применения в фермах профиль – L50x5.

## Сечение

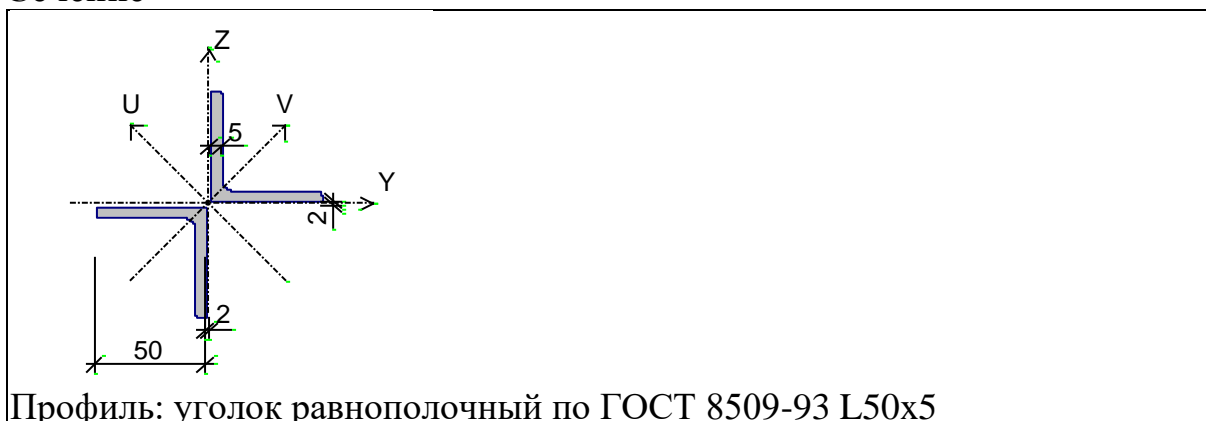


Таблица 2.68 – Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единица измерения
A	Площадь поперечного сечения	9,6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	4,03	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	3,569	см <sup>2</sup>
a	Угол наклона главных осей инерции	-90	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	22,387	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	0,742	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	0	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	1,527	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2,3	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	15,767	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	6,253	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	9,582	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	9,279	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	16,51	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	50,783	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	22,387	см <sup>4</sup>
i <sub>u</sub>	Максимальный радиус инерции	2,3	см
i <sub>v</sub>	Минимальный радиус инерции	1,527	см
a <sub>u+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>u-</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	0,998	см
a <sub>v+</sub>	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1,642	см

	Параметр	Значение	Единица измерения
a <sub>v</sub>	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	0,651	см
P	Периметр	41,219	см
M	Масса 1 м	7,536	кг

Таблица 2.69 – Усилия, действующие в стержне

	N	Сейсмика	Особая
	кН		
1	-30,76		

Таблица 2.70 – Критические факторы

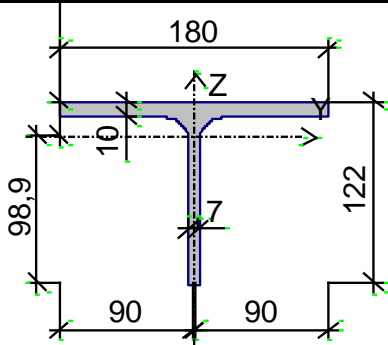
Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.1.1	Прочность элемента	0,134
п. 7.1.3	Устойчивость элемента в плоскости фермы	0,169
п. 7.1.3	Устойчивость элемента из плоскости фермы	0,24
пп. 7.3.8, 7.3.11, 8.5.18, 9.4.7, 9.4.9	Предельная гибкость свеса полки (поясного листа) из условия местной устойчивости	0,351
п. 10.4.1	Предельная гибкость из плоскости фермы	0,558
п. 10.4.1	Предельная гибкость в плоскости фермы	0,362

**Коэффициент использования 0,558 – предельная гибкость из плоскости фермы.**

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия 21.1.9.7 от 23.06.2020.

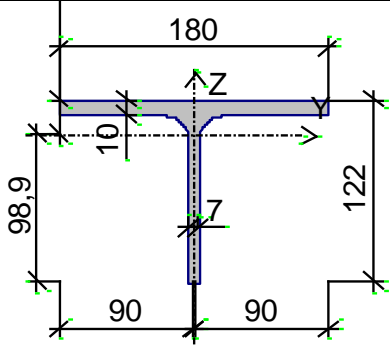
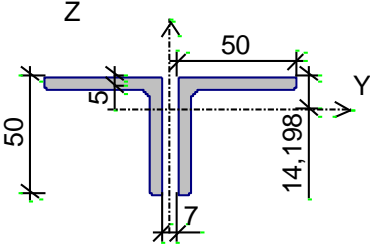
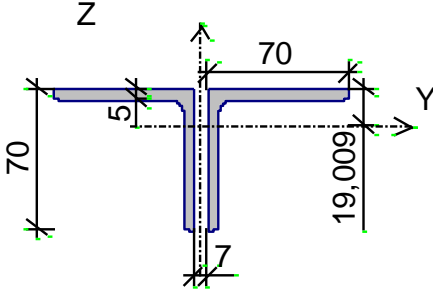
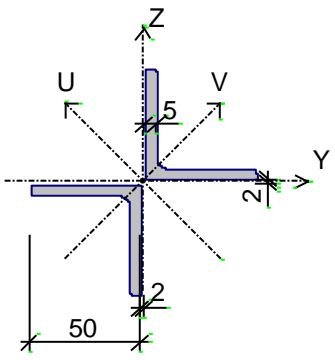
Свожу результаты подбора сечений стержней стропильной фермы в таблицу 2.71.

Таблица 2.71 – Сечения стержней стропильной фермы

Элемент	Сечение
Верхний пояс	 <p>Профиль: тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 13ШТ1</p>



Окончание таблица 2.71

<p>Нижний пояс</p>	 <p>Профиль: тавр ШТ по ТУ 14-2-685-86 13ШТ1</p>
<p>Опорные раскосы</p>	 <p>Профиль: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5</p>
<p>Раскосы</p>	 <p>Профиль: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5</p>
<p>Стойка</p>	 <p>Профиль: уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5</p>

### 2.3.3 Расчет и конструирование узлов стропильной фермы

Конструирую узлы ферм в следующем порядке:

- вычерчиваю осевые линии (линии, проходящие через центр тяжести) стержней, сходящихся в узле;
- привязываю поясные профили, чем определяю возможное приближение торцов стержней решетки к узлам;
- наношу контуры стержней решетки, привязывая их к осевым линиям,

при этом расстояние от центра тяжести до обушка округляю до 5 мм; рез стержней решетки производят нормально к оси стержня;

– по длине швов, крепящих стержни решетки в узле, определяю необходимость фасонки и требуемые размеры.

Толщина фасонки для крепления стержней фермы принята равной толщине стенки тавра – 7 мм. Стержни крепятся к поясным профилям и фасонкам двусторонними угловыми швами с катетом  $k_f = 4$  мм согласно [22, СП 16.13330, табл. 38] со стороны обушка и пера. Значение коэффициентов  $\beta_f = 0,9$  и  $\beta_z = 1,05$  принимаю согласно [22, СП 16.13330, табл. 39]. В соответствии с [22, СП 16.13330, прил. Г, табл. Г.2]  $R_{wf} = 215$  Н/мм<sup>2</sup>,  $R_{wz} = 0,45 \cdot 370 = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>.

Расчет длин швов крепления веду по металлу границы сплавления, так как

$$\frac{\beta_f R_{wf}}{\beta_z R_{wz}} = \frac{0,9 \cdot 215}{1,05 \cdot 166,5} = 1,1 > 1.$$

При расчете прикрепления уголков угловыми сварными швами учитываю, что усилие, действующее на уголок, прикладывается к его центру тяжести и при приварке уголка к фасонке распределяется между швами, выполненными по обушку и по перу уголка. Распределение усилия происходит пропорционально площадям, отсеченным у уголка на разрезе линией центра тяжести. В равнополочных уголках на швы по обушку приходится 70% усилия, на швы по перу – 30%.

## Узел 6

Профиль опорного раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5 с усилием  $N_{1-10} = 142,06$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле

$$l_w = \frac{\alpha_i \cdot N}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot R_{wz} \cdot \gamma_c}, \quad (2.37)$$

где  $\alpha_i$  – распределение усилий между швами по обушку и перу;

$N$  – усилие, возникающее в стержне;

$\beta_z$  – коэффициент, принимаемый по [22, СП 16.13330, табл. 39];

$k_f$  – минимальный катет шва, принимаемый по [22, СП 16.13330, табл. 38];

$R_{wz}$  – расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы.

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{1-10} = 142,06$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 8,11 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 4,05 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 90$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

По полученным длинам швов крепления опорного раскоса графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

Определяю размеры опорного фланца из условия прочности на смятие его торцевой поверхности, при этом размер выступающей части опорного ребра должен быть не более 1,5 его толщины, иначе ребро рассчитывают на сжатие.

Задаю толщину опорного ребра  $t_{of}$  в диапазоне от 10 до 20 мм, определяю его ширину  $b_{of}$ , которая принимается не менее 170 мм.

Пусть  $t_{of} = 10$  мм, тогда ширина опорного фланца  $b_{of}$ , см, определяется по формуле

$$b_{of} = \frac{A_r}{t_{of}}, \quad (2.38)$$

где  $A_r$  – требуемая площадь, см<sup>2</sup>, определяемая по формуле

$$A_r = \frac{Q_{max}}{R_p}, \quad (2.39)$$

где  $Q_{max}$  – максимальная расчетная поперечная сила;  
 $R_p$  – расчетное сопротивление стали смятию торцевой поверхности (при наличии пригонки).

Принимаю:  $Q_{max} = 13,83$  кН;  $R_p = 361$  Н/мм<sup>2</sup>.

Подставляю значения в формулу (2.39), получаю

$$A_r = \frac{13,83 \cdot 10^1}{361} = 0,38 \text{ см}^2$$

Принимаю:  $A_r = 0,38$  см<sup>2</sup>;  $t_{of} = 1$  см.

Подставляю значения в формулу (2.38), получаю

$$b_{of} = \frac{0,38}{1} = 0,38 \text{ см,}$$

Принимаю опорный фланец из листа 170x10 мм (ширина принята из условия размещения отверстий под болты).

Выпускаю фланец за пределы фасонки на  $a \leq 1,5t$ ;  $a = 15$  мм.

### Расчет болтовых соединений

Принимаю 4 болта и размещаю их в соответствии с [5, СП 16.13330, прил. Г, табл. Г.10]:

Принимаю диаметр отверстия для болтов равным 23 мм, на 3 мм больше диаметра болтов.

Расстояние между центрами отверстий для болтов в любом направлении:

а) минимальное:  $2,5 \cdot d_{\text{отв}} = 2,5 \cdot 23 = 57,5$  мм.

б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии:  $8 \cdot d_{\text{отв}} = 8 \cdot 23 = 184$  мм.

Принимаю 90 мм.

Расстояние от центра отверстия болта до края элемента вдоль усилия:

а) минимальное:  $2 \cdot d_{\text{отв}} = 2 \cdot 23 = 46$  мм.

б) максимальное:  $4 \cdot d_{\text{отв}} = 4 \cdot 23 = 92$  мм.

Принимаю 50 мм.

Расстояние от центра отверстия болта до края элемента поперек усилия:

а) минимальное:  $1,5 \cdot d_{\text{отв}} = 1,5 \cdot 23 = 34,5$  мм.

б) максимальное:  $4 \cdot d_{\text{отв}} = 4 \cdot 23 = 92$  мм.

Принимаю 45 мм.

Проверку прочности швов прикрепления опорного фланца провожу по формуле

$$\frac{A}{2 \cdot \beta_z \cdot k_f \cdot l_w} \leq R_{wz} \gamma_c, \quad (2.40)$$

где  $A$  – опорная реакция, равна половине нагрузки пролёта фермы;

$\beta_z$  – то же, что и в формуле (2.37);

$k_f$  – то же, что и в формуле (2.37);

$l_w$  – длина сварного шва.

Принимаю:  $A = 126,84$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $l_w = 18$  см.

Подставляю значения в формулу (2.40), получаю

$$\frac{126,84}{2 \cdot 1,05 \cdot 0,4 \cdot 18 \cdot 10^{-1}} = 83,8 \text{ Н/мм}^2 < 166,5 \cdot 1 = 166,5 \text{ Н/мм}^2.$$

### Узел 7

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{2-10} = -140,16$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-10} = -140,16$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 140,16}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 8,01 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 4,00 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 90$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{2-11} = -140,16$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-11} = 96,72$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 96,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,84 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 96,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,07 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 60$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

По полученным длинам швов крепления раскосов графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

## Узел 8

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{3-11} = -95,76$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-10} = -95,76$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 95,76}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,79 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 95,76}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,05 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 60$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{3-12} = 53,59$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-11} = 53,59$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 53,59}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,68 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 53,59}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 2,15 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

По полученным длинам швов крепления раскосов графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

### Узел 9

Профиль опорного раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5 с усилием  $N_{1-10} = 142,06$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{1-10} = 142,06$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 8,11 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 4,05 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 90$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{4-12} = -52,96$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{4-13} = -52,96$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 52,96}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,65 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 52,96}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 2,14 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

По полученным длинам швов крепления раскосов графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

### Узел 10

Профиль опорного раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L50x5 с усилием  $N_{1-10} = -52,96$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{1-10} = 142,06$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 8,11 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 142,06}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 4,05 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 90$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{2-10} = -140,16$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-10} = -140,16$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 140,16}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 8,01 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 140,16}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 4,00 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 90$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

По полученным длинам швов крепления раскосов графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

### Узел 11

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{2-11} = -140,16$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-11} = 96,72$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 96,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,84 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 96,72}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,07 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 60$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{3-11} = -95,76$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-10} = -95,76$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 95,76}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 5,79 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 95,76}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,05 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 60$  мм;  $l_w^{п} = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

## Узел 12

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{3-12} = 53,59$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{2-11} = 53,59$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 53,59}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,68 \text{ см.}$$



$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 53,59}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 2,15 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{4-12} = -52,96$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{4-13} = -53,96$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 52,96}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 3,65 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 52,96}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 2,14 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм.

## Узел 5

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{4-13} = 11,42$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37).

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{4-13} = 11,42$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 11,42}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 1,57 \text{ см.}$$

$$l_w^п = \frac{0,3 \cdot 11,42}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 1,24 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50$  мм;  $l_w^п = 50$  мм, так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

Профиль раскоса – уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L70x5 с усилием  $N_{6-13} = 26,95$  кН.

Расчетные длины сварных швов крепления опорного раскоса  $l_w$ , см, определяю по формуле (2.37)

Принимаю:  $\alpha_1 = 0,7$ ;  $\alpha_2 = 0,3$ ;  $N_{6-13} = 26,95$  кН;  $\beta_z = 1,05$ ;  $k_f = 4$  мм;  $R_{wz} = 166,5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $\gamma_c = 1$ .

Подставляю значения в формулу (2.37), получаю

$$l_w^{об} = \frac{0,7 \cdot 26,95}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 2,35 \text{ см.}$$

$$l_w^{п} = \frac{0,3 \cdot 26,95}{2 \cdot 1,05 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 166,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1} + 1 = 1,58 \text{ см.}$$

Принимаю  $l_w^{об} = 50 \text{ мм}$ ;  $l_w^{п} = 50 \text{ мм}$ , так как минимальная расчетная длина шва равна 40 мм по [22, СП 16.13330, п. 14.1.7], а фактическая – 50 мм

По полученным длинам швов крепления раскосов графически (по масштабу) определяю размеры фасонки.

### 2.3.4 Расстановка соединительных прокладок

Элементы ферм, составленные из двух уголков, соединяются между собой соединительными прокладками для обеспечения совместной работы уголков.

Расстояния между прокладками назначают:

- для сжатых элементов не более  $40i$ ;
- для растянутых – не более  $80i$ ,

где  $i$  – радиус инерции одного уголка, относительно оси, параллельной плоскости прокладок.

При этом, между узлами в сжатых элементах должно быть установлено не менее двух прокладок.

Толщина прокладки назначается равной толщине фасонки или толщине стенки тавра в бесфасоночном узле, ширина принимается в диапазоне от 60 до 80 мм, длина – на 20-50 мм больше ширины уголков.

### **3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУНДАМЕНТОВ**

### 3.1 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства

Геологический разрез площадки (рис. 1-3) на изученную глубину 7,0 м представлен аллювиальными четвертичными отложениями.

Верхняя часть разреза до глубины 0,7-2,5 м сложена супесями, суглинками, песками пылеватыми, залегающими невыдержанными по мощности и простираюию слоями. Глинистые грунты твердой консистенции, пески маловлажные, содержат включения гравия и гальки от 10 до 39%.

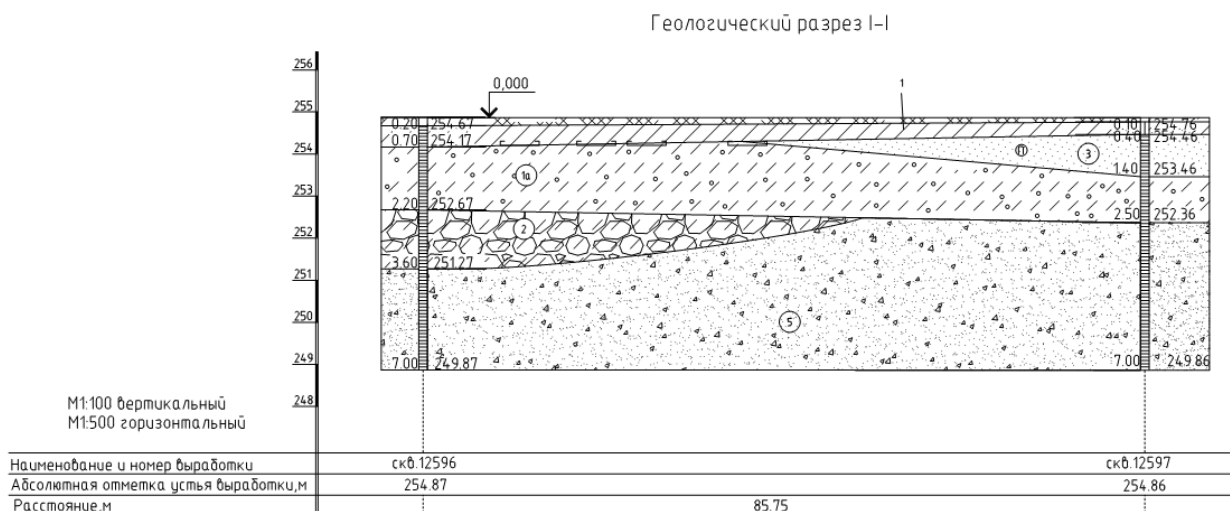


Рисунок 3.1 – Геологический разрез 1–1

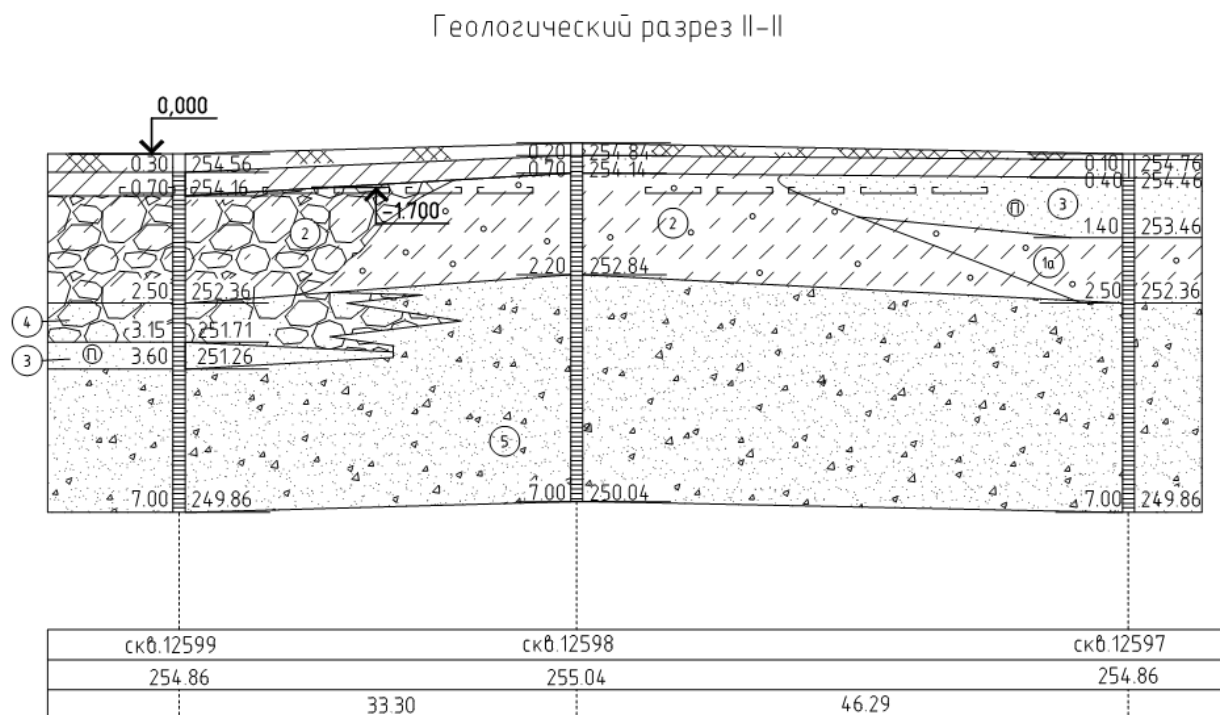


Рисунок 3.2 – Геологический разрез 2–2

### Геологический разрез III–III

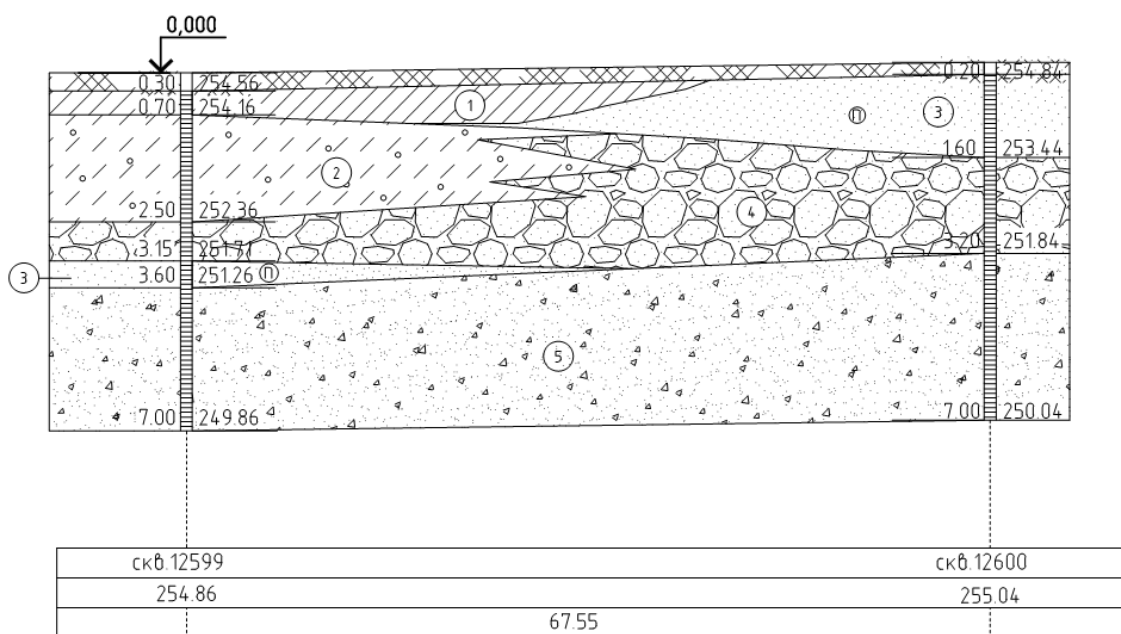


Рисунок 3.3 – Геологический разрез 3–3

Нижняя часть разреза представлена гравийно-галечниковой толщей. Литологически она состоит из гравийных грунтов с супесчаным заполнителем и галечниковых грунтов преимущественно с песчаным на участке подстанции с супесчаным заполнителем.

В пределах изученного разреза на основании полевого описания грунтов, результатов их лабораторных исследований и в соответствии с ГОСТ 25100-2020 на площадке выделено 6 инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

- ИГЭ 1 – суглинок твердый;
- ИГЭ 1а – супесь твердая галечниковая;
- ИГЭ 2 – гравийный грунт с песчаным заполнителем;
- ИГЭ 3 – песок пылеватый, маловлажный средней плотности;
- ИГЭ 4 – гравийный грунт с песчаным заполнителем;
- ИГЭ 5 – галечниковый грунт с песчаным заполнителем;
- ИГЭ 6 – галечниковый грунт с супесчаным заполнителем.

В слое сезонного промерзания располагаются грунты 1-6 инженерно-геологических элементов. По относительной деформации пучения, согласно ГОСТ 25100-2020 в естественном состоянии грунты практически непучинистые.

Сейсмичность района работ с учетом инженерно-геологических изысканий составляет 7 баллов по картам А, В – массовое строительство и объекты повышенной опасности. Категории грунтов ИГЭ по сейсмическим воздействиям – II.

### **3.2 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства**

Подземные воды на площадке до глубины 7 м не встречены.

### **3.3 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства**

Опасных физико-геологических процессов на площадке не выявлено.

Современные геологические процессы, которые могут отрицательно влиять на условия строительства, связаны с сезонным промерзанием и пучением грунтов.

### **3.4 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства**

Фундаменты – монолитные столбчатого и ленточного типов из бетона класса В15 F50. Армирование сетками и отдельными стержнями из арматуры Ø14 А400, Ø12 А400, Ø8 А400 и с анкерными элементами для восприятия горизонтальных сил из трубы квадратной 140x5 по ГОСТ 30245-2012, сталь Вст3кп2 по ГОСТ 10705-80.

По верху фундаментов с отметки -0.500 м выполнена монолитная железобетонная цокольная балка, служащая опорой для витражных систем и стенового ограждения здания. Сечение балки 200x470(h) мм, бетон класса В15 F50, армирование 4Ø18 А400 с хомутами из Ø8 А400, шаг 150 мм.

Арматуру для армирования железобетонных конструкций принять по ГОСТ 34028-2016 с применением стали 25Г2С для арматуры А400 и Вст3сп2 для арматуры А240.

Фундаменты под оборудование, каналы и приямки – из бетона В20 F50 W2, В15 F50 W2.

### **3.5 Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства**

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов составляет 2,50 м для супесей и мелких и пылеватых песков; 2,06 м – в глинах и суглинках; 2,68 м – для песков средней крупности, крупных и гравелистых.

Физические и механические свойства грунтов представлены в таблице 3.1.

Плотность сухого грунта  $\rho_d$ , т/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W} = \frac{\rho_s}{1+e}, \quad (3.1)$$

где  $\rho$  – плотность грунта;  
 $\rho_s$  – плотность частиц грунта;  
 $W$  – природная влажность;  
 $e$  – коэффициент пористости.  
 Коэффициент пористости определяется по формуле

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \quad (3.2)$$

где  $\rho_s$  – то же, что и в формуле (3.1);  
 $\rho_d$  – плотность скелета грунта.  
 Коэффициент водонасыщения грунта определяется по формуле

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w}, \quad (3.3)$$

где  $\rho_w$  – плотность воды;  
 $\rho_s$  – то же, что и в формуле (3.2);  
 $e$  – коэффициент пористости;  
 $W$  – влажность.

Удельный вес грунтов, находящихся выше уровня подземных вод, и водонепроницаемых грунтов (ил, суглинок, глина), расположенных под водой  $\gamma$ , кН/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\gamma = g \cdot \rho, \quad (3.4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;  
 $\rho$  – то же, что и в формуле (3.1).  
 Удельный вес грунта с учетом взвешивающего действия воды  $\gamma_{SB}$ , кН/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\gamma_{SB} = g \cdot \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e}, \quad (3.5)$$

где  $g$  – то же, что и в формуле (3.4);  
 $\rho_s$  – то же, что и в формуле (3.1);  
 $\rho_w$  – то же, что и в формуле (3.3);  
 $e$  – то же, что и в формуле (3.1).  
 Показатель текучести  $I_L$  определяется по формуле

$$I_L = \frac{(W - W_p)}{W_L - W_p}, \quad (3.6)$$

где  $W_p$  – влажность на границе пластичности (раскатывания);  
 $W_L$  – влажность на границе текучести;  
 $W$  – то же, что и в формуле (3.1).

Показатель пластичности  $I_p$  определяется по формуле

$$I_p = (W_L - W_p) \cdot 100, \quad (3.7)$$

где  $W_p$  – то же, что и в формуле (3.6);

$W_L$  – то же, что и в формуле (3.6).

Механические характеристики грунтов определяются по СП 22.13330.2016.



Таблица 3.1 – Физико-механические характеристики грунтов

№	Наименование	h, м	Плотность, т/м <sup>3</sup>			Удельный вес, кН/м <sup>3</sup>		Влажность			e	S <sub>r</sub>	I <sub>L</sub>	I <sub>p</sub>	с, кПа	φ, град	E, МПа	R <sub>0</sub> , кПа
			ρ	ρ <sub>d</sub>	ρ <sub>s</sub>	γ	γ <sub>sb</sub>	W	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>								
1	Почвенно-растительный слой	0,2	1,5	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
2	Суглинок твердый с включением гравия	0,5	1,7	1,51	2,71	17	–	0,12	0,29	0,23	0,79	0,41	<0	–	23,8	22,6	15,8	238,9
3	Супесь галечниковая твердая	0,7	1,58	1,39	2,71	15,8	–	0,14	0,17	0,15	0,95	0,29	<0	–	13	24	7	250
3	Гравийный грунт с песчаным заполнителем средней плотности средней степени водонасыщения	1,5	1,93	1,68	2,66	19,3	–	0,15	–	–	0,58	0,69	–	–	1	39,4	37	500
4	Галечниковый грунт с песчаным заполнителем средней плотности средней степени водонасыщения	4,1	1,91	1,66	2,66	19,1	–	0,15	–	–	0,6	0,67	–	–	1	39	35	600

### 3.6 Определение глубины заложения фундамента

Глубину заложения фундамента принимаю как наибольшую из следующих трех условий:

- конструктивных требований;
- глубины промерзания пучинистых грунтов;
- инженерно-геологических условий.

Конструктивная глубина заложения зависит от обеспечения заделки для фундаментов под колонны наименьшей толщины плиты фундамента, наличия подвала, прокладок инженерных сетей, а также действующих нагрузок.

Отметку верха фундамента принимаю -0,500 м.

При определении глубины заложения фундамента учитываю кратность его размера (300 мм).

Расчетная глубина промерзания  $d_f$ , м, определяется по формуле

$$d_f = d_{fn} \cdot k_n, \quad (3.8)$$

где  $d_{fn}$  – нормативная глубина промерзания;

$k_n$  – коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения;

Принимаю:  $d_{fn} = 2,68$  м (для песков средней крупности, крупных и гравелистых);  $k_n = 0,6$ .

Подставляю значения в формулу (3.8), получаю

$$d_f = 2,68 \cdot 0,6 = 1,61 \text{ м.}$$

Гравийный грунт с песчаным заполнителем относится к непучинистым грунтам при любом залегании уровня подземных вод.

Грунтовые воды на площадке до глубины 7,0 м не встречены, следовательно, глубина заложения фундамента не зависит от расчётной глубины промерзания.

Для фундаментов, воспринимающих небольшие нагрузки глубина заложения принимается минимальной из условия прорезки слабых, сезоннопромерзающих пучинистых грунтов и конструктивных требований,

Суглинок твердый с включением гравия и супесь галечниковая твердая отношу к слабым грунтам, так как коэффициент пористости этих грунтов больше 0,8, что, как правило, означает, что эти грунты являются просадочными.

Глубину заложения фундамента равной -1,700 м, учитывая, что высота фундамента должна быть кратной 0,3 м, а верхний обрез фундамента находится на отметке -0,500 м.

### 3.7 Определение нагрузок, действующих на обресе фундамента

В результате статического расчета в ПК «SCAD» были определены нагрузки, действующие на здание, с учетом их неблагоприятного сочетания.

Для дальнейших расчетов выбираю самую неблагоприятную комбинацию нагрузок для наиболее загруженной колонны:  $N_{\max} = 355,71$  кН;  $M_{\text{соотв}} = 34,92$  кН · м;  $Q_{\text{соотв}} = 15,11$  кН;  $N_{\text{ст}} = 32,18$  кН. Значения этих нагрузок даны для расчета по первой группе предельных состояний. При расчете по второй группе предельных состояний значения  $N$ ,  $M$ ,  $Q$  делятся на коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f$  равный 1,15, а величина  $N_{\text{ст}}$  – на коэффициент 1,1.

Расчет нагрузок, действующих на обресе фундамента, представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет нагрузок, действующих на обресе фундамента

Комбинация	N, кН	M, кН · м	Q, кН
1 комбинация	$N_{\max} = 355,71$	$M_{\text{соотв}} = 34,92$	$Q_{\text{соотв}} = 15,11$
2 комбинация	$N_{\text{соот}} = 309,31$	$M_{\max} = 40,16$	$Q_{\max} = 17,38$

### 3.8 Проектирование столбчатого фундамента

#### 3.8.1 Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта

Предварительная площадь подошвы фундамента  $A_0$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$A_0 = \frac{\sum N_{II}}{R_0 - \gamma_{\text{ср}} \cdot d}, \quad (3.9)$$

где  $\sum N_{II}$  – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обресе фундамента, кН, определяется по формуле

$$\sum N_{II} = \frac{N_{\max}}{\gamma_{n1}} + \frac{N_{\text{ст}}}{\gamma_{n2}}, \quad (3.10)$$

где  $N_{\max}$  – максимальное сжимающие усилие, передающееся от колонны;  
 $\gamma_n$  – коэффициент надежности по нагрузке;  
 $N_{\text{ст}}$  – статическая нагрузка.

Принимаю:  $N_{\max} = 355,71$  кН;  $N_{\text{ст}} = 32,18$  кН;  $\gamma_{n1} = 1,15$ ;  $\gamma_{n2} = 1,1$ .

Подставляю значения в формулу (3.10), получаю

$$\sum N_{II} = \frac{355,71}{1,15} + \frac{32,18}{1,1} = 338,57 \text{ кН,}$$

$R_0$  – расчетное сопротивление грунта;

$\gamma_{\text{ср}}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона;

$d$  – глубина заложения.

Принимаю:  $\sum N_{II} = 338,57$  кН;  $R_0 = 500$  кПа;  $\gamma_{cp} = 20$  кН/м<sup>3</sup>;  $d = 1,7$  м.  
Подставляю значения в формулу (3.9), получаю

$$A_0 = \frac{338,57}{500 - 20 \cdot 1,7} = 0,727 \text{ м}^2.$$

Ширина фундамента  $b$ , м, определяется по формуле

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}}, \quad (3.11)$$

где  $A$  – предварительная площадь подошвы фундамента;  
 $\eta$  – соотношение сторон прямоугольного фундамента, принимаемое в диапазоне от 1,2 до 1,5.

Принимаю:  $A = 0,727$  м<sup>2</sup>;  $\eta = 1,3$ .

Подставляю значения в формулу (3.11), получаю

$$b = \sqrt{\frac{0,727}{1,3}} = 0,75 \text{ м}.$$

Длина фундамента  $l$ , м, определяется по формуле

$$l = b \cdot \eta, \quad (3.12)$$

где  $b$  – ширина фундамента;  
 $\eta$  – то же, что и в формуле (3.11).

Принимаю:  $b = 0,75$  м;  $\eta = 1,3$ .

Подставляю значения в формулу (3.12), получаю

$$l = 0,7 \cdot 1,5 = 0,98 \text{ м}.$$

Расчетное сопротивление грунта  $R$ , кН/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{K} [M_{\gamma} k_z b \cdot \gamma_{II} + M_g d \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c], \quad (3.13)$$

где  $\gamma_{c1}, \gamma_{c2}$  – коэффициенты условия работы;  
 $K$  – коэффициент, зависящий от  $C$  и  $\varphi$ ;  
 $M_{\gamma}, M_g, M_c$  – коэффициенты, зависящие от  $\varphi$ ;  
 $b$  – ширина подошвы фундамента;  
 $\gamma_{II}$  – расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента до отметки 2,45 м, определяется по формуле

$$\gamma_{II} = \gamma_4 \cdot \frac{h_4}{d}, \quad (3.14)$$

где  $\gamma_4$  – удельный вес грунта №4;  
 $h_4$  – мощность части четвертого слоя грунта.  
 $d$  – глубина заложения грунта.  
 Принимаю:  $\gamma_4 = 19,3$  кН/м<sup>3</sup>;  $h_4 = 1,05$  м;  $d = 1,7$  м.  
 Подставляю значения в формулу (3.14), получаю

$$\gamma_{II} = 19,3 \cdot \frac{1,05}{1,7} = 11,35 \text{ кН/м}^3.$$

$\gamma'_{II}$  – средневзвешенное значение удельного веса грунта выше подошвы фундамента, кН/м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$\gamma'_{II} = \gamma_1 \cdot \frac{h_1}{d} + \gamma_2 \cdot \frac{h_2}{d} + \gamma_3 \cdot \frac{h_3}{d} + \gamma_4 \cdot \frac{h_4}{d}, \quad (3.15)$$

где  $\gamma_1$  – удельный вес грунта №1;  
 $\gamma_2$  – удельный вес грунта №2;  
 $\gamma_3$  – удельный вес грунта №3;  
 $\gamma_4$  – удельный вес грунта №4;  
 $h_1$  – мощность первого слоя грунта;  
 $h_2$  – мощность второго слоя грунта;  
 $h_3$  – мощность третьего слоя грунта;  
 $h_4$  – мощность части четвертого слоя грунта.  
 $d$  – то же, что и в формуле (3.14).  
 Принимаю:  $\gamma_1 = 15$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_2 = 17$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_3 = 15,8$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_4 = 19,3$  кН/м<sup>3</sup>;  
 $h_1 = 0,2$  м;  $h_2 = 0,5$  м;  $h_3 = 0,7$  м;  $h_4 = 0,3$  м;  $d = 1,7$  м.  
 Подставляю значения в формулу (3.15), получаю

$$\gamma'_{II} = 15 \cdot \frac{0,2}{1,7} + 17 \cdot \frac{0,5}{1,7} + 15,8 \cdot \frac{0,7}{1,7} + 19,3 \cdot \frac{0,3}{1,7} = 12,18 \text{ кН/м}^3.$$

$c$  – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента.

Принимаю:  $K = 1,1$ ;  $\gamma_{c1} = 1,4$ ;  $\gamma_{c2} = 1,2$ ;  $M_\gamma = 2,34$ ;  $M_g = 10,41$ ;  
 $M_c = 11,44$ ;  $b = 0,7$  м;  $d = 1,05$  м;  $\gamma_{II} = 11,35$  кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma'_{II} = 12,18$  кН/м<sup>3</sup>;  
 $c = 1$  кПа;  $k_z = 1$ .

Подставляю значения в формулу (3.13), получаю

$$R = \frac{1,4 \cdot 1,2}{1,1} [2,34 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 11,35 + 10,41 \cdot 1,05 \cdot 12,18 + 11,44 \cdot 1] = 249,15 \text{ кПа.}$$

Сравниваем полученное значение  $R_1$  с  $R_0$ . Так как расчетное сопротивление 249,15 кПа существенно (50,17 %) ниже  $R_0 = 300$  кПа, что свидетельствует о завышении значения  $R_0$ , определяем площадь подошвы во

втором приближении. При этом для определения площади подошвы используют полученное значение  $R$ , а при определении  $R$  во втором приближении принимают вновь определенную величину  $b$ , округленную до размера, кратного 300 мм.

Площадь подошвы фундамента  $A$ ,  $m^2$ , определяется по формуле (3.9).

Принимаю:  $\sum N_{II} = 338,57$  кН;  $R_0 = 249,15$  кПа;  $\gamma_{cp} = 20$  кН/м<sup>3</sup>;  
 $d = 1,7$  м.

Подставляю значения в формулу (3.9), получаю

$$A = \frac{338,57}{249,15 - 20 \cdot 1,7} = 1,57 \text{ м}^2.$$

Ширина фундамента  $b$ , м, определяется по формуле (3.11).

Принимаю:  $A = 1,57$  м<sup>2</sup>;  $\eta = 1,3$ .

Подставляю значения в формулу (3.11), получаю

$$b = \sqrt{\frac{1,57}{1,3}} = 1,1 \text{ м.}$$

Длина фундамента  $l$ , м, определяется по формуле (3.12).

Принимаю:  $b = 1,1$  м;  $\eta = 1,3$ .

Подставляю значения в формулу (3.12), получаю

$$l = 1,1 \cdot 1,3 = 1,43 \text{ м.}$$

Принимаю размеры фундамента 1500×1500 м, исходя из конструктивных требований (сечение подколонника принимаю 900×1200 мм).

### 3.8.2 Приведение нагрузок к подошве фундамента

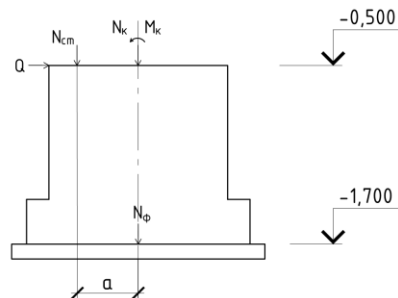


Рисунок 3.4 – Схема нагрузок на фундамент

Приведенное продольное усилие  $N'$ , кН, определяется по формуле

$$N' = N_k + N_{ст} + N_{\phi}, \quad (3.16)$$

где  $N_k$  – нагрузка, передающаяся с колонны;

$N_{ст}$  – статическая нагрузка;

$N_{\phi}$  – нагрузка от веса фундамента  $N_{\phi}$ , кН, определяется по формуле

$$N_{\phi} = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{\text{ср}}, \quad (3.17)$$

где  $d$  – глубина заложения фундамента;  
 $b$  – ширина фундамента;  
 $l$  – длина фундамента;  
 $\gamma_{\text{ср}}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона;  
 Принимаю:  $d = 1,7$  м;  $b = 1,5$  м;  $l = 1,5$  м;  $\gamma_{\text{ср}} = 20$  кН/м<sup>3</sup>.  
 Подставляю значения в формулу (3.17), получаю

$$N_{\phi} = 1,7 \cdot 1,5 \cdot 1,5 \cdot 20 = 76,6 \text{ кН.}$$

Приведенный изгибающий момент  $M'$ , кН · м, определяется по формуле

$$M' = M_{\text{к}} + Q_{\text{к}} \cdot (d - 0,15) - N_{\text{ст}} \cdot a, \quad (3.18)$$

где  $M_{\text{к}}$  – изгибающий момент, передающийся от колонны;  
 $Q_{\text{к}}$  – поперечная сила, передающаяся с колонны;  
 $d$  – глубина заложения фундамента;  
 $a$  – расстояние от середины стены до оси колонны.

Приведенное поперечное усилие  $Q'$ , кН, определяется по формуле

$$Q' = Q_{\text{к}}. \quad (3.19)$$

Расчет нагрузок, приведенных к подошве основания, представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Расчет нагрузок, приведенных к подошве основания

Комбинация	N, кН	M, кН · м	Q, кН
I	$N'_I = 415,17$	$M'_I = 45,39$	$Q'_I = 15,11$
II	$N'_{II} = 374,82$	$M'_{II} = 53,30$	$Q'_{II} = 17,38$

Свожу нагрузки, действующие на фундамент и основание в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Нагрузки, действующие на фундамент и основание

Вид расчета	Комбинация	N, кН	M, кН · м	Q, кН
Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	I	355,71	34,92	15,11
	II	309,31	40,16	17,38
Для расчета тела фундамента по II предельному состоянию	I	415,17	45,39	15,11
	II	374,82	53,30	17,38

### 3.8.3 Определение давлений под подошвой фундамента

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

- $P_{cp} < R$ ;
- $P_{max} \leq 1,2R$ ,
- $P_{min} \geq 0$ .

Среднее давление на грунт  $P_{cp}$ , кПа, определяется по формуле:

$$P_{cp} = \frac{N'}{A}, \quad (3.20)$$

где  $N'$  – приведенное продольное усилие;  
 $A$  – площадь фундамента.

Минимальное давление на грунт  $P_{min}$ , кПа, определяется по формуле

$$P_{min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W}, \quad (3.21)$$

где  $M'$  – приведенный изгибающий момент;  
 $W$  – момент сопротивления подошвы фундамента,  $m^3$ , определяется по формуле

$$W = \frac{b \cdot l^2}{6}, \quad (3.22)$$

где  $b$  – ширина фундамента;  
 $l$  – ширина фундамента.

Принимаю:  $b = 1,5$  м;  $l = 1,5$  м.

Подставляю значения в формулу (3.22), получаю

$$W = \frac{1,5 \cdot 1,5^2}{6} = 0,563 \text{ м}^3;$$

$N'$  – то же, что и в формуле (3.20);

$A$  – то же, что и в формуле (3.20).

Максимальное давление на грунт  $P_{max}$ , кПа, определяется по формуле

$$P_{max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W}, \quad (3.23)$$

Определяю давления под подошвой фундамента для I комбинации.

Принимаю:  $N' = 415,17$  кН;  $M' = 45,39$  кН · м;  $W = 0,563$   $m^3$ ;  
 $A = 2,25$   $m^2$ .

Подставляю значения в формулы (3.20), (3.21), (3.23), получаю

$$P_{cp} = \frac{415,17}{2,25} = 184,52 \text{ кПа} < 249,15 \text{ кПа};$$



$$P_{\min} = \frac{415,17}{2,25} - \frac{45,39}{0,563} = 103,90 \text{ кПа} > 0;$$

$$P_{\max} = \frac{415,17}{2,25} + \frac{45,39}{0,563} = 264,14 \text{ кПа} < 298,98 \text{ кПа.}$$

Условия выполняются.

Определяю давления под подошвой фундамента для II комбинации.

Принимаю:  $N' = 374,82 \text{ кН}$ ;  $M' = 53,30 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $W = 0,563 \text{ м}^3$ ;  
 $A = 2,25 \text{ м}^2$ .

Подставляю значения в формулы (3.20), (3.21), (3.23), получаю

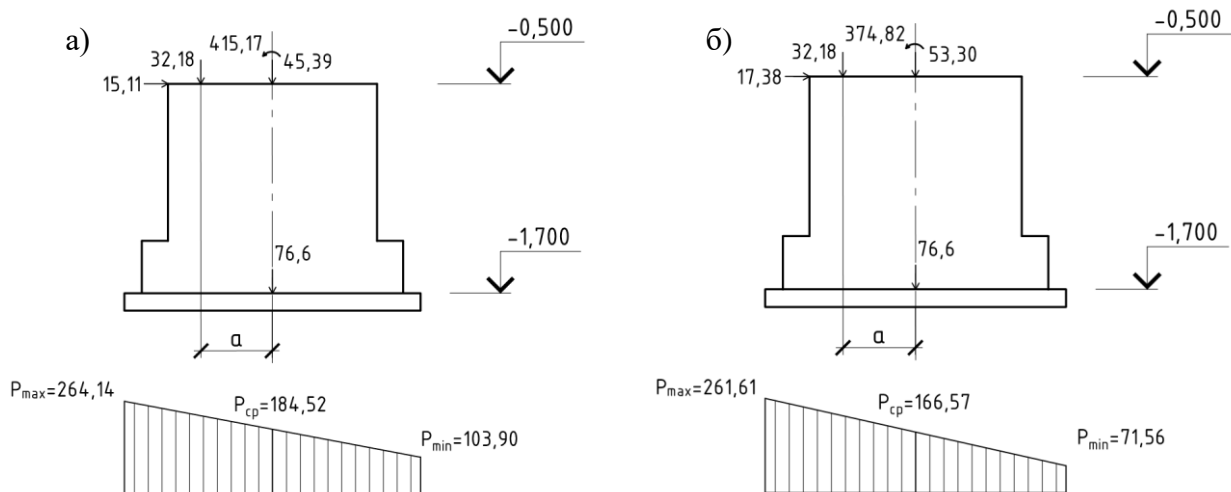
$$P_{\text{cp}} = \frac{374,82}{2,25} = 166,57 \text{ кПа} < 249,15 \text{ кПа};$$

$$P_{\min} = \frac{374,82}{2,25} - \frac{53,50}{0,563} = 71,56 \text{ кПа} > 0;$$

$$P_{\max} = \frac{374,82}{2,25} + \frac{53,50}{0,563} = 261,61 \text{ кПа} > 298,98 \text{ кПа.}$$

Условия выполняются.

Эпюры давлений под подошвой фундамента по I и II комбинациям представлены на рисунках 3.5-3.6.



а – I комбинация; б – II комбинация

Рисунок 3.5 – Эпюра давлений под подошвой фундамента по I и II комбинациям соответственно

Все условия удовлетворяются, следовательно, принимаю размеры фундамента  $1500 \times 1500 \text{ мм}$  ( $A = 2,25 \text{ м}^2$ ).

### 3.8.4 Определение средней осадки методом послойного суммирования

Расчет основания по деформациям заключается в проверке условия

$$S \leq S_u, \quad (3.24)$$

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

$S_u$  – предельная совместная деформация основания и сооружения, равная 15 см для одноэтажного промышленного здания.

Разбиваю грунт на слои, мощность которых определяется по формуле

$$h_i \leq 0,4 \cdot b, \quad (3.25)$$

где  $b$  – ширина фундамента.

Принимаю:  $b = 1,5$  м.

Подставляю значения в формулу (3.25), получаю

$$h_i \leq 0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ м.}$$

Принимаю мощность каждого слоя не более 0,6 м.

Давление на уровне подошвы фундамента  $\sigma_{zg,0}$ , кПа, определяется по формуле

$$\sigma_{zg,0} = \gamma_{II}^I \cdot d, \quad (3.26)$$

где  $\gamma_{II}^I$  – средневзвешенное значение удельного веса грунта выше подошвы фундамента;

$d$  – глубина заложения фундамента.

Принимаю:  $\gamma_{II}^I = 12,18$  кН/м<sup>3</sup>;  $d = 1,7$  м.

Подставляю значения в формулу (3.26), получаю

$$\sigma_{zg,0} = 12,18 \cdot 1,7 = 20,71 \text{ кПа.}$$

Давление нижележащего слоя  $\sigma_{zg,i}$ , кПа, определяется по формуле

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,0} + \Sigma \gamma_i \cdot h_i, \quad (3.27)$$

где  $\sigma_{zg,0}$  – средневзвешенное значение удельного веса грунта выше подошвы фундамента;

$\Sigma \gamma_i$  – удельный вес для каждого слоя;

$h_i$  – мощность для каждого слоя.

Дополнительное давление под подошвой фундамента  $p_0$ , кПа,

определяется по формуле

$$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg,0}, \quad (3.28)$$

где  $p_{cp}$  – большее из двух комбинаций среднее давление от фундамента;

$\sigma_{zg,0}$  – то же, что и в формуле (3.27)

Принимаю:  $p_{cp} = 184,52$  кПа;  $\sigma_{zg,0} = 20,71$  кПа.

Подставляю значения в формулу (3.28), получаю

$$p_0 = 184,52 - 20,71 = 163,81 \text{ кПа.}$$

Напряжение на границах слоев  $\sigma_{zp,i}$ , кПа, определяется по формуле

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot p_0, \quad (3.29)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент рассеивания, принимаемый в зависимости от отношений  $\frac{1}{b}$  и  $\frac{2z}{b}$ .

$p_0$  – дополнительное давление под подошвой фундамента.

Осадка каждого слоя  $S_i$ , мм, определяется по формуле

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,cp,i} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta, \quad (3.30)$$

где  $\sigma_{zp,cp,i}$  – среднее напряжение между слоями;

$h_i$  – мощность  $i$  – го слоя;

$E_i$  – модуль деформации  $i$  – го слоя;

$\beta$  – коэффициент, принимаемый равным 0,8.

Условная граница сжимающей толщи ВС  $\sigma_{zp,i}$ , кПа, до которой следует учитывать дополнительные напряжения и возникающие при этом осадки, находится там, где удовлетворяется условие

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,2\sigma_{zg,i}, \quad (3.31)$$

где  $\sigma_{zg,i}$  – давление нижележащего слоя.

Принимаю:  $\sigma_{zg,i} = 122,18$  кПа.

Подставляю значения в формулу (3.31), получаю

$$\sigma_{zp,11} = 24,41 \text{ кПа} \leq 0,2 \cdot 122,18 = 24,44 \text{ кПа}$$

Суммарная осадка  $\Sigma S_i = 8,6 \text{ мм} < 100 \text{ мм}$ .

Условие выполняется.

Результаты расчета средней осадки методом послойного суммирования приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Расчет средней осадки методом послойного суммирования

Толщина слоя h, мм	Удельный вес, кН/м <sup>3</sup>	$\sigma_{zg}$ , кПа	z, м	2z/b	$\alpha_1$	$\sigma_{zp}$ , кПа	$\sigma_{zpcp1}$ , кПа	E, кПа	S, мм
400	19,3	28,43	0,4	0,27	0,953	156,11	159,96	39400	0,13
400	19,3	36,15	0,8	0,53	0,914	149,72	152,92	39400	0,12
400	19,3	43,87	1,2	0,80	0,800	131,05	140,39	39400	0,11
500	19,1	53,42	1,7	1,13	0,634	103,86	117,45	39000	0,10
500	19,1	62,97	2,2	1,47	0,500	81,91	92,88	39000	0,07
500	19,1	72,57	2,7	1,80	0,392	64,21	73,05	39000	0,06
500	19,1	82,07	3,2	2,13	0,310	50,78	57,49	39000	0,05
500	19,1	91,62	3,7	2,47	0,246	40,29	45,54	39000	0,04
500	19,1	101,17	4,2	2,80	0,193	31,62	35,95	39000	0,03
500	19,1	110,72	4,7	3,13	0,166	27,19	29,41	39000	0,13
600	19,1	122,18	5,3	3,53	0,149	24,40	25,80	39000	0,03
$\Sigma S_i$									8,6

### 3.8.5 Конструирование столбчатого фундамента

Параметры фундамента:  $d = 1,7$  м,  $b = 1,5$  м,  $l = 1,5$  м; колонна – К1 (I30K3).

Конструирование фундамента под стальную колонну начинаю с определения размеров подколонника и стакана. Сечение подколонника принимаю  $b_{cf} \times l_{cf} = 900 \times 1200$  мм, глубину стакана – 900 мм.

Назначаю количество и размеры ступеней.

Суммарный вылет ступеней в направлении  $l$   $x_1$ , м, определяется по формуле

$$x_1 = \frac{l-l_{cf}}{2}, \quad (3.32)$$

где  $l$  – длина фундамента;

$l_{cf}$  – длина подколонника.

Принимаю:  $l = 1,5$  м;  $l_{cf} = 1,2$  м.

Подставляю значения в формулу (3.32), получаю

$$x_1 = \frac{1,5-1,2}{2} = 0,15 \text{ м.}$$

Суммарный вылет ступеней в направлении  $b$   $y_1$ , м, определяется по формуле

$$y_1 = \frac{b-b_{cf}}{2}, \quad (3.33)$$

где  $b$  – ширина фундамента;

$b_{cf}$  – ширина подколонника.

Принимаю:  $l = 1,5$  м;  $l_{cf} = 1,2$  м.

Подставляю значения в формулу (3.32), получаю

$$y_1 = \frac{1,5-0,9}{2} = 0,15 \text{ м.}$$

В направлении стороны  $l$  принимаю 1 ступень высотой 300 мм и вылетом 150 мм; в направлении стороны  $b$  принимаю 1 ступень высотой 300 мм и вылетом 300 мм.

Размеры фундамента приведены на рисунке 3.7.

Для крепления стальных колонн к столбчатому фундаменту принимаю болт фундаментный 1.1 M12x900 по ГОСТ 24379.1-2012, материал – сталь ВСтЗпс2 согласно расчету.

Требуемая площадь фундаментного болта  $A_{sa}$ , см<sup>2</sup>, определяется по формуле

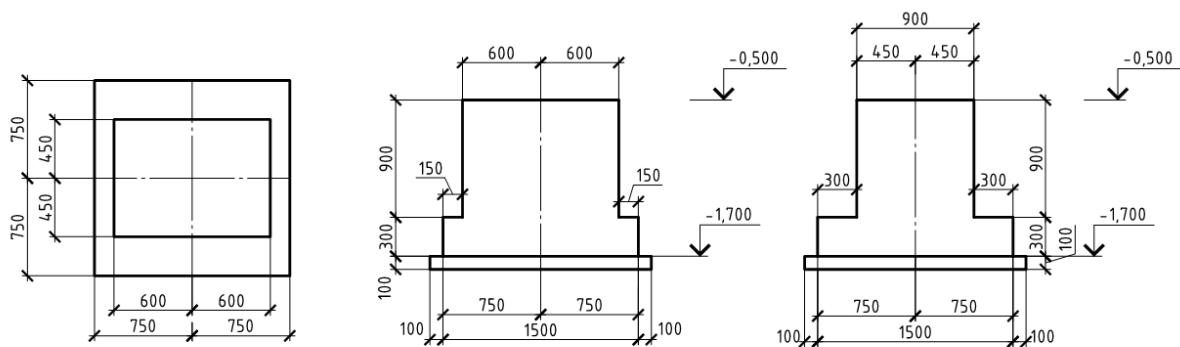


Рисунок 3.7 – Размеры фундамента

$$A_{sa} = \frac{1,05P}{R_{ba}}, \quad (3.34)$$

где  $R_{ba}$  – расчетное сопротивление материала болта на растяжения;  
 $P$  – давление, кПа, определяется по формуле

$$P = \frac{(0,5N_{\max} - \frac{M}{l_a})}{n}, \quad (3.35)$$

где  $N_{\max}$  – наибольшее продольное усилие;  
 $M$  – изгибающий момент;  
 $l_a$  – наибольшее расстояние между осями болтов;  
 $n$  – общее количество болтов.  
 Принимаю:  $N_{\max} = 355,71$  кН;  $M = 40,16$  кН · м;  $l_a = 0,43$  м;  $n = 4$  шт.  
 Подставляю значения в формулу (3.35), получаю

$$P = \frac{(0,5 \cdot 355,71 - \frac{34,92}{0,43})}{4} = 24,16 \text{ кПа.}$$

Принимаю:  $P = 24,16$  кПа;  $R_{ba} = 185$  МПа.  
 Подставляю значения в формулу (3.34), получаю

$$A_{sa} = \frac{1,05 \cdot 24,16}{185} = 0,14 \text{ м}^2.$$

Расстояния между болтами принимаю не менее  $6d$  мм в каждом направлении, от оси болта до грани подколонника – не менее  $4d$  и не менее 100 мм (где  $d$  – номинальный диаметр болта). Глубину заделки болта в тело фундамента принимаю равной  $25d$ .

### 3.8.5.1 Проверка на продавливание подколонником

Проверка продавливание провожу из условия

$$F \leq b_m \cdot h_{op} \cdot R_{bt} \quad (3.36)$$

где  $R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона замоноличивания стакана.  
 $b_m$  – ширина, м, определяется по формуле

$$b_m = b_{cf} + h_{op}, \quad (3.37)$$

где  $b_{cf}$  – ширина подкколонника;  
 $h_{op}$  – рабочая высота плитной части фундамента, м, определяется по формуле

$$h_{op} = n \cdot h_{cm} - 0,05, \quad (3.38)$$

где  $n$  – количество ступеней;  
 $h_{cm}$  – высота ступени.  
 Принимаю:  $n = 1$  шт;  $h_{cm} = 0,3$  м.  
 Подставляю значения в формулу (3.38), получаю

$$h_{op} = 1 \cdot 0,3 - 0,05 = 0,25 \text{ м.}$$

Принимаю  $b_{cf} = 0,9$  м;  $h_{op} = 0,25$  м.  
 Подставляю значения в формулу (3.37), получаю

$$b_m = 0,9 + 0,25 = 1,15 \text{ м.}$$

$F$  – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента, кН, определяется по формуле

$$F = R_{max} \cdot A_0, \quad (3.39)$$

где  $R_{max}$  – максимальное давление на грунт;  
 $A_0$  – площадь,  $m^2$ , определяется по формуле

$$A_0 = 0,5b(1 - l_p - 2 \cdot h_{op}) - 0,25(b - b_p - h_{op})^2, \quad (3.40)$$

где  $b$  – ширина фундамента;  
 $l$  – длина фундамента;  
 $l_p$  – длина стакана;  
 $h_{op}$  – рабочая высота плитной части фундамента;  
 $b_p$  – ширина стакана.  
 Принимаю:  $b = 1,5$  м;  $l = 1,5$  м;  $l_p = 0,3$  м;  $h_{op} = 0,25$  м;  $b_p = 0,305$  м.  
 Подставляю значения в формулу (3.40), получаю

$$A_0 = 0,5 \cdot 1,5(1,5 - 0,3 - 2 \cdot 0,25) - 0,25(1,5 - 0,305 - 0,25)^2 = 0,3 \text{ м}^2$$

Принимаю:  $A = 0,3 \text{ м}^2$ ;  $P_{\max} = 264,14 \text{ кПа}$ .

Подставляю значения в формулу (3.39), получаю

$$F = 264,14 \cdot 0,3 = 79,24 \text{ кН.}$$

$$79,24 < 1,15 \cdot 0,25 \cdot 750 = 215,63.$$

Условие выполняется.

### 3.8.5.2 Расчет арматуры плитной части

Момент, возникающий в сечениях фундамента, определяется по формуле

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l} \left( 1 + \frac{6e_{0x}}{l} - \frac{4e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2} \right), \quad (3.41)$$

где  $N$  – расчетная нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах, кН, определяется по формуле

$$N = N_{I,\max} + N_{ст}, \quad (3.42)$$

$c_{xi}$  – вылеты ступеней;

$e_{0x}$  – эксцентриситет нагрузки при моменте  $M$ , определяется по формуле

$$e_{0x} = \frac{M_{\max} + Q_k \cdot h - N_{ст} \cdot a}{N}, \quad (3.43)$$

Моменты, действующие в плоскости, параллельной меньшей стороне фундамента определяются по формуле

$$M_{yi} = \frac{N \cdot c_{yi}^2}{2b}, \quad (3.44)$$

где  $c_{yi}$  – вылеты ступеней (рисунок 3.8).

Исходные данные для расчета арматуры представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Промежуточная таблица для расчета арматуры

Сечение	$h_{0i}$	$b_i$	$c_i$
1 – 1	0,25	1,5	0,15
2 – 2	1,15	0,9	0,6
1' – 1'	0,25	1,5	0,3
2' – 2'	1,15	1,2	0,598



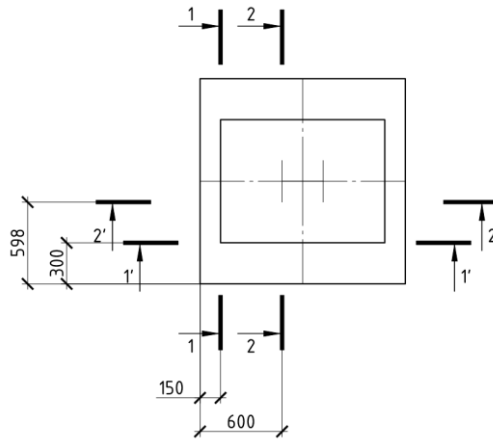


Рисунок 3.8 – Схема с обозначениями вылета ступней

Площадь рабочей арматуры  $A_{si}$ ,  $m^2$ , определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{oi} \cdot R_s}, \quad (3.45)$$

где  $M_i$  – величина момента в сечении;  
 $\xi$  – коэффициент, зависящий от  $\alpha_m$ ;  
 $h_{oi}$  – рабочая высота каждого сечения;  
 $R_s$  – расчетное сопротивление арматуры.

Коэффициент  $\alpha_m$  определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{oi}^2 \cdot R_b}, \quad (3.46)$$

где  $M_i$  – то же, что и в формуле (3.45)  
 $b_i$  – ширина сжатой зоны сечения;  
 $R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию.  
 $h_{oi}$  – рабочая высота зоны сечения.

Расчет арматуры плитной части приведен в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Расчет арматуры плитной части

Сечение	Вылет $c_i$ , м	$\frac{N \cdot c_{xi}^2}{2l(b)}$	$1 + \frac{6e_{0x}}{l} - \frac{4e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2}$	$M$ , кН · м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{oi}$	$A_s$ , $cm^2$
1-1	0,15	2,91	1,474	4,29	0,004	0,998	0,25	0,49
2-2	0,6	46,55	1,373	63,89	0,003	0,999	1,15	1,59
1'-1'	0,3	11,64	1,000	11,64	0,010	0,995	0,25	1,34
2'-2'	0,598	46,24	1,000	46,24	0,002	0,999	1,15	1,15

Конструирую сетку С1.

Шаг арматуры в направлении 1 принимаю 200 мм; шаг арматуры в

направлении  $b$  принимаем 200 мм, т. е. сетка С–1 имеет в направлении  $l$  – 8 стержней, в направлении  $b$  – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении  $l$  принимаем конструктивно по сортаменту – 12 мм (для 8 Ø12А400 –  $A_s = 9,05 \text{ см}^2$ , что больше  $1,59 \text{ см}^2$ ), в направлении  $b$  – конструктивно 12 мм (для 8 Ø12А400– $A_s = 9,05 \text{ см}^2$ , что больше  $1,34 \text{ см}^2$ ). Длины стержней принимаем 1450 мм.

Конструирую сетку С2.

Верхняя сетка фундамента принимается конструктивно из стержней марки А400 диаметром 8 мм с шагом 200 мм в обоих направлениях, за исключением крайних стержней с шагом 150 мм в направлении  $l$ .

### 3.8.6 Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

При определении объемов и стоимости учитываются следующие виды работ и материалы:

- механическая разработка грунта;
- ручная доработка грунта;
- обратная засыпка;
- устройство подбетонки;
- устройство монолитного фундамента;
- стоимость арматуры.

Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента приведен в таблице 3.8

Таблица 3.8 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого фундамента

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел–час	
				Ед. изм.	Всего	Ед. изм.	Всего
01–01–003–08	Разработка грунта экскаватором 2 гр.	1000 м <sup>3</sup>	0,042	4474,1	187,91	10,2	0,43
1–936	Ручная разработка грунта	100 м <sup>3</sup>	0,008	1583,82	12,67	189,0	1,51
6–1	Устройство подготовки	100 м <sup>3</sup>	0,0029	6429,76	18,65	180	0,522
6–7	Устройство монолитного фундамента	100 м <sup>3</sup>	0,017	12022,9	204,37	483,8	8,22
01–01–033–06	Обратная засыпка	1000 м <sup>3</sup>	0,053	330,51	1,75	–	–
СЦМ204–0025	Стоимость арматуры	т	0,079	8134,9	642,66	–	–
СЦМ204–0052	Надбавка за сборку каркаса и сеток	т	0,079	1173,1	92,67	–	–
				Итого:	1160,68		10,68

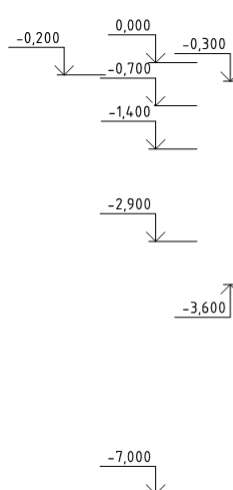
### 3.9 Проектирование свайного фундамента

#### 3.9.1 Выбор высоты ростверка и длины свай

Глубину заложения ростверка  $d_p$  принимаю минимальной из конструктивных требований на отметке -0,900 м (с учетом кратности 300 мм). Отметку головы сваи принимаю на 0,3 м выше подошвы ростверка -0,600 м. В качестве несущего слоя выбираю галечниковый грунт с песчаным заполнителем средней плотности средней степени водонасыщения, залегающий с отметки -2,900 м. Принимаю сваи длиной 3 м (С30.30) по ГОСТ 19804-2012; отметка нижнего конца составит -3,600 м, а заглубление в галечниковый грунт с песчаным заполнителем – 0,700 м, что удовлетворяет условиям заглубления забивных свай в грунты, принятые за основание [п. 8,14, 31, СП 24.13330].

Данные для расчета несущей способности свай приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Данные для расчета несущей способности свай



Грунты	Толщина слоя, $h_i$ , м	Расстояние от поверхности до середины слоя, $h_i$ , м	$f_i$ , кПа	$f_i \cdot h_i$ , кН
	0,10	0,65	32,44	3,24
	0,70	1,05	35,35	24,75
	1,50	2,15	42,9	64,35
	0,7	3,25	49,25	34,48
$\Sigma f_i \cdot h_i = 126,81$ кН; $h$ до наконечника сваи - 3,600; $R = 7980$ кПа				

#### 3.9.2 Определение несущей способности свай

Несущая способность свай  $F_d$ , кН, определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \gamma_{cf} \cdot \Sigma (f_i \cdot h_i)), \quad (3.47)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы свай в грунте;  
 $\gamma_{cR}$  – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;  
 $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи;  
 $A$  – площадь поперечного сечения сваи;  
 $u$  – периметр поперечного сечения сваи;  
 $\gamma_{cf}$  – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;

$f_i$  – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи в пределах  $i$  –го слоя грунта;

$h_i$  – толщина  $i$  –го слоя грунта.

Принимаю:  $\gamma_c = 1$ ;  $R = 7980$  кПа;  $A = 0,09$  м<sup>2</sup>;  $u = 1,2$  м<sup>2</sup>;  $\gamma_{cf} = 1,2$ ;  
 $\Sigma(f_i \cdot h_i) = 126,81$  кН.

Подставляю значения в формулу (3.47), получаю

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 7980 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot \Sigma(1 \cdot 126,81)) = 870,37 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю,  $N_{св}$ , кН, определяется по формуле

$$N_{св} \leq \frac{F_d \gamma_0}{\gamma_n \gamma_k}, \quad (3.48)$$

где  $F_d$  – несущая способность свай;

$\gamma_0$  – то же, что и в формуле (3.45);

$\gamma_k$  – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности свай;

$\gamma_n$  – то же, что и в формуле (3.45).

Принимаю:  $F_d = 870,37$  кН;  $\gamma_0 = 1,15$ ;  $\gamma_n = 1,15$   $\gamma_k = 1,4$ .

Допускаемая нагрузка на сваю, согласно расчету, составит:

$$N_{св} \leq \frac{870,37 \cdot 1,15}{1,4 \cdot 1,15} = 621,70 \text{ кН.}$$

### 3.9.3 Определение числа свай в ростверке

Количество свай в ростверке  $n$ , шт, определяется по формуле

$$n = \frac{N_{\max} + N_{ст}}{\frac{F_d - 0,9 \cdot d_p \cdot \gamma_{ср} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{св}}{\gamma_k}}, \quad (3.49)$$

где  $N_{\max}$  – максимальное продольное усилие;

$N_{ст}$  – статическая нагрузка;

$F_d$  – несущая способность свай.

$\gamma_k$  – коэффициент надежности;

$d_p$  – глубина заложения ростверка;

$\gamma_{ср}$  – усредненный удельный вес ростверка и грунта на его обрезах;

$g_{св}$  – масса сваи.

Принимаю:  $N_{\max} = 355,71$  кН;  $N_{ст} = 32,18$  кН;  $F_d = 870,37$  кН;  $\gamma_k = 1,4$ ;  
 $d_p = 0,9$  м;  $\gamma_{ср} = 20$  кН/м<sup>3</sup>;  $g_{св} = 0,7$  т.

Подставляю значения в формулу (3.49), получаю

$$n = \frac{355,71 + 32,18}{621,70 - 0,9 \cdot 0,9 \cdot 20 - 1,1 \cdot 10 \cdot 0,7} = 0,65 \text{ шт.}$$

Конструктивно принимаю 3 сваи. Сваи размещаем в два ряда (рисунок 3.9) с расстоянием между осями свай 900 мм. Размеры ростверка в плане составят, учитывая свесы его за наружные грани свай 150 мм, 1500x1500 мм.

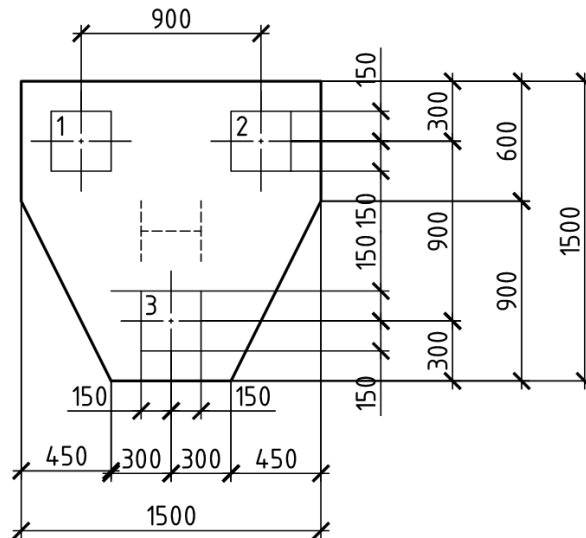


Рисунок 3.9 – Схема расположения свай

### 3.9.4 Приведение нагрузок к подошве фундамента

Приведенное продольное усилие  $N'$ , кН, определяется по формуле

$$N' = N_k + N_{ст} + N_p, \quad (3.50)$$

где  $N_k$  – нагрузка, передающаяся с колонны;  
 $N_{ст}$  – статическая нагрузка;  
 $N_p$  – нагрузка от веса ростверка, кН, определяется по формуле

$$N_p = 1,1 \cdot d_p \cdot b_p \cdot l_p \cdot \gamma_{ср}, \quad (3.51)$$

где  $d_p$  – глубина заложения ростверка;  
 $h_p$  – высота ростверка;  
 $b_p$  – ширина ростверка;  
 $l_p$  – длина ростверка.  
 $\gamma_{ср}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона.

Приведенный изгибающий момент  $M'$ , кН · м, определяется по формуле

$$M' = M_k + Q_k \cdot d_p - N_{ст} \cdot \alpha, \quad (3.52)$$

где  $M_k$  – изгибающий момент, передающийся от колонны;  
 $Q_k$  – поперечная сила, передающаяся с колонны;  
 $d_p$  – то же, что и в формуле (3.51);  
 $\alpha$  – эксцентриситет оси стены по отношению к оси колонны;  
 $N_{ст}$  – то же самое, что и в формуле (3.50).  
Приведенное поперечное усилие определяется по формуле (3.19).  
Расчет нагрузок, приведенных к подошве фундамента, представлен в таблице 3.10.

Таблица 3.10. – Расчет нагрузок, приведенных к подошве основания

Комбинация	N, кН	M, кН · м	Q, кН
I	$N'_I = 406,12$	$M'_I = 35,94$	$Q'_I = 15,11$
II	$N'_{II} = 362,93$	$M'_{II} = 42,54$	$Q'_{II} = 17,38$

Свожу нагрузки, действующие на фундамент и основание в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Нагрузки, действующие на фундамент и основание

Вид расчета	Комбинация	N, кН	M, кН · м	Q, кН
Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	I	355,71	34,92	15,11
	II	309,31	40,16	17,38
Для расчета тела фундамента по II предельному состоянию	I	415,17	35,94	15,11
	II	374,82	42,54	17,38

### 3.9.5 Определение нагрузок на каждую сваю

Нагрузка на сваю при действии моментов в одном направлении  $N'_{св}$ , кН, определяется по формуле

$$N'_{св} = \frac{N'}{n} \pm \frac{M' \cdot y_i}{\sum(y_i^2)} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{св}, \quad (3.53)$$

где  $N'$  – наибольшее приведенное продольное усилие;  
 $n$  – общее количество свай;  
 $y_i$  – расстояние от оси свайного куста до оси сваи;  
 $M'$  – наибольший приведенный изгибающий момент.  
 $g_{св}$  – масса сваи.

Определяю нагрузки на сваю при действии моментов в одном направлении для 1 комбинации.

Принимаю:  $N' = 415,17$  кН;  $n = 3$ ;  $M' = 35,94$  кН · м;  $y_i = 0,45$  м;  
 $g_{св} = 0,7$  т.

Подставляю значения в формулу (3.53), получаю

$$N_{св}^1 = \frac{415,17}{3} - \frac{35,94 \cdot 0,45}{1 \cdot 0,45^2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 48,96 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^2 = \frac{415,17}{3} + \frac{35,94 \cdot 0,45}{1 \cdot 0,45^2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 208,69 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^3 = \frac{415,17}{3} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 128,82 \text{ кН};$$

Определяю нагрузки на сваю при действии моментов в одном направлении для II комбинации.

Принимаю:  $N' = 374,82 \text{ кН}$ ;  $n = 3$ ;  $M' = 42,54 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $y_i = 0,45 \text{ м}$ ;  $g_{CB} = 1,15 \text{ т}$ .

Подставляю значения в формулу (3.53), получаю

$$N_{CB}^1 = \frac{374,82}{3} - \frac{42,54 \cdot 0,45}{1 \cdot 0,45^2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 20,84 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^2 = \frac{374,82}{3} + \frac{42,54 \cdot 0,45}{1 \cdot 0,45^2} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 207,91 \text{ кН};$$

$$N_{CB}^3 = \frac{374,82}{3} - 1,1 \cdot 10 \cdot 1,15 = 115,37 \text{ кН}.$$

Основная проверка определяется условием

$$N_{CB} \leq 1,2 \cdot \frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k}, \quad (3.54)$$

где  $F_d$  – несущая способность свай;

$\gamma_0$  – то же, что и в формуле (3.45);

$\gamma_k$  – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности свай;

$\gamma_n$  – то же, что и в формуле (3.45).

Принимаю:  $F_d = 870,37 \text{ кН}$ ;  $\gamma_0 = 1,15$ ;  $\gamma_n = 1,15$ ;  $\gamma_k = 1,4$ .

Выполню основную проверку для I комбинации.

$$N_{CB} = 208,69 < 1,2 \cdot 621,70 = 746,04 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Выполню основную проверку для II комбинации.

$$N_{CB} = 207,91 < 1,2 \cdot 621,70 = 746,04 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

Горизонтальная нагрузка на сваю  $Q_{CB}$ , кН, определяется по формуле

$$Q_{CB} = \frac{Q'}{n}, \quad (3.55)$$

где  $Q'$  – приведенное поперечное усилие;

$n$  – то же, что и в формуле (3.53)

Принимаю:  $Q' = 15,11$  кН (для I комбинации);  $Q' = 17,38$  (для II комбинации);  $n = 3$  шт.

Подставляю значения в формулу (3.55), получаю

$$Q_{св} = \frac{15,11}{3} = 5,04 \text{ кН (для I комбинации);}$$

$$Q_{св} = \frac{17,38}{3} = 5,79 \text{ кН (для II комбинации).}$$

### 3.9.6 Конструирование ростверка

Размеры ростверка приведены на рисунке 3.10

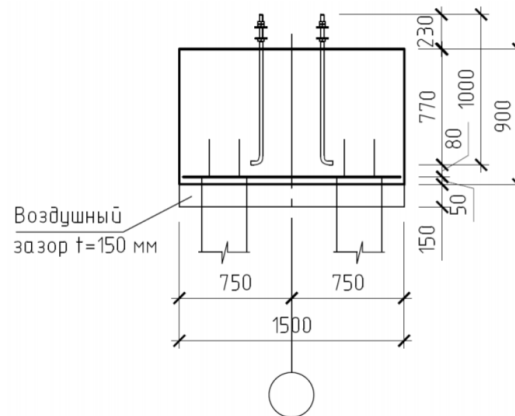


Рисунок 3.10 – Ростверк монолитный Рм1

#### 3.9.6.1 Расчет на продавливание ростверка колонной

Проверяю ростверк на продавливание колонной. Расчет на продавливание плитной части колонной проверяю достаточность принятой высоты ростверка. Пирамида продавливания образуется плоскостями, проведенными от дна стакана под углом  $45^\circ$  до центра рабочей арматуры плиты (на 50 мм выше подошвы ростверка), так как в ее пределах оказываются сваи, то провожу плоскости до граней свай.

Проверка произвожу из условия

$$F \leq \frac{2 \cdot R_{bt}}{\alpha} \left[ \frac{h_{op}}{c_1} (b_c + c_2) + \frac{h_{op}}{c_2} (l_c + c_1) \right], \quad (3.56)$$

где  $F$  – расчетная продавливающая сила, равная удвоенной сумме нагрузок на сваи, расположенные с одной более нагруженной стороны от оси колонны и находящиеся вне нижнего основания пирамиды продавливания, кН, определяется по формуле

$$F = 2 \cdot (N_{св}^2 + N_{св}^3), \quad (3.57)$$



где  $N_{CB}^2$ ,  $N_{CB}^3$  – нагрузки на сваю при действии моментов в одном направлении.

Принимаю:  $N_{CB}^2 = 207,91$  кН;  $N_{CB}^3 = 115,37$  кН.

Подставляю значения в формулу (3.57), получаю

$$F = 2 \cdot (207,91 + 115,37) = 646,56 \text{ кН};$$

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона растяжению;

$h_{op}$  – рабочая высота сечения ростверка;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий частичную передачу силы  $N$  через стенки стакана, определяется по формуле

$$\alpha = 1 - \frac{0,4 \cdot R_{bt} \cdot A_c}{N_k}, \quad (3.58)$$

где  $R_{bt}$  – то же, что и в формуле (3.57);

$A_c$  – площадь боковой поверхности колонны в пределах ее заделки в стакан;

$N_k$  – нагрузка, передающаяся с колонны.

Принимаю, что  $\alpha = 1$ , так как ростверк рассчитывается под металлическую колонну, следовательно,  $A_c = 0$ .

$c_1, c_2$  – расстояния от граней колонны до граней основания пирамиды продавливания;

$b_c, l_c$  – размеры сечения колонны, принимаю равными размерам подколонника.

Принимаю:  $R_{bt} = 750$  кПа;  $\alpha = 1$ ;  $h_{op} = 0,85$  м;  $c_1 = 0,34$  м;  $b_c = 0,9$  м;  $c_2 = 0,34$  м;  $l_c = 1,2$  м.

Подставляю значения в формулу (3.57), получаю

$$646,56 < \frac{2 \cdot 750}{1} \left[ \frac{0,85}{0,34} (0,9 + 0,34) + \frac{0,85}{0,34} (1,2 + 0,34) \right] = 10425 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

### 3.9.6.2 Расчет ростверка на изгиб и определение сечения арматуры

Момент, возникающий в плоскости  $x$  ростверка, определяется по формуле

$$M_{xi} = \sum N_{CB} \cdot x_i \quad (3.59)$$

где  $N_{CB}$  – расчетная нагрузка на сваю;

$x_i$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

Момент, возникающий в плоскости  $y$  ростверка, определяется по

формуле

$$M_{yi} = \sum N_{св} \cdot y_i, \quad (3.60)$$

где  $y_i$  – расстояние от центра каждой сваи в пределах изгибаемой консоли до рассматриваемого сечения.

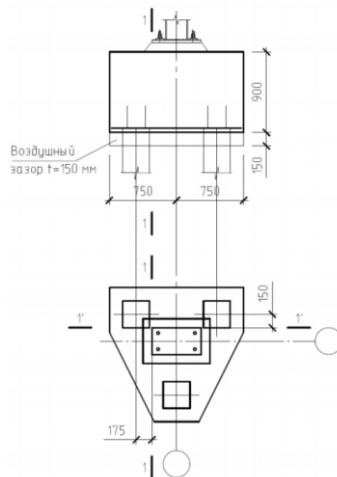


Рисунок 3.11 – Схема к расчету ростверка на изгиб

Площадь рабочей арматуры определяется по формуле

$$A_{si} = \frac{M_i}{\xi \cdot h_{0i} \cdot R_s}, \quad (3.61)$$

где  $M_i$  – величина момента в сечении;  
 $\xi$  – коэффициент, зависящий от  $\alpha_m$ ;  
 $h_{0i}$  – рабочая высота каждого сечения;  
 $R_s$  – расчетное сопротивление арматуры.  
 Коэффициент  $\alpha_m$  определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_i}{b_i \cdot h_{0i}^2 \cdot R_b}, \quad (3.62)$$

где  $M_i$  – то же, что и в формуле (3.61);  
 $b_i$  – ширина сжатой зоны сечения;  
 $R_b$  – расчетное сопротивление бетона сжатию.  
 $h_{0i}$  – рабочая высота зоны сечения.  
 Определение сечения арматуры ростверка представлено в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Определение сечения арматуры ростверка

Сечения	$b_i$ , м	Момент, кН · м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0i}$ , м	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1 – 1	0,9	8,568	0,159	0,002	0,999	0,29
1' – 1'	0,9	38,647	0,098	0,007	0,997	1,30

Конструирую сетку С-1 (рисунок 3.12).

Шаг арматуры в направлении l принимаю 200 мм, за исключением центральных стержней с шагом 150 мм; шаг арматуры в направлении b принимаем 200 мм, за исключением центральных стержней с шагом 150 мм; т. е. сетка С-1 имеет в направлении l – 8 стержней, в направлении b – 8 стержней. Диаметр арматуры в направлении l принимаем конструктивно по сортаменту – 12 мм (для 8 Ø12А400 –  $A_s = 9,05 \text{ см}^2$ , что больше  $0,29 \text{ см}^2$ ), в направлении b – конструктивно 12 мм (для 8 Ø12А400 –  $A_s = 9,05 \text{ см}^2$ , что больше  $1,30 \text{ см}^2$ ). Длины стержней принимаем 1400 мм.

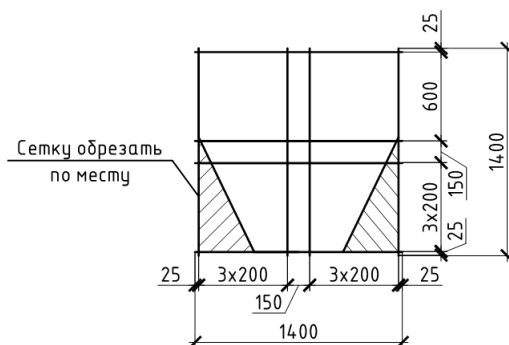


Рисунок 3.12 – Сетка С-1

### 3.9.7 Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

При определении объемов работ, стоимости и трудоемкости их выполнения для свайного фундамента учитываются следующие виды работ и материалы:

- механическая разработка грунта;
- стоимость свай;
- забивка свай;
- срубка голов свай;
- устройство опалубки для воздушного зазора;
- устройство монолитного ростверка;
- обратная засыпка.

Таблица 3.12 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения свайного фундамента

№ рас- ценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
01-01- 003-08	Разработка грунта экскаватором 2 гр.	1000 м <sup>3</sup>	0,0025	2943,93	7,36	10,48	0,03
01-02- 055-02	Ручная разработка грунта 2 гр.	100 м <sup>3</sup>	0,012	1583,82	19,01	189,0	2,27

### Окончание таблицы 3.12

СЦМ-441-300	Стоимость свай	м <sup>3</sup>	2,46	1809,2	4450,63	–	–
05-01-002-06	Забивка свай в грунт 2 гр.	м <sup>3</sup>	2,46	573,1	1409,93	4,0	9,84
05-01-010-01	Срубка голов свай	шт	3	115,5	346,5	1,4	4,20
06-01-001-01	Устройство подготовки из бетона В 7,5	100 м <sup>2</sup>	0,0036	6429,76	23,15	180	0,65
06-01-001-05	Устройство монолитного ростверка	100 м <sup>3</sup>	0,0169	18706,1	297,14	785,9	12,42
01-01-034-02	Обратная засыпка грунта	1000 м <sup>3</sup>	0,027	976,8	26,37	–	–
СЦМ-204-0025	Стоимость арматуры А400	т	0,097	8134,9	789,08	–	–
СЦМ-204-0052	Надбавка за сборку сеток	т	0,097	1173,1	113,79	–	–
Итого:					7482,96		29,41

### 3.10 Техничко-экономическое сравнение фундаментов

На основании данных таблиц 3.3 и 3.12 выполняю технико-экономическое сравнение фундаментов (таблица 3.13).

Таблица 3.13 – Техничко-экономическое сравнение вариантов

Показатель	Фундамент мелкого заложения (столбчатый)	Свайный фундамент (забивные сваи)
Стоимость, руб.	1160,68	7482,96
Трудоемкость, чел.-час	10,68	29,41
Расход бетона, м <sup>3</sup>	1,65	1,69
Расход арматуры, т	0,079	0,097

На основании технико-экономического сравнения двух видов фундаментов делаю вывод, что в заданных инженерно-геологических условиях целесообразно возводить столбчатый фундамент с анкерными элементами для восприятия горизонтальных сил (лист б).

## **4 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## 4.1 Природно-климатические условия строительства

Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства приведены в п. 1.2.1.

Климат района резко-континентальный с холодной зимой, жарким летом и резкой сменой температур в течение суток.

Город занимает континентальную зону, которая характеризуется морозной зимой и жарким летом. Холодный период затяжной и отличается низкой температурой воздуха. Весна в эти края приходит в середине апреля. А зима начинается еще во второй декаде октября. Заморозки случаются и в июне. Наиболее жаркий месяц – июль. Столбик термометра в этот период достигает отметки 35 °С, средний максимум равен 26 °С.

Географическое положение района в пределах Минусинского межгорного прогиба смягчает климатические условия по сравнению с климатом смежных районов Восточной Сибири. Ограждающие Минусинский межгорный прогиб горные системы Кузнецкого Алатау и Саян защищают территорию, как от вторжения холодных масс воздуха, так и от проникновения холодных осадков.

Недостаток влаги обуславливает засушливое лето и малоснежные зимы. Количество атмосферных осадков в среднем составляет 288 мм, причем 50-60% из них выпадает в теплое время года с апреля по октябрь.

Малоснежные зимы влияют на глубину промерзания грунтов, которая составляет до 2,9 м.

Преимущественное направление ветров – юго-западное.

Суммарная величина солнечной радиации в степной части Хакасии значительно больше, чем на соответствующих широтах в более западных районах России. Здесь преобладает ясная малооблачная погода. Солнечных дней в Хакасии больше, чем в Сочи. Основной причиной засушливости климата является влияние горных хребтов, создающих дождевую тень.

## 4.2 Нормативный срок строительства по СНиП 1.04.03-85\*

Проектируемый объект не имеет прямых норм продолжительности строительства в СНиП 1.04.03-85\*.

Согласно [39, прил. 3] продолжительность строительства определяется исходя из стоимости строительно-монтажных работ на 1984 год.

Стоимость объекта привожу к базисным ценам 1984 г. путем использования коэффициента  $K=1,61 \times 46,09=72,40$ , где 6,09 – индекс-дефлятор от базисных цен 2001г к ценам 1991 г. согласно Письмам Минрегиона РФ;

1,61 – индекс-дефлятор от базисных цен 1991 г. к ценам 1984г. согласно Письму Госстроя СССР №14-Д от 6.09.90 г.

Зависимость для данной категории работ выражается функцией

$$T_H \equiv A_1 \sqrt{C} + A_2 \cdot C, \quad (4.1)$$

где  $C$  – объем строительно-монтажных работ, млн. руб., в ценах, действующих с 1984 г.;

$A_1, A_2$  – параметры уравнения, определенные по данным статистики.

Принимаю:  $C = 1,17$  млн. руб.;  $A_1 = 11,5$ ,  $A_2 = -1,4$ .

Подставляю значения в формулу (4.1), получаю

$$T_H \equiv 11,5 \sqrt{1,17} + (-1,4) \cdot 1,17 = 11 \text{ мес.}$$

Подготовительный период – 1 месяц.

Общая продолжительность строительства составляет 12 месяцев.

### **4.3 Сведения об условиях обеспечения материалов и конструкций, о расстояниях для их доставки, видах транспорта, о необходимых запасах материалов**

Основные материалы, необходимые для строительства объекта – строительные металлоконструкции, которые запроектированы на стадии КМ, и являются основной базой для разработки детализированных чертежей КМД.

Основная часть строительных металлоконструкций проектируются и изготавливаются в АО «Стальмонтаж» (г. Красноярск, ул. Академика Вавилова, 7). Доставка изделий до г. Абакана осуществляется автомобильным транспортом. Некоторая часть изделий заказывается непосредственно в г. Абакане в ООО «ГК «МеталлЭнергоХолдинг» (г. Абакан, ул. Богдана Хмельницкого, 159).

Различные марки бетона, необходимые в процессе строительного производства, приобретаются в ООО «Бетон-Сервис» (г. Абакан, ул. Аскизская, 262Б). Кирпич различных марок приобретается в ООО «Базовые строительные технологии» (г. Абакан, ул. Советская, 223). Цемент приобретается в АО «ХК «Сибцем» (г. Красноярск, ул. Краснопресненская, д. 1). Сборные железобетонные изделия заказываются в «Абаканском заводе железобетонных конструкций №1 ООО «Сибагропромстрой».

Стоит отметить, что все материалы и изделия поставляются на строительную площадку в соответствии с графиком поставки.

Проезд к объекту возможно осуществлять по существующим проездам и дорогам с трассы М-54. Доставка строительных материалов осуществляется автомобильным транспортом общего назначения, специализированными прицепами.

### **4.4 Состав участников строительства**

Основными участниками строительного производства являются:

- инвестор;

- заказчик;
- застройщик;
- подрядчик;
- проектировщик.

Инвестором данного инвестиционно-строительного проекта является Общество с ограниченной ответственностью «Медведь – Запад» (г. Красноярск, ул. 9 мая, 72), основная цель которого – достижение коммерческих, социальных или других ценностей путем вложения собственных, заемных или иных ценностей в инвестиционный проект.

Основной вид деятельности инвестора (по коду ОКВЭД ред. 2) – 45.11.2 (торговля розничная легковыми автомобилями и легкими автотранспортными средствами в специализированных магазинах)

Заказчиком-застройщиком инвестиционно-строительного проекта выступает общество с ограниченной ответственностью «СКБ» (г. Красноярск, Северное ш., 19 «д»).

В функции застройщика входит:

- получение разрешения на строительство;
- получение права ограниченного пользования соседними земельными участками (сервитутов) на время строительства;
- привлечение подрядчика для осуществления работ по возведению здания или сооружения в качестве лица, осуществляющего строительство, в случае осуществления работ по договору;
- обеспечение строительства проектной документацией, прошедшей экспертизу и утвержденной в установленном порядке;
- обеспечение выноса в натуру линий регулирования застройки и создание геодезической разбивочной основы;
- привлечение для авторского надзора лица, осуществившего подготовку проектной документации, за строительством объекта;
- извещение о начале любых работ на строительной площадке органа государственного строительного надзора;
- получение разрешения на строительство;
- получение права ограниченного пользования соседними земельными участками (сервитутов) на время строительства;
- привлечение подрядчика для осуществления работ по возведению здания или сооружения в качестве лица, осуществляющего строительство, в случае осуществления работ по договору;
- обеспечение строительства проектной документацией, прошедшей экспертизу и утвержденной в установленном порядке;
- обеспечение выноса в натуру линий регулирования застройки и создание геодезической разбивочной основы;
- привлечение для авторского надзора лица, осуществившего подготовку проектной документации, за строительством объекта;
- извещение о начале любых работ на строительной площадке органа государственного строительного надзора



Подрядчиком проекта является Общество с ограниченной ответственностью «АбаканБытСтрой» (г. Абакан, ул. Чертыгашева, 72, лит. А5, оф. 69Н). К базовым функциям подрядчика относятся:

- выполнение работ, конструкций, систем инженерно-технического обеспечения объекта строительства в соответствии с проектной и рабочей документацией;
- разработка и применение организационно - технологической документации;
- осуществление строительного контроля лица, осуществляющего строительство, в том числе контроля за соответствием применяемых строительных материалов и изделий требованиям технических регламентов, проектной и рабочей документации;
- ведение исполнительной документации;
- обеспечение безопасности труда на строительной площадке, безопасности строительных работ для окружающей среды и населения;
- управление стройплощадкой, в том числе обеспечение охраны стройплощадки и сохранности объекта до его приемки застройщиком (заказчиком);
- выполнение требований местной администрации, действующей в пределах ее компетенции, по поддержанию порядка на прилегающей к стройплощадке территории.

В качестве проектировщика выступает Общество с ограниченной ответственностью «ПБ «Вертикаль» (г. Красноярск, ул. Железнодорожников, 17, каб. 701), в функции которого входит:

- координация работ субподрядных организаций;
- согласование принципиальных технических решений, принимаемых субподрядными организациями;
- обеспечение соответствия технических решений проектной документации заданию на проектирование.

#### **4.5 Данные о потребности строительной площадки в инвентарных временных зданиях и сооружениях производственного и жилищно-бытового назначения**

Данные о потребности строительной площадки в инвентарных временных зданиях и сооружениях производственного и жилищно-бытового назначения приведены в п. 5.1.4.

#### **4.6. Технологическая карта на возведение металлического каркаса здания**

##### **4.6.1 Область применения**

Данная технологическая карта разработана на производство работ по

монтажу металлического каркаса автотехцентра.

В состав работ, рассматриваемых в карте, входят:

- монтаж колонн, фахверков и вертикальных связей;
- монтаж балок перекрытия и настила перекрытия;
- монтаж балок покрытия, горизонтальных связей и ферм;
- монтаж прогонов и настила покрытия.

В технологической карте предусмотрено выполнение работ при односменном режиме работы, в летних условиях строительства.

#### **4.6.2 Общие положения**

Технологическая карта разработана на основании следующих документов:

- СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция;
- СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции Актуализированная редакция;
- СП 49.13330.2012 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования;
- СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;
- МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты.

#### **4.6.3 Организация и технология выполнения работ**

Основные работы по возведению металлического каркаса здания относятся к основному периоду строительства и осуществляются в заданной проектом организации строительства технологической последовательности и делятся на подготовительные, основные и заключительные.

Основные работы:

- строповка и расстроповка конструкций;
- подъем, наводка и установка конструкций на опоры;
- выверка и временное закрепление конструкций;
- постоянное закрепление конструкций;
- антикоррозионная защита.

Заключительные работы:

- уборка территории;
- восстановление территории;
- обустройство территории.

##### **4.6.3.1 Подготовительные работы**

Основанием для начала работ по монтажу металлоконструкций зданий

служит Акт технической готовности нулевого цикла (фундаментов) к монтажу. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

До начала монтажа колонн генеральным подрядчиком должны быть полностью закончены и приняты заказчиком следующие работы:

- устройство фундаментов под монтаж колонн;
- произведена обратная засыпка пазух траншей и ям;
- грунт спланирован в пределах нулевого цикла;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта;
- подготовлены площадки для складирования конструкций и работы крана;
- должна быть организована рабочая зона строительной площадки.

До начала монтажа каркаса здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить ограждение строительной площадки, обустроить площадки под складирование конструкций и материалов, подготовить площадки для работ машин. Установить бытовые и подсобные помещения;
- выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей, необходимых на время выполнения строительно-монтажных работ. Обеспечить площадку связью для оперативно-диспетчерского управления производством работ;
- выполнить монтаж наружного и внутреннего освещения, мощность светильников наружного освещения по 300 Вт;
- выполнить устройство внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей;
- выполнить детальную геодезическую разбивку с выносом главных осей и осей устанавливаемых элементов на обноску, а также закрепление вертикальных отметок на временных реперах;
- доставить сборные конструкции на строительную площадку с заводо-поставщиков, а также перевезти в пределах строительной площадки от складов к местам их установки;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа здания, прошедшие входной контроль;
- нанести риски установочных, продольных осей на боковых гранях конструкций и на уровне низа опорных поверхностей. Риски наносятся карандашом или маркером. Недопустимо нанесение царапин или надрезов на поверхности конструкций;
- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.
- подготовить знаки для ограждения опасной зоны при производстве работ.

Металлоконструкции доставляются непосредственно к объекту работ в разобранном виде, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении металлические конструкции необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п.

Деформированные конструкции следует выправить способом холодной или горячей правки.

Запрещается сбрасывать конструкции с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

Конструкции хранятся на открытых, спланированных площадках с покрытием из щебня или песка ( $h = 5 \dots 10$  см) в штабелях с прокладками в том же положении, в каком они находились при перевозке.

Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают с таким расчетом, чтобы вышележащие конструкции не опирались на выступающие части нижележащих конструкций.

Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25,0 м в поперечном. Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не менее 0,2 м, чтобы избежать повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях.

Монтажные петли конструкций должны быть обращены вверх, а монтажные маркировки – в сторону прохода.

При подготовке колонн к монтажу на них наносят следующие риски: продольной оси колонны, на уровне низа колонны и верха фундамента. Затем обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

Затем обстраивают монтажными лестницами и подмостями, необходимыми для монтажа последующих конструкций.

Подготовка стропильных ферм и балок, прогонов к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- укрупнительная сборка стропильных ферм;
- прикрепление планок для опирания последующих конструкций, подлежащих монтажу;
- прикрепления по концам стропильных ферм, балок (прогонов) двух оттяжек из пенькового каната, для удержания стропильных ферм, балок (прогонов) от раскачивания при подъеме.

До начала монтажа стропильных ферм, балок и прогонов должны быть выполнены подготовительные работы по:

- монтажу, выверке и закреплению по проекту колонн и вертикальных связей по ним;

- расконсервированы метизы;
- разложены балки и прогоны в радиусе действия монтажного крана.

#### 4.6.3.2 Основные работы

Монтаж металлических конструкций осуществлять в соответствии с требованиями СП 70.13330.2012, ГОСТ 23118-2012, рабочего проекта и инструкций заводов-изготовителей. Замена предусмотренных проектом конструкций и материалов допускается только по согласованию с проектной организацией и заказчиком. Во время производства работ на границах опасной зоны установить предупредительные знаки.

Монтаж ведется комплексным методом.

Основные операции при монтаже колонн: строповка, подъем, наводка на опоры, выверка и закрепление. Стропуют колонны за верхний конец. В некоторых случаях для понижения центра тяжести к башмаку колонны крепят дополнительный груз. Колонны захватывают стропами или полуавтоматическими захватными приспособлениями. После проверки надежности строповки колонну устанавливает звено из 4-х рабочих. Звеньевой подает сигнал о подъеме колонны. На высоте 30-40 см над верхним обрезаем фундамента монтажники направляют колонну на анкерные болты, а машинист плавно опускает ее. При этом два монтажника придерживают колонну, а два других обеспечивают совмещение в плане осевых рисок на башмаке колонны с рисками, нанесенными на опорных плитах, что обеспечивает проектное положение колонны, и она может быть закреплена анкерными болтами. Дополнительного смещения колонны для выверки по осям и по высоте в этом случае не требуется.

Перед установкой колонны необходимо прокрутить гайки по резьбе анкерных болтов. Кроме того, резьбу болтов смазывают и предохраняют от повреждения колпачками из газовых труб.

Подготовка балок перекрытия и покрытия к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- прикрепления по концам балок покрытия двух оттяжек, из пенькового каната, для удержания балок покрытия от раскачивания при подъеме.

Для строповки балок применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют балки покрытия за две или четыре точки. Монтаж балок покрытия выполняет звено рабочих-монтажников. К работе также привлекают электросварщика.

Подготовка ферм к монтажу состоит из следующих операций:

- очистки от ржавчины и грязи отверстий опорных площадок;
- прикрепления планок для опирания плит покрытия;
- закрепления распорки одним концом винтовыми зажимами к верхнему поясу фермы (в коньковом узле) и привязывания ко второму концу распорки каната-оттяжки;

– прикрепления по концам фермы двух оттяжек из пенькового каната для удержания фермы от раскачивания при подъеме.

Для строповки ферм применяют траверсы с полуавтоматическими захватами, обеспечивающими дистанционную расстроповку. Стропуют ферму за верхний пояс, в узлах, где сходятся стойки и раскосы, – за две или четыре точки. Монтаж ферм выполняет звено рабочих-монтажников из пяти человек. К работе также привлекают электросварщика.

Для временного крепления, выверки и регулирования положения фермы на опоре применяют кондукторы, предварительно установленные на оголовки колонн.

#### **4.6.3.3 Заключительные работы**

После завершения основных работ очистить строительную площадку от строительного мусора, снять ограждения и предупредительные знаки опасных зон, убрать с территории технологическое оборудование, оснастку и инструменты, передать подрядчику исполнительную и техническую документацию на выполненные работы.

#### **4.6.4 Требования к качеству работ**

Контроль и оценку качества работ при монтаже конструкций выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов:

– СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция;

– СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция;

– ГОСТ 26433.2-94. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.

С целью обеспечения необходимого качества монтажа конструкций, монтажно-сборочные работы подвергнуть контролю на всех стадиях их выполнения. Производственный контроль подразделяется на входной, операционный (технологический), инспекционный и приемочный. Контроль качества выполняемых работ осуществлять специалистами или специальными службами, оснащенными техническими средствами, обеспечивающими необходимую достоверность и полноту контроля, и возлагается на руководителя производственного подразделения (прораба, мастера), выполняющего монтажные работы.

Металлические конструкции, поступающие на объект, должны отвечать требованиям соответствующих стандартов, технических условий на их изготовление и рабочих чертежей.

До проведения монтажных работ металлические конструкции, соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать

нормам, приведенным в технических условиях и стандартах.

Входной контроль проводится с целью выявления отклонений от этих требований. Входной контроль поступающих металлических конструкций осуществляется внешним осмотром и путем проверки их основных геометрических размеров и наличие рисок. Каждое изделие должно иметь маркировку, выполненную несмываемой краской. Если отклонения превышают допуски, заводам-изготовителям направляют рекламации, а конструкции бракуют. Все конструкции, соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ (паспорт), в котором указываются наименование конструкции, ее марка, масса, дата изготовления. Паспорт является документом, подтверждающим соответствие конструкций рабочим чертежам, действующим ГОСТам или ТУ.

Результаты входного контроля оформляются Актом и заносятся в Журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

В процессе монтажа необходимо проводить операционный контроль качества работ. Это позволит своевременно выявить дефекты и принять меры по их устранению и предупреждению. Контроль проводится под руководством мастера, прораба, в соответствии со Схемой операционного контроля качества монтажа конструкций.

При операционном (технологическом) контроле надлежит проверять соответствие выполнения основных производственных операций по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами, рабочим проектом и нормативными документами.

Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в Журнале работ по монтажу строительных конструкций.

По окончании монтажа конструкций производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- детализированные чертежи конструкций;
- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных конструкций;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных конструкций;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на конструкции;
- сертификаты на металл.

На объекте строительства вести Общий журнал работ, Журнал авторского надзора проектной организации, Журнал работ по монтажу строительных конструкций, Журнал геодезических работ, Журнал сварочных работ, Журнал антикоррозийной защиты сварных соединений.

Таблица 4.1 – Операционный контроль качества

Параметр	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
<b>Колонны</b>		
Отклонения отметок опорных поверхностей колонны и опор от проектных	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Разность отметок опорных поверхностей соседних колон и опор по ряду и в пролете	3	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Смещение осей колонн и опор относительно разбивочных осей в опорном сечении	5	Измерительный; каждый элемент; геодезическая исполнительная схема
Стрела прогиба (кривизна) колонны, опоры и связей по колоннам	0,0013 расстояния между точками закрепления, но не более 15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Односторонний зазор между фрезерованными поверхностями в стыках колонн	0,0007 поперечного размера сечения колонны; при этом площадь контакта должна составлять не менее 65 % площади поперечного сечения	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
<b>Балки, фермы</b>		
Отмети опорных узлов	10	Измерительный; каждый узел; журнал работ
Смещение ферм, балок ригелей с осей на оголовках колонн из плоскости рамы	15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Расстояние между осями ферм, балок, ригелей, по верхним поясам между точками закрепления	15	Измерительный; каждый элемент; журнал работ
Отклонение симметричности установки фермы, балки, ригеля, панели перекрытия и покрыт, при длине площадки опирания >50 мм	10	Измерительный; каждый элемент; журнал работ

#### 4.6.5 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.

Таблица 4.2 – Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Монтаж конструкций	Кран гусеничный РДК-25	Q=25 т; l=24,5 м	1
Сварка конструкций	Сварочный аппарат АДЦ2х2502	44 кВт	2
Резка металла	Резак пропановый РС-3П	–	1

Таблица 4.3 – Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Монтаж конструкций	4-х концевой балансирный строп, Б5-6	Q=5 тн	1
	Канат капроновый Ø19 мм, L=15 м		4
	Строп канатный кольцевой Ø11,5 мм СКК2,5-18	L=2 мм	2
	Строп канатный петлевой Ø9,7 мм, УСК1-0,9	L=1,5 мм	4
	Замок для стропов г/п 2,5 тн, ЗС-2,5		4
	Сжимы для канатов С9,5		24
	Скоба такелажная 2,5 тн, Сп-2,5		4
Выверка	Нивелир НИ-3		2
	Теодолит ЗТ2КП2		2
	Рулетка измерительная металлическая		4
	Уровень строительный УС2-П		2
	Отвес стальной строительный		2
	Лестница с площадкой ПНА-1000-2,0		3
	Шуруповерт		4
	Гайковерт ручной		2
	Пистолет краскораспылитель MRF602/110-1		2
	Домкрат	Q=2 т	2
	Набор ключей		2
	Лопата ЛСП		4

Таблица 4.4 – Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
Монтаж колонн, 125 шт.	30К3, 20К1, ГОСТ Р 57837-2017	т	0,88	110,1
Монтаж фахверков, 83 шт.	22У, 16У, 14У, ГОСТ 8240-97	т	0,27	22,84
Монтаж вертикальных связей, 16 шт.	СК1-15, сложное сечение	т	0,21	3,4
Монтаж балок, 185 шт.	50Ш1, 35Ш1, 35Ш2, 32Б2 ГОСТ Р 57837-2017	т	0,45	83,96
Монтаж настила	Н60-845-0,9; Н75-750-0,8 ГОСТ 24045-2016	т	0,1	78,62
Монтаж ферм, 24 шт.	ФС, сложное сечение	т	2,25	53,99
Монтаж горизонтальных связей, 286 шт.	140х6, 120х4, 100х4, 80х4 ГОСТ 30245-2012	т	0,14	40,05
Монтаж прогонов, 156 шт.	25Б2, ГОСТ Р 57837-2017 27У, 16У, ГОСТ 8240-97	т	0,42	65,33

#### 4.6.5.1 Выбор крана по техническим параметрам

Монтируемые конструкции характеризуются монтажной массой, монтажной высотой и требуемым вылетом стрелы. Выбор монтажного крана произведен путем нахождения трех основных характеристик: требуемой высоты подъема крюка (монтажная высота), грузоподъемности (монтажная масса) и вылета стрелы.

Подбираем кран по наиболее тяжелому элементу – металлической балке массой 2,74 т.

Монтажная масса монтируемого элемента  $M_m$ , т, определяется по формуле

$$M_m = M_3 + M_r, \quad (4.2)$$

где  $M_3$  – масса наиболее тяжелого элемента группы;

$M_r$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств (траверсы, стропы, кондукторы, лестницы и т.д.), установленных на элементе до его подъема.

Принимаю:  $M_3 = 2,74$  т;  $M_r = 0,11$  т.

Подставляю значения в формулу (4.2), получаю

$$M_M = 2,74 + 0,11 = 2,85 \text{ т.}$$

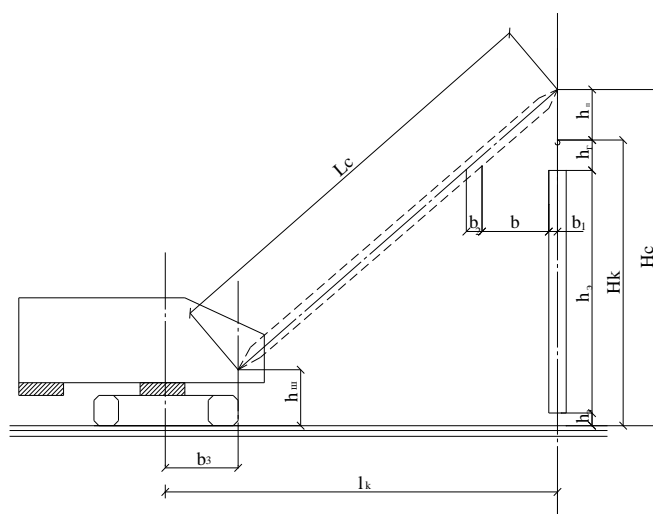


Рисунок 4.1 – Схема подбора крана

Монтажная высота подъема крюка  $H_k$ , м, определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_3 + h_r + h_{ш}, \quad (4.3)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента;

$h_3$  – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение, принимается по правилам техники безопасности равным 0,3 – 0,5 м;

$h_3$  – высота элемента в положении подъема;

$h_r$  – высота грузозахватного устройства (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана);

$h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота (пяты) стрелы.

Принимаю:  $h_0 = 9,42$  м;  $h_3 = 0,5$  м;  $h_3 = 0,3$  м;  $h_r = 6,66$  м;  $h_{ш} = 2$  м.

Подставляю значения в формулу (4.3), получаю

$$H_k = 9,42 + 0,5 + 0,3 + 6,66 + 2 = 18,88 \text{ м.}$$

Монтажный вылет крюка  $l_k$ , м, определяется по формуле

$$l_k = \frac{(b+b_1+b_2)(H_k-h_{ш})}{h_r+h_{п}} + b_3, \quad (4.4)$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом;

$b_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента, приближенного к стреле (половина ширины или длины элемента в положении

подъема);

$b_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента;

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

$h_{ш}$  – то же, что и в формуле (4.3);

$H_k$  – монтажная высота подъема крюка.

Принимаю:  $b = 0,5$  м;  $b_1 = 0,25$  м;  $b_2 = 0,5$  м;  $b_3 = 2$  м;  $H_k = 18,88$  м;  
 $h_{ш} = 2$  м;  $h_r = 6,66$  м;  $h_{п} = 2$  м.

Подставляю значения в формулу (4.4), получаю

$$l_k = \frac{(0,5+0,25+0,5)(18,88-2)}{6,66+2} + 2 = 4,43 \text{ м.}$$

Необходимая наименьшая длина стрелы  $L_c$ , м, определяется по формуле

$$L_c = \sqrt{(l_k - b_3)^2 + (H_k - h_{ш})^2}, \quad (4.5)$$

где  $l_k$  – монтажный вылет крюка;

$H_k$  – то же, что и в формуле (4.4);

$b_3$  – то же, что и в формуле (4.4);

$h_{ш}$  – то же, что и в формуле (4.3).

Принимаю:  $l_k = 4,43$  м;  $H_k = 18,88$  м;  $h_{ш} = 2$  м;  $b_3 = 2$  м.

Подставляю значения в формулу (4.5), получаю

$$L_c = \sqrt{(4,43 - 2)^2 + (18,22 - 2)^2} = 17,4 \text{ м.}$$

По каталогу кранов выбираем кран гусеничный РДК-25 со следующими параметрами:  $L_c = 27$  м;  $l_k = 24,5$  м;  $M_m = 25$  т;  $H_k = 27$  м.

#### 4.6.6 Техника безопасности и охрана труда

При производстве работ соблюдать требования СП 49.13330.2012 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования; СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

Охрана труда рабочих должна обеспечиваться выдачей администрацией необходимых средств индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), выполнением мероприятий по коллективной защите рабочих (ограждения, освещение, вентиляция, защитные и предохранительные устройства и приспособления и т.д.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Рабочим должны быть созданы необходимые условия труда, питания и отдыха. Работы выполняются в спецобуви и спецодежде. Все лица, находящиеся на строительной площадке, обязаны носить защитные каски.

Порядок выполнения монтажа конструкций, определенный проектом

производства работ, должен быть таким, чтобы предыдущая операция полностью исключала возможность опасности при выполнении последующих.

Монтаж конструкций должны проводить монтажники, прошедшие специальное обучение и ознакомленные со спецификой монтажа металлических конструкций.

Работы по монтажу металлических конструкций разрешается производить только исправным инструментом, при соблюдении условий его эксплуатации. Монтажникам выполняющим работы на высоте выполнять работы при страховке монтажными поясами, прикрепленным к местам, указанным производителем работ. Монтажный пояс должен быть испытан, и иметь бирку.

Перед допуском к работе по монтажу металлоконструкций руководители организаций обязаны обеспечить обучение и проведение инструктажа по технике безопасности на рабочем месте. Ответственность за правильную организацию безопасного ведения работ на объекте возлагается на производителя работ и мастера.

На строительной площадке должны быть обозначены знаками безопасности и ограждены опасные зоны, возникающие при работе грузоподъемных кранов.

Для уменьшения опасной зоны перемещение балок, ригелей (ферм) следует производить с использованием страховочных приспособлений (оттяжек) длиной 6 м и диаметром 12 мм, обеспечивающих наименьший габарит и предотвращающих их разворот.

Строительная площадка должна иметь ограждение, рабочие участки (места) должны быть обозначены знаками безопасности и надписями установленной формы в соответствии с требованиями ГОСТ Р 12.4.026-2015.

Рабочие должны быть обеспечены предохранительными поясами по ГОСТ 32489-2013 и канатами страховочными по ГОСТ 12.4.107-2012.

Строительная площадка, участки работ, рабочие места, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.046-2014.

При выполнении монтажных работ с применением крана необходимо соблюдать следующие требования безопасности:

- работать по сигналу стропальщика;
- подъем, опускание, перемещение монтажных элементов (колонн, балок и т.п.), торможение при всех перемещениях выполнять плавно, без рывков; монтажные элементы во время перемещения должны быть подняты не менее чем на 0,5 м выше встречающихся на пути предметов;
- опускать колонны, балки и другие монтажные элементы необходимо на предназначенные и подготовленные для них места, обеспечивающие устойчивое их положение и легкость извлечения стропов.

#### **4.6.7 Техничко-экономические показатели**

Калькуляция трудовых затрат и заработной платы представлены в

таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Калькуляция трудовых затрат и заработной платы

Обоснование (ЕИР и др. нормативные документы)	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На единицу измерения		На объем работ	
		Ед. изм.	Кол-во		Норма времени рабочих, чел-ч	Норма времени машин, маш-час	Затраты труда рабочих, чел-час	Затраты времени машин, маш-час
Е1-5	Разгрузка с автотранспорта инвентаря, колонн, балок, и т.д.	100 т	4,58	Такелажник 2р – 2 Машинист 4р-1	4,6	2,3	21,07	10,53
Е5-1-9	Монтаж колонн	1 эл	125	Монтажник 6р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	3,5	0,7	437,5	87,5
		1т	110,1		0,75	0,15	82,57	16,51
Е5-1-6	Монтаж фахверков	1 эл	83	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	0,96	0,32	79,68	26,56
		1т	22,84		2,5	0,83	57,1	18,96
Е5-1-6	Монтаж вертикальных связей	1 эл	16	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	0,64	0,21	10,24	3,36
		1т	3,4		3	1	10,2	3,4
Е5-1-6	Монтаж балок перекрытия	1 эл	130	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	0,3	0,1	39	13
		1т	47,76		1	0,33	47,76	15,76
Е5-1-11	Монтаж настила перекрытия	т	19,7	Монтажник 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	1,85	0,62	36,44	12,21
Е5-1-6	Монтаж ферм	1 эл	24	Монтажник 6р-1, 4р-3, 3р-1 Машинист 6р-1	2,9	0,58	69,6	13,92
		1т	53,99		0,53	0,11	28,61	5,94
Е5-1-6	Монтаж балок покрытия	1 эл	55	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1	0,3	0,1	16,5	5,5
		1т	36,2		1	0,33	36,2	11,95

Окончание таблицы 4.5

				Машинист 6р-1					
Е5-1-6	Монтаж горизонтальных связей	1 эл	286	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	0,3	0,11	94,38	31,96	
		1т	40,05		1,5	0,5	60,07	20,02	
Е5-1-6	Монтаж прогонов	1 эл	156	Монтажник 5р-1, 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	0,3	0,1	46,8	15,6	
		1т	65,33		1	0,33	65,33	21,56	
Е5-1-11	Монтаж настила покрытия	т	58,92	Монтажник 4р-1, 3р-1 Машинист 6р-1	1,85	0,62	109	36,53	
Е4-1-22	Антикоррозионн ое покрытие сварных соединений	10 ст	4,58	Монтажник 4р-1	0,64		2,93		
	Неучтенные работа 5 %						67,55		
							Итого рабочие	1350,98	370,27
							Итого (с учетом неучтенных работ) рабочие	1418,53	370,27

Технико-экономические показатели приведены в таблице в графической части ВКР (лист 7).

## **5 ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**



## **5.1 Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания**

### **5.1.1 Область применения**

Объектный строительный генеральный план разработан на устройство надземной части возводимого здания.

Объектный строительный генеральный план предназначен для определения состава, объема и размещения объектов строительного хозяйства в целях максимальной эффективности их применения и с учетом соблюдения требований охраны труда; составляется на стадии разработки проекта производства работ (ППР) и входит в его состав.

### **5.1.2 Выбор грузоподъемных механизмов, расчет и подбор установок производственного назначения**

Подбираю кран по наиболее тяжелому элементу – металлической балке покрытия массой 2,74 т.

Расчеты крана совпадают с расчетами, приведенными в п. 5.11.1 настоящей пояснительной записки, поэтому принимаю гусеничный РДК-25 со следующими техническими характеристиками:

- максимальная грузоподъемность главного/вспомогательного подъема – 25 / 5 т;
- максимальный грузовой момент – 1160 кНм;
- максимальная высота подъема – 27 м;
- максимальная глубина опускания – 5,0 м;
- вылет минимальный/максимальный – 4,75 / 24,5 м;
- Зона работы всех видов рабочего оборудования – 360 градусов;
- вес крана РДК без рабочего оборудования – 41,3 т;
- удельное давление на грунт – 0,0837 мПа.

Расчет и подбор установок производственного назначения не требуется.

#### **5.1.2.1 Привязка грузоподъемных механизмов к строящемуся зданию**

Поперечная привязка стрелового крана В, м, определяется по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (5.1)$$

где  $R_{\text{пов}}$  – наибольший радиус поворотной части крана;

$l_{\text{без}}$  – расстояние между поворотной частью стреловых кранов, платформой подъемника (вышки), краном-манипулятором при любых их положениях и строениями.

Принимаю:  $R_{\text{пов}} = 4,71$  м;  $l_{\text{без}} = 1$  м.

Подставляю значения в формулу (5.1), получаю

$$B = 4,71 + 1 = 5,71 \text{ м.}$$

### **5.1.3 Определение зон действия грузоподъемных механизмов, проектирование ограничений действия кранов при стесненности условий строительства**

При размещении строительных кранов выявляю зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относят места, где происходит перемещение грузов.

Опасные зоны постоянно действующих и потенциально действующих опасных производственных факторов должны быть ограждены защитным и сигнальным ограждением ГОСТ 23407-78 и по границе выставлены предупредительные знаки и надписи, видимые в любое время суток. Ограждения, примыкающие к местам массового перехода людей, необходимо оборудовать сплошным защитным козырьком.

В целях создания благоприятных условий труда предусматриваю следующие зоны: монтажную, обслуживания краном, перемещения груза, опасную и зону работы крана.

#### **5.1.3.1 Монтажная зона крана**

Монтажной зоной называют пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов.

Монтажная зона крана  $R_m$ , м, определяется по формуле

$$R_m = L_r + x, \tag{5.2}$$

где  $L_r$  – наибольший габарит монтируемого груза;  
 $x$  – расстояние отлета при падении груза со здания, принимаемое по [35, табл. 3].

Принимаю:  $L_r = 18$  м;  $x = 3,5$  м.

Подставляю значения в формулу (5.2), получаю

$$R_m = 18 + 4 = 21,5 \text{ м.}$$

#### **5.1.3.2 Зона обслуживания крана**

Зоной обслуживания крана или рабочей называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана.

Зона обслуживания крана  $R_{з.обс}$ , м, определяется по формуле

$$R_{з.обс} = l_k, \quad (5.3)$$

где  $l_k$  – вылет крюка крана.

Принимаю:  $l_k = 24,5$  м.

Подставляю значения в формулу (5.3), получаю

$$R_{з.обс} = 24,5 \text{ м.}$$

### 5.1.3.3 Зона перемещения груза

Зоной перемещения груза называют пространство, находящееся в пределах возможного перемещения груза, подвешенного на крюке крана.

Зона перемещения груза определяется по формуле

$$R_{п.г.} = R_{з.обс} + 0,5 \cdot l_{\max}, \quad (5.4)$$

где  $R_{з.обс}$  – зона обслуживания крана;

$l_{\max}$  – максимальный габарит перемещаемого груза.

Принимаю:  $R_{з.обс} = 24,5$  м;  $l_{\max} = 18$  м.

Подставляю значения в формулу (5.4), получаю

$$R_{п.г.} = 24,5 + 0,5 \cdot 18 = 33,5 \text{ м.}$$

### 5.1.3.4 Опасная зона крана

Опасной зоной работы крана называют пространство, где возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания при падении.

Опасная зона работы крана определяется по формуле

$$R_{оп} = R_p + 0,5B_r + L_r + x, \quad (5.5)$$

где  $R_p$  – максимальный требуемый вылет крюка крана;

$B_r$  – наименьший габарит перемещаемого груза;

$L_r$  – наибольший габарит перемещаемого груза;

$x$  – величина отлета падающего груза, принимаемая по [35, табл. 3].

Принимаю:  $R_p = 4,43$ ;  $B_r = 0,1$  м;  $L_r = 18$  м;  $x = 4$  м.

Подставляю значения в формулу (5.5), получаю

$$R_{оп} = 4,43 + 0,5 \cdot 0,1 + 18 + 4 = 26,48 \text{ м.}$$

## 5.1.4 Расчет потребности и подбор временных административных, жилых, хозяйственных и культурно-бытовых зданий

Временными зданиями называют надземные подсобно-вспомогательные и обслуживающие объекты, необходимые для обеспечения производства строительного-монтажных работ, возводимые на строительной площадке на период строительства.

Удельный вес различных категорий, работающих на строительной площадке, приведен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Удельный вес различных категорий, работающих на строительной площадке

Категория работающих	Всего		В т.ч. в наиболее многочисленную смену	
	%	Количество, чел	%	Количество, чел
Рабочие (в т.ч. машинисты), согласно календарному плану производства работ	84,5	5	80	4
ИТР	11	1	70	1
Служащие	3,2	1		1
МОП и охрана	1,3	1		1
Итого	100	8		7

Определение площадей временных зданий и сооружений производится по максимальной численности рабочих на строительной площадке и нормативной площади на одного человека, пользующегося данными помещениями.

Требуемая площадь временных помещений  $S_{тр}$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S_{тр} = S_n \cdot N, \quad (5.6)$$

где  $S_n$  - норма площади, на одного рабочего (работающего), принятая по п. 4.14.4 МДС 12-46.2008;

$N$  – общая численность рабочих (работающих).

Определение требуемой площади временных помещений приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Требуемые площади временных помещений

Назначение инвентарного здания	Численность рабочих, чел	Нормативный показатель $S_n$ , м <sup>2</sup> /чел	Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Принимаемая площадь инвентарного здания, м <sup>2</sup>	Размеры в плане, м	Ширф
Гардеробная	4	0,7	2,8	10,5	3x3,5	ХБ-005
Сушильная	4	0,2	0,8			
Душевая	4	0,54	2,16	4,6	2x2,3	ХБ-002

## Окончание таблицы 5.2

Умывальная	7	0,2	1,4	4,6	2x2,3	ХБ-002
Туалет	4	0,7	2,8	4,6	2x2,3	ХБ-002
Прорабская	4	1	4,8	4,8	2x2,4	ХБ-004
КПП	1	4	4	4	2x2	5055-1

Для организации питания рабочих используются заведения общественного питания, расположенные за пределами строительной площадки. Инвентарных помещений под столовую на строительной площадке не предусмотрено, однако, в гардеробной предусмотрено дополнительное место площадью 6 м<sup>2</sup> для установки стола для приема пищи в соответствии с СП СП 44.13330.2011.

Для гардеробной и сушильной используется одно инвентарное здание, расположенное на строительной площадке.

Общая площадь временных зданий, предусмотренных на строительной площадке – 33,1 м<sup>2</sup>.

### 5.1.5 Определение требуемых площадей складов и хозяйства на строительной площадке

Проектом предусматривается складирование материалов непосредственно на строительной площадке.

Складирование и хранение материалов и изделий производится в соответствии с требованиями стандартов на эти материалы и изделия. Материалы (конструкции) размещены на выровненных площадках, принимая меры против самопроизвольного смещения, просадки, осыпания и раскатывания складироваемых материалов.

Необходимые запасы материалов на складе  $P_{\text{скл}}$ , т, определяется по формуле

$$P_{\text{скл}} = \frac{P_{\text{общ}}}{T} \cdot T_{\text{н}} \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (5.7)$$

где  $P_{\text{общ}}$  – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период;

$T$  – продолжительность расчетного периода по календарному плану;

$T_{\text{н}}$  – норма запаса материала;

$k_1$  – коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

$k_2$  – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода.

Полезная площадь склада  $F$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$F = \frac{P}{V}, \quad (5.8)$$

где  $P$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада.  
 Общая площадь склада  $S$ , м<sup>2</sup> определяется по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (5.9)$$

где  $F$  – полезная площадь склада;

$\beta$  – коэффициент использования склада, принимаемый для закрытых складов равным 0,6-0,7; для навесов – 0,5-0,6; для открытых складов – 0,5-0,4.

Определение требуемых площадей складов приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Определение требуемых площадей складов

Материалы и изделия	Время использования материала, дни	Потребность $P_0/T$	Коэффициенты		Запас материалов, $T_n$ , дни	Расчетный запас материалов, $P_{скл}$	Площадь склада, $S_{тр}$ , м <sup>2</sup>	Фактическая складская площадь на стройгенплане, м <sup>2</sup>
			$k_1$	$k_2$				
Стальные колонны и фахверки, т	52	2,56	1,1	1,3	7	25,63	10,25	20,5
Стальные балки перекрытия, т	52	0,88	1,1	1,3	7	8,81	3,52	7,04
Стальные балки покрытия и стальные фермы, т	56	1,61	1,1	1,3	7	16,12	6,45	12,9
Прочие стальные конструкции, т	56	6,75	1,1	1,3	7	67,57	25,03	50,06

Общая фактическая площадь, необходимая для складирования материалов (конструкций) на строительной площадке – 90,5 м<sup>2</sup>.

### 5.1.6 Проектирование временных дорог и проездов

Схема движения транспорта и расположение дорог в плане обеспечивает подачу строительных материалов и конструкций в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам и бытовым помещениям.

Для внутрипостроечных перевозок используется автомобильный транспорт. Временную дорогу проектируем кольцевой. Конструкция временных дорог – грунтовые, улучшенной конструкции, укрепленные гравием.

При трассировке дорог должны соблюдаться минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой – 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку – 1,5 м.

В зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м, длина участка уширения – 18 м. Ширина однополосной проезжей – 3,5 м; двухполосной – 6 м. Радиусы закругления дорог принимаю 12 м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 м до 5 м, с 6 м до 8,5 м.

Временные автомобильные дороги и подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарниковой растительности.

### **5.1.7 Расчет потребности в электроэнергии на период строительства, выбор источника и проектирование схемы электроснабжения строительной площадки**

Для проектирования электроснабжения определяю потребителей электроэнергии на строительной площадке. Потребителями являются:

- силовое оборудование;
- технологические нужды;
- наружное освещение;
- внутреннее освещение.

Для обеспечения строительной площадки электроэнергией в необходимом количестве, решено установить временную трансформаторную подстанцию, при этом временные электросети освещения территории стройплощадки ведутся по столбам.

Мощность, необходимая для обеспечения строительной площадки электроэнергией  $P$ , кВт, определяется по формуле

$$P = \alpha \cdot \left( \sum \frac{K_1 P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 P_T}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{\text{осв}} + \sum K_4 \cdot P_H \right), \quad (5.10)$$

где  $P$  – расчетная нагрузка потребителей;

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности;

$K_1, K_2, K_3, K_4$  – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением времени их работы;

$P_c$  – мощность силовых потребителей;

$P_T$  – мощность, требуемая для технологических нужд, кВт;  $P_{\text{осв}}$  – мощность, требуемая для наружного освещения, кВт;  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера нагрузки и числа потребителей.

Расчет потребности в электроэнергии на период строительства приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет потребности в электроэнергии на период строительства

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коэффициент спроса, Кс	Требуемая мощность, кВт
<b>Силовые потребители</b>					
Сварочный аппарат АДД2х2502	шт	2	44	0,35	48
Компрессор СО-243	шт	2	6	0,7	11
Пистолет краскораспылитель MRF602/110-1	шт	2	2	0,15	1
Ручной электроинструмент	шт	4	0,5	0,15	0,5
Итого:					60,05
<b>Внутреннее освещение</b>					
Бытовые помещения	м <sup>2</sup>	23,9	0,015	0,8	0,25
Душевые и уборные	м <sup>2</sup>	9,2	0,003	0,8	0,11
Итого:					0,36
<b>Наружное освещение</b>					
Территория строительства	м <sup>2</sup>	29643,9	0,0002	1	3,12
Производство работ	м <sup>2</sup>	4856,25	0,003	1	11,56
Открытые склады	м <sup>2</sup>	90,5	0,003	0,8	1,06
Охранное освещение	км	0,69	1,5	1	0,8
Аварийное освещение	км	0,69	3,5	1	1,9
Итого:					18,47

Общая требуемая мощность – 78,82 кВт.

Принимаю трансформаторную подстанцию типа КТПЖ-100\27,5\0,4-98-У1 мощностью 100 кВт, представляющую собой однострансформаторную подстанцию наружной установки, питаемую по схеме.

В подготовительный период строительства сооружают ответвления от высоковольтной линии на площадку и трансформаторную подстанцию.

Количество требуемых прожекторов  $n$ , шт, определяется формуле

$$n = \frac{P \cdot E \cdot S}{P_{л}}, \quad (5.11)$$

где  $P$  – удельная мощность (для освещения используем ПЗС-35);

$E$  – освещенность;

$S$  – площадь, подлежащая освещению,

$P_{л}$  – мощность лампы прожектора.

Принимаю:  $P = 0,4$  Вт/м<sup>2</sup>;  $E = 1,5$  лк;  $S = 29644$  м<sup>2</sup>,  $P_{л} = 1000$  Вт.

Подставляю значения в формулу (5.11), получаю

$$n = \frac{0,4 \cdot 1,5 \cdot 29644}{1000} = 17,78.$$



Принимаю 18 прожекторов для освещения строительной площадки.

### 5.1.8 Расчет потребности в воде на период строительства, выбор источника и проектирование схемы водоснабжения строительной площадки

Вода на строительной площадке расходуется на производственные, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды. Потребность в воде подсчитываю, исходя из принятых методов производства работ, объемов и сроков их выполнения. Расчет произвожу на период строительства с максимальным водопотреблением.

Суммарный расход воды  $Q_{\text{общ}}$ , л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{маш}} + Q_{\text{хоз.быт}} + Q_{\text{пож}}, \quad (5.12)$$

где  $Q_{\text{пр}}$ , – расход воды на производственные нужды, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \frac{\sum V \cdot q_{\text{п}} \cdot K_{\text{ч}}}{t \cdot 3600}, \quad (5.13)$$

где  $\sum V$  – объем строительно-монтажных работ, принимаемый по календарному плану производства работ технологической карты;

$q_{\text{п}}$  – расход воды на производственного потребителя;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей;

$t$  – количество часов потребления в смену (сутки);

1,2 – коэффициент на неучтенные потери воды.

Принимаю:  $\sum V = 458,29$  т;  $q_{\text{п}} = 5$  л;  $K_{\text{ч}} = 1,6$ ;  $t = 7$  ч.

Подставляю значения в формулу (5.13), получаю

$$Q_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \frac{458,29 \cdot 5 \cdot 1,6}{7 \cdot 3600} = 0,17 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{маш}}$  – расход воды на охлаждение двигателей строительных машин, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{маш}} = \frac{W \cdot q_2 \cdot K_{\text{ч}}}{3600}, \quad (5.14)$$

где  $W$  – количество машин;

$q_2$  – норма удельного расхода воды на соответствующий измеритель;

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей.

Принимаю:  $W = 1$  шт;  $q_2 = 500$  л;  $K_{\text{ч}} = 2$ .

Подставляю значения в формулу (5.14), получаю

$$Q_{\text{маш}} = \frac{3 \cdot 500 \cdot 2}{3600} = 0,83 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{хоз.быт}}$  – расход воды на хозяйственно-бытовые нужды, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз-быт}} = Q_{\text{хоз-пит}} + Q_{\text{душ}}, \quad (5.15)$$

где  $Q_{\text{хоз-пит}}$  – расход воды на хозяйственно-питьевые потребности, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{N_{\text{макс}}^{\text{см}} \cdot q_3 \cdot K_{\text{ч}}}{8 \cdot 3600}, \quad (5.16)$$

где  $N_{\text{макс}}^{\text{см}}$  – максимальное количество рабочих в смену;  
 $q_3$  – норма потребления воды на 1 человека в смену;  
 $K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей.

Принимаю:  $N_{\text{макс}}^{\text{см}} = 4$  чел.;  $q_3 = 15$  л;  $K_{\text{ч}} = 2$ .

Подставляю значения в формулу (5.16), получаю

$$Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{4 \cdot 15 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,0042 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{душ}}$  – расход воды душевые установки, л/с, определяется по формуле

$$Q_{\text{душ}} = \frac{N_{\text{д}}^{\text{см}} \cdot q_4}{t_{\text{душ}} \cdot 3600}, \quad (5.17)$$

где  $N_{\text{д}}^{\text{см}}$  – численность рабочих, пользующихся душем;  
 $q_4$  – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем;  
 $t_{\text{душ}}$  – продолжительность пользования душем.

Принимаю:  $N_{\text{д}}^{\text{см}} = 4$  чел.;  $q_4 = 30$  л;  $t_{\text{душ}} = 0,5$  ч.

Подставляю значения в формулу (5.17), получаю

$$Q_{\text{душ}} = \frac{4 \cdot 30}{0,5 \cdot 3600} = 0,06 \text{ л/с.}$$

Принимаю:  $Q_{\text{хоз-пит}} = 0,0042$  л/с;  $Q_{\text{душ}} = 0,06$  л/с.

Подставляю значения в формулу (5.15), получаю

$$Q_{\text{хоз-быт}} = 0,0042 + 0,06 = 0,0642 \text{ л/с.}$$

$Q_{\text{пож}}$  – расход воды на противопожарные нужды, определяемый из расчета одновременного действия двух струй по 5 л/с на каждую струю.

Расход воды на пожарные нужды принимаю 10 л/с, опираясь на то, что

площадь строительной площадки до 10 Га.

Ввиду того, что во время пожара резко сокращается или приостанавливается полностью использование воды на производственные и хозяйственные нужды, расчетный расход нахожу по формуле

$$Q_{\text{расч}} = Q_{\text{пож}} + 0,5(Q_{\text{пр}} + Q_{\text{маш}} + Q_{\text{хоз.-быт.}}), \quad (5.18)$$

где  $Q_{\text{пож}}$  – то же, что и в формуле (5.12);

$Q_{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (5.12);

$Q_{\text{маш}}$  – то же, что и в формуле (5.12);

$Q_{\text{хоз.-быт.}}$  – то же, что и в формуле (5.12).

Принимаю:  $Q_{\text{пож}} = 10$  л/с;  $Q_{\text{пр}} = 0,17$  л/с;  $Q_{\text{маш}} = 0,83$  л/с;  
 $Q_{\text{хоз.-быт.}} = 0,0642$  л/с.

Подставляю значения в формулу (5.18), получаю

$$Q_{\text{расч}} = 10 + 0,5(0,17 + 0,83 + 0,0642) = 10,53 \text{ л/с.}$$

Диаметр магистрального ввода временного водопровода  $D$ , мм, определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{расч}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (5.19)$$

где  $Q_{\text{расч}}$  – расчетный расход воды;

$v$  – скорость движения воды по трубам.

Принимаю:  $Q_{\text{расч}} = 10,53$  л/с;  $v = 1,5$  м/с.

Подставляю значения в формулу (5.19), получаю

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10,53 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,5}} = 94,56 \text{ мм.}$$

Ввод выполняю из металлопластиковых труб (ГОСТ 32415-2013), диаметром 110 мм.

В качестве источника водоснабжения принимаю постоянный водопровод. Принимаю тупиковую схему временного водопровода. Колодцы с пожарными гидрантами располагаю так, чтобы расстояние от них до места возможного пожара не превышало 100 м, и была обеспечена подача воды из других гидрантов. Расстояние от строящихся зданий до колодцев с пожарными гидрантами – не более 50 м и не менее 5 м, а от края дороги – 2 м.

Для временного водоснабжения бытовых городков следует предусматривать инвентарные водоочистные установки и станции с высоким уровнем заводской готовности типа «Струя».

Системы временной канализации предназначены для удаления и обезвреживания производственно-бытовых и ливневых сточных вод согласно

разделу 1 СП 32.13330.2012.

В первую очередь устраивается канализация в бытовых помещениях и туалетах. Устройство систем канализации не предусматривается лишь в случаях, когда отсутствует централизованный водопровод и число работающих составляет не более 25 человек в смену.

В качестве временных канализационных сооружений, отводящих и обезвреживающих сточные воды, используются канализационные коллекторы и сети, очистные сооружения, установки и др. Для бытовых городков применяются временные стационарные или передвижные канализационные очистные сооружения заводского изготовления типа КУ, обеспечивающие быструю полную биологическую очистку для станций от 12 до 200 м<sup>3</sup> в сутки, биотуалеты.

### **5.1.9 Мероприятия по охране труда и технике безопасности**

При производстве строительно-монтажных работ следует руководствоваться указаниями СП 49.13330.2019 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования и СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство, Постановления Правительства Российской Федерации № 390 от 25 апреля 2012 года и другими правилами и нормативными документами по охране труда и технике безопасности, утвержденными и согласованными в установленном порядке органами государственного управления надзора, в том числе Минстроем России.

Монтаж временных сетей электроснабжения должен выполняться с соблюдением требований СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства, СП 12-136-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство и инструкциями по отдельным видам работ. Внутриплощадочные проходы и проезды, размещение и складирование конструкций, материалов, изделий, а также временных зданий (помещений) и сооружений, подкрановых путей, инженерных сетей, путей транспортирования, оборудования и конструкций следует выполнять в соответствии строительного генерального плана.

Перед допуском к работе и в процессе выполнения работ производится обучение и проводится инструктаж по безопасности труда по типовым инструкциям СП 12-135-2003.

К монтажным, электросварочным, погрузочно-разгрузочным работам с применением транспортных и грузоподъемных машин, управлению строительными машинами допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие обучение безопасным методам и приемам этих работ, и получившие соответствующее удостоверение.

Применяемые во время работ строительные машины, транспортные средства, производственное оборудование, средства механизации и оснастки, ручные машины и инструменты должны соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда.

Рабочие и руководители должны быть обеспечены спецодеждой и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с «Типовыми отраслевыми нормами».

Допуск посторонних лиц на территорию строительства запрещен. Площадку строительства во избежание доступа посторонних лиц предусмотрено оградить временным ограждением на период строительства.

Конкретные и (или) особые мероприятия по технике безопасности, охране труда и окружающей среды, пожарной безопасности должны быть указаны по видам в проекте производства работ.

Опасные зоны постоянно действующих и потенциально действующих опасных производственных факторов должны быть ограждены защитным и сигнальным ограждением ГОСТ 23407-78 и по границе выставлены предупредительные знаки и надписи, видимые в любое время суток. Ограждения, примыкающие к местам массового перехода людей, необходимо оборудовать сплошным защитным козырьком.

На строительной площадке и в бытовом городке необходимо максимально соблюдать требования пожарной безопасности, с целью исключения возгораний. Не разжигать костров вблизи существующих зданий и сооружений, лесных массивов. Не оставлять включенными нагревательные приборы в бытовых помещениях. Сушку рабочей одежды и обуви осуществлять в специальных помещениях, сушилках, оборудованных для этих целей.

Места производства сварочных и других огневых работ (варка битума при производстве гидроизоляционных) оградить и оборудовать первичными средствами пожаротушения.

#### **5.1.10 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

При строительстве объекта проектные решения обеспечивают максимальное снижение размеров и интенсивности выбросов загрязняющих веществ от строительной техники и автомобилей на территории объекта и прилегающих земель. Для этого покрытие временных дорог, проезды стройплощадки подвергаются влажной уборке с последующим вывозом отходов и грязи в специальные отвалы, все оборудование и машины, занятые на строительстве, проходят регулярный контроль на содержание вредных веществ в выхлопных газах, при превышении допустимых норм выбросов транспорт и оборудование к работе не допускаются. Для снижения выбросов в атмосферу сварочных аэрозолей предусматривается максимально возможный объем газосварочных работ вместо электросварки, при ведении же электросварочных работ должны применяться электроды с минимальным выходом аэрозолей.

Для завоза строительных конструкций и материалов используются существующие автомобильные дороги с твердым покрытием, исключаящие пыление.

Заправку строительной техники осуществлять на площадках с твердым покрытием, исключающим попадание ГСМ в почву, на базе генподрядной организации.

#### **5.1.10.1 Условия временного хранения отходов строительного производства на стройплощадке**

Твердые отходы 3 класса опасности временно хранить в металлических контейнерах с крышкой.

Твердые отходы 4 и 5 класса опасности временно хранить открыто (навалом, штабелем), в металлических контейнерах с крышкой или в помещениях в деревянных или в металлических ящиках.

Жидкие и пастообразные отходы 3 класса опасности временно хранить под навесом в закрытой таре из химически устойчивого к данному виду отходов материала на металлических поддонах.

Пастообразные отходы 4 класса опасности временно хранить в металлических контейнерах с крышкой.

Запрещается хранение отходов любого класса в помещениях в открытом виде.

#### **5.1.10.2 Условия вывоза отходов строительного производства**

Строительные отходы от возведения бетонных, железобетонных конструкций, строительных внутренних и внешних отделочных работ, принимаемые, как отходы 4 класса опасности, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов.

Отходы, образующиеся при монтаже арматуры и металлических труб вывозить на базы Вторчермета.

Отходы, образующиеся при обрезке оцинкованной стали, вывозить на пункты приема цветного металла.

Отходы, образующиеся при окрасочных и гидроизоляционных работах, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов 3 класса опасности по специальному разрешению ГорЦГСЭН.

Отходы, образующиеся при устройстве мягких кровель, гидроизоляционных клеечных работах, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов 3 класса опасности по специальному разрешению ГорЦГСЭН.

Отходы, образующиеся при химической защите конструкций и оборудования, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов 3 класса опасности по специальному разрешению ГорЦГСЭН.

Обрезки кабелей и проводов вывозить на пункты приема цветного металла.

Отходы, образующиеся при монтаже трубопроводов из полиэтилена, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов.

Огарки от использованных электродов вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов 4 класса опасности по специальному разрешению ГорЦГСЭН.

Промасленную ветошь и прочие отходы, образовавшиеся при обслуживании механизмов, вывозить по договору с заказчиком на муниципальные полигоны утилизации отходов 3 класса опасности по специальному разрешению ГорЦГСЭН.

Отходы, связанные с работой автотранспорта и строительной техники, решаются в составе разрешительной документации подрядчика и в данном проекте не рассматривается.

В соответствии с требованиями СП 48.13330.2019 Организация строительства на территории строящихся объектов не допускается непредусмотренное проектом сведение древесно-кустарниковой растительности, засыпка грунтом корневых шеек стволов растущих деревьев и кустарника, а также выпуск воды со стройплощадки непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва; при выполнении планировки почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в отведенных местах.

#### **5.1.11 Техничко-экономические показатели строительного генерального плана**

Техничко-экономические показатели строительного генерального плана приведены в графической части (лист 8).

## **6 ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА**



## **6.1 Составление локального сметного расчета на возведение металлического каркаса здания**

В выпускной квалификационной работе составлен локальный сметный расчет № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания автотехцентра, расположенного по адресу: г. Абакан, кв. Молодежный, 2В.

Сметная документация составлена на основании приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр «Методика определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».

Для определения сметной стоимости отдельных работ использована сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки) на строительные работы.

При составлении локального сметного расчета использован базисно-индексный метод, сущность которого заключается в определении сметной стоимости на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, с последующим переводом сметной стоимости в текущий уровень путем применения индексов.

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен (по состоянию на I квартал 2021 года) использован индекс изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ ( $I_{СМР}$ ) равный 8,86 в соответствии с письмом Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26.02.2021 № 7484-ИФ/09 «О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, прогнозных индексов изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости оборудования».

Размер накладных расходов (90%) определен по укрупненным нормативам в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов в соответствии с МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве.

Сметная прибыль (85%) определена по укрупненным расценкам в процентах от фонда оплаты труда рабочих и машинистов, согласно Письму Росстроя от 18.11.2004 № АП-5536/06 «О порядке применения нормативов сметной прибыли в строительстве».

Размер затрат на строительство и разборку временных зданий и сооружений принят 1,8% согласно Приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19.06.2020 №

332/пр «Об утверждении Методики определения затрат на строительство временных зданий и сооружений, включаемых в сводный сметный расчет стоимости строительства объектов капитального строительства».

Размер дополнительных затрат на производство строительно-монтажных работ в зимний период принят 2,38% на основании ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время.

Резерв средств на непредвиденные расходы и затраты принят в размере 2% для непромышленных зданий в соответствии с Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 04.08.2020 № 421/пр «Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации».

Налог на добавленную стоимость (НДС) составляет 20 % от суммарной стоимости всех выполненных работ и затрат, включая лимитированные, в соответствии с Налоговым кодексом Российской Федерации.

Итоговая сметная стоимость на возведение металлического каркаса здания автотехцентра в г. Абакане по состоянию на 1 квартал 2021 года составляет 41 174 119,46 рублей, в том числе средства на оплату рабочих – 671 649,92 рублей.

Локальный сметный расчет № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания приведен в приложении Г.

## **6.2 Анализ структуры локального сметного расчета № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания по элементам**

Структура локального сметного расчета № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания по составным элементам в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Структура локального сметного расчета № 02-01-01 по составным элементам

Разделы	Сумма, руб		Удельный вес, %
	Базисный уровень	Текущий уровень	
Прямые затраты, всего	3483830,10	30866734,69	74,97
в том числе:			
материалы	3248826,71	28784604,63	69,91
эксплуатация машин и механизмов	159196,40	1410480,15	3,43
оплата труда	75806,99	671649,91	1,63
Накладные расходы	81803,18	724776,19	1,76
Сметная прибыль	77258,56	684510,85	1,66
Лимитированные затраты, всего	229768,00	2035744,49	4,94

Окончание таблицы 6.1

НДС (20%)	774531,97	6862353,24	16,67
Итого	4647191,81	41174119,46	100,00

Структура локального сметного расчета № 02-01-01 на возведение металлического каркаса здания по составным элементам в виде круговой диаграммы для отображения структуры сметной стоимости приведена на рисунке 6.1.

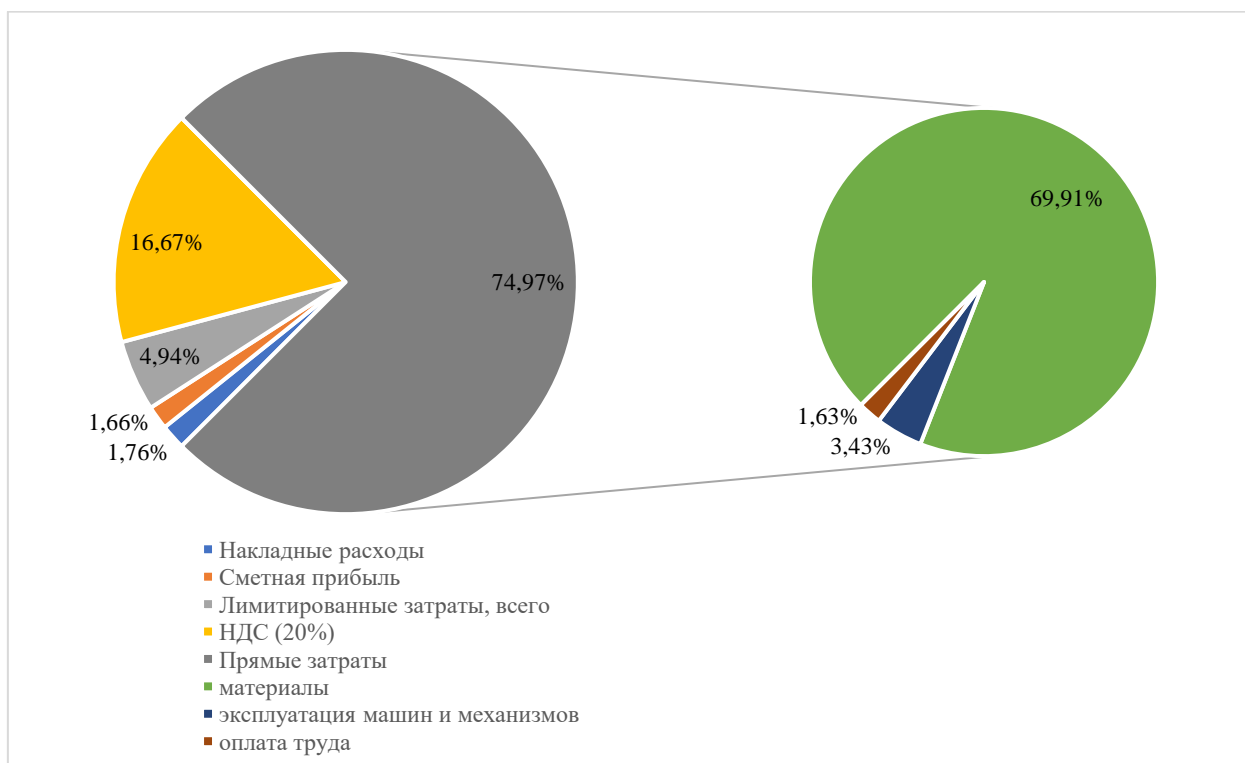


Рисунок 6.1 – Структура локального сметного расчета на возведение металлического каркаса здания по составным элементам в виде круговой диаграммы

Структура локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам в виде гистограммы для отображения уровня сметной стоимости различных разделов и составных элементов сметы приведена на рисунке 6.2.

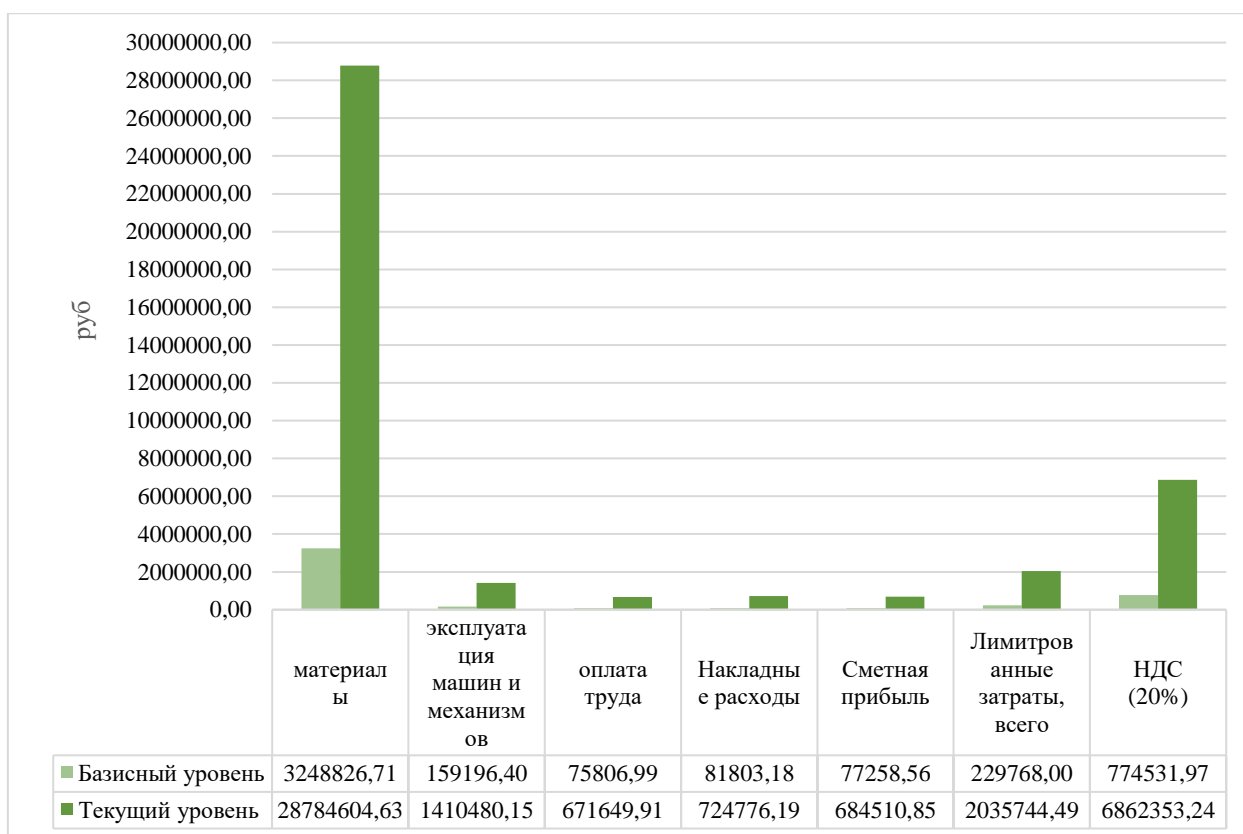


Рисунок 6.2 – Структура локального сметного расчета на возведение металлического каркаса здания по составным элементам в виде в виде гистограммы

На основе вышеприведенных данных можно сделать вывод, что основной удельный вес затрат (74,97%) приходится на прямые затраты, связанные с возведением металлического каркаса здания, а именно на материалы (69,91%, 28784604,63 рубля в текущем уровне цен), что обусловлено достаточно высокой стоимостью строительных металлических конструкций. Наименьший удельный вес в структуре локального сметного расчета на строительные работы по составным элементам занимает сметная прибыль (1,66%, 684510,85 рублей в текущем уровне цен).

Стоит отметить, что стоимость строительных материалов превышает сметную прибыль в 42,05 раз, что еще раз подтверждает, что при возведении металлического каркаса объекта капитального строительства «Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия» стоимость строительных материалов является наиболее емкой статьей расходов, учтенной в локальном сметном расчете №02-01-01

### 6.3 Технико-экономические показатели проекта

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства

объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Общая площадь здания определяется как сумма площадей всех этажей (включая технический, мансардный, цокольный и подвальный).

Строительный объем здания определяется как сумма строительного объема выше отметки 0.00 (надземная часть) и строительного объема ниже отметки 0.00 (подземная часть), измеряемого до уровня пола последнего подземного этажа.

Технико-экономические показатели проекта строительства дилерского автотехцентра в г. Абакане приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Технико-экономические показатели проекта строительства дилерского автотехцентра в г. Абакане

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
<b>1 Объемно-планировочные показатели</b>		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	4856,25
Этажность	эт.	смешанная (max – 3)
Материал стен		– наружные – трехслойные металлические стеновые панели с жестким минеральным утеплителем; – внутренние – кирпичная кладка; – перегородки – гипсокартон ГКЛ;
Высота этажа	м	различная (max – 6)
Строительный объем, всего, в том числе	м <sup>3</sup>	35988,94
надземной части	м <sup>3</sup>	35988,94
подземной части	м <sup>3</sup>	0
Объемный коэффициент		5,85
<b>2 Прочие показатели проекта</b>		
Продолжительность строительства	мес.	12

Объемный коэффициент К определяется по формуле

$$K = \frac{V_{\text{стр}}}{S_{\text{общ}}}, \quad (6.1)$$

где  $V_{\text{стр}}$  – строительный объем здания;

$S_{\text{общ}}$  – общая площадь здания.

Принимаю:  $V_{\text{стр}} = 35988,94 \text{ м}^3$ ;  $S_{\text{общ}} = 6151 \text{ м}^2$ .

Подставляю значения в формулу (6.1), получаю

$$K = \frac{35988,94}{6151} = 5,85.$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выпускная квалификационная работа на тему «Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия» разработана в соответствии с заданием.

В ходе решения задач, поставленных перед началом выпускной квалификационной работы, по каждому разделу выполнены расчетная и, при необходимости, графическая части.

В архитектурно-строительном разделе разработаны и обоснованы основные объемно-планировочные и конструктивные решения здания, приведено обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, описаны решения по внутренней отделке помещений, разработаны проектные решения и мероприятия, обеспечивающие защиту помещений от различных воздействий. В графической части раздела разработаны план 1, 2, технического этажей; разрезы 1-1 – 4-4; фасады 1-20, А-Р и основные архитектурные узлы. Выполнены теплотехнические расчеты стеновых ограждающих конструкций, покрытия и светопрозрачных конструкций.

В расчетно-конструктивном разделе обоснована компоновка конструктивной схемы каркаса здания, выполнены статический и конструктивный расчет прогона П1 и стропильной фермы ФС1, разработаны узлы стропильной фермы ФС1. В графической части раздела выполнен чертеж отправочной марки стропильной фермы ФС1. Кроме того, на основании инженерно-геологических изысканий было выполнено технико-экономическое сравнение столбчатого и свайного фундаментов, по результатам которого определено, что возведение фундамента мелкого заложения в заданных инженерно-геологических условиях экономически целесообразнее.

В разделе «Технология строительного производства» разработана технологическая карта на возведение металлического каркаса здания, в результате которой подобраны основные средства механизации, порядок и правила безопасной организации работ.

В разделе «Организация строительного производства» разработан объектный генеральный план на возведение надземной части здания, определены требуемые площади складов и хозяйства на строительной площадке, потребности в материальных ресурсах, мероприятия по обеспечению соблюдения всех требований охраны труда и техники безопасности в соответствии с нормативными документами.

В разделе «Экономика строительства» выполнен локальный сметный расчет на возведение металлического каркаса здания в ценах по состоянию на I квартал 2021 г., выполнен анализ локального сметного расчета по составным элементам и подсчитаны основные технико-экономические показатели.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы разработаны отдельные разделы рабочей документации на возведение автотехнического центра в г. Абакане.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; Введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60 с.;
- 2 ГОСТ 21.501-2018 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 2011; введ. С 1.06.2019. – Москва: Стандартинформ, 2019. – 45 с.;
- 3 ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101 – 2013; Введ. с 1.01.2021. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 55с.;
- 4 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76/ОАО "ЦНИИпромзданий", 2011;
- 5 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Взамен СП 52.13330.2011; введ. 08.05.2017. – М.: ОАО ЦПП, 2017. – 70 с.;
- 6 СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва, 2012.;
- 7 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23.02.-2003. – Введ. 1.01.2012. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 96 с.;
- 8 СП 56.13330.2011 Производственные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001. – Введ. 04.06.2017. – Москва: Минрегион РФ, 2012. – 79 с.;
- 9 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2013. – Взамен СП 51.13330.2010; Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 42 с.;
- 10 СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 19.09.2020. – Москва: ФГУ ВНИ- ИПО МЧС России, 2020. – 43 с.;
- 11 СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. – Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО ЦПП, 2011. – 64 с.;
- 12 Федеральный закон №123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности – Введ. 11.07.2008.;
- 13 СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Взамен СП 2.13130.2012; Введ. 12.09.2020. – М.: Минрегион России, 2020.;
- 14 ГОСТ 24699-2002 Блоки оконные деревянные со стеклами и стеклопакетами. – Введ. 1.03.2003. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 48 с.;
- 15 ГОСТ 31173-2016 Блоки дверные стальные. – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 44 с.;
- 16 Металлические конструкции: учебник для студ. высш. учеб.

заведений/ Ю. И. Кудишин, Е. И. Беленя, В. С. Инатьева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательский центр «Академия», 2006. - 688с.;

17 Металлические конструкции: в 3 т. Т 2. Конструкции зданий: учеб. для строит. вузов/ В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева. – М.: Высшая школа, 1999. – 528 с.;

18 Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы : учеб. пособие по специальности "Пром. и гражд. стр-во" / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев, И. Я. Петухова ; рец. И. И. Кошин. - Москва : Изд-во АСВ, 1998. - 247 с.;

19 Енджиевский, Л.В. Каркасы зданий из легких металлических конструкций и их элементы : учеб. пособие / Л. В. Енджиевский, В. Д. Надеяев, И. Я. Петухова ; Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : ИПК СФУ, 2010. - 247 с.;

20 Металлические конструкции, включая сварку. Краткий курс лекций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: . Я. Петухова, А. В. Фроловская -. Красноярск : СФУ, 2018.;

21 Металлические конструкции, включая сварку [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»/ сост. И.Я. Петухова, А.В. Фроловская, В.И. Палагушкин – Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2018.;

22 СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. Введ. 28.08.2017. Москва: Минстрой России, 2017. - 148 с.;

23 СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. Введ. 06.04.2017. - Москва: Минстрой России, 2016. – 95 с.;

24. Металлические конструкции: в 3 т. Т 1. Элементы конструкций: учеб. пособие для строит. вузов/ В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева. – М.: Высшая школа, 2004. – 551 с.;

25 СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования. Введ. 01.01.2017. – Москва: Минстрой России, 2017. – 167 с.;

26 ГОСТ 21.502-2016. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. - Введ. 07.01.2017. - Москва: Стандартинформ, 2017. - 29 с.;

27 ГОСТ 26047-2016 Конструкции строительные стальные. Условные обозначения (марки). – Введ. 01.07.84. – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.;

28 ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Буквенные обозначения. – Взамен ГОСТ 3452-59; введ. 01.01.85. – 2 с.;

29 ГОСТ Р 21.1101-2013. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. - Взамен ГОСТ Р 21.1101-2009; введ. с 11.06.2013. - Москва: Стандартинформ, 2013. - 55 с.;



- 30 Козаков, Ю.Н. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: метод. указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов. – Красноярск: КрасГАСА, 2003. – 54 с.;
- 31 СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Взамен СП 24.13330.2010; Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 86 с.;
- 32 СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 25.06.2020. – М.: ОАО ЦПП, 2020.;
- 33 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9 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.;
- 35 МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. – Москва.: ЦНИИОМТП, 2009.;
- 36 Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит, вузов / Л.Г. Дикман. – М.: АСВ, 2002. – 512 с.;
- 37 Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «Правила по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» от 11 декабря 2020 г. N 883н.;
- 38 СП 12-136-2002. «Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ» введ. 2003-01-01. – М.: Книга-сервис, 2003.;
- 39 СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. – Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.;
- 40 Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 3 августа 2018 года) (редакция, действующая с 1 января 2019 года). // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Техэксперт». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901919338>.;
- 41 Налоговый кодекс Российской Федерации. В 2 ч. [Электронный ресурс] : федер. закон от 31.07.1998 № 146-ФЗ ред. от 18.07.2017. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.;
- 42 МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.;
- 43 МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.;

44 Письмо Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству от 18.11.2004 г. № АП-5536/06 «О порядке применения нормативов сметной прибыли в строительстве». // Справочная правовая система. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901916723>;

45 Письмо Минстроя России от 11.03.2021 № 9351-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ». // Сайт [minstroyrf.ru](http://minstroyrf.ru). Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/118296/>;

46 Федеральная сметно-нормативная база ФЕР-2001 (Федеральные единичные расценки). Сайт [minstroyrf.ru](http://minstroyrf.ru). Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php>;

47 МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ.- М.: ЦНИИОМТП, 2009;

48 Баронин, С.А. Организация, планирование и управление строительством. учебник / С.А. Баронин, П.Г. Грабовый, С.А. Болотин. – М.: Изд-во «Проспект», 2012. – 528с.;

49 Терехова, И.И. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования/ И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 40 с.;

50 ГОСТ 8510-86. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные; введ. 01.07.87. – 11 с.;

51 ГОСТ 8509-93. Уголки стальные горячекатаные равнополочные; введ. 01.01.97. – Минск: межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 11 с.;

52 ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные; введ. 01.01.2002. – М.: Стандартиформ. – 11 с.;

53 ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения: введ. 01.07.2015. – М.: Стандартиформ. – 19 с.;

54 Хакасия вошла в топ-5 самых автомобилизированных регионов страны [Электронный ресурс] : Агентство информационных сообщений. – 2020. – Режим доступа: <http://vg-news.ru/n/149112>;

55 Официальная статистика [Электронный ресурс] : Федеральная государственная служба статистики. – 2021. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705>;

56 В Хакасии авто российской сборки можно купить по программе господдержки [Электронный ресурс] : Агентство информационных сообщений. – 2021. – Режим доступа: <http://vg-news.ru/n/149548>;

57 Подведены итоги 2020 года на автомобильном рынке России [Электронный ресурс] : Агентство информационных сообщений. – 2021. – Режим доступа: <http://vg-news.ru/n/149289>;

58 Выдачи автокредитов в июне превзошли прошлогодние показатели [Электронный ресурс] : Агентство информационных сообщений. – 2020. – Режим доступа: <http://vg-news.ru/n/146033>;

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций

#### А.1 Теплотехнический расчет стеновых ограждающих конструкций

Расчеты производятся в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий и сооружений. Актуализированная редакция; СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий; СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция.

Строительство осуществляется в г. Абакане, Республика Хакасия. Климатические характеристики района строительства приведены в п. 1.2.1 настоящей пояснительной записки.

Теплофизические характеристики материала ограждающей конструкции приведены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Теплофизические характеристики

Наименование	Толщина слоя $\delta$ , м	Плотность материала $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м · °С)
Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий по ГОСТ Р 52246-2016	0,0005	7850	Не участвует в расчете
Жесткие плиты из минеральной ваты ПЖ-100	х	110	0,042
Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий по ГОСТ Р 52246-2016	0,0005	7850	Не участвует в расчете

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С · сут., определяются по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (\text{А.1})$$

где  $t_{\text{в}}$  – расчётная температура внутреннего воздуха здания, принимая в соответствии с ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях;

$t_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха;

$z_{\text{от}}$  – продолжительность отопительного периода.

Принимаю:  $t_{\text{в}} = 21$  °С;  $t_{\text{от}} = -7,9$  °С;  $z_{\text{от}} = 224$  дня.

Подставляю значения в формулу (А.1), получаю

$$\text{ГСОП} = (21 - (-7,9)) \cdot 224 = 6444,7 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_{\text{тр}}$ , °С/Вт, определяется по формуле

$$R_0^{TP} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{A.2})$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты, значения которых следует принимать согласно [7, СП 50.13330, табл. 3] для соответствующих групп зданий;

ГСОП – то же, что и в формуле (A.1).

Принимаю:  $a = 0,0003$ ;  $b = 1,2$ ; ГСОП = 6444,7 °С · сут.

Подставляю значения в формулу (A.2), получаю

$$R_0^{TP} = 0,0003 \cdot 6444,7 + 1,2 = 3,65 \text{ °C/Вт.}$$

Фактическое сопротивление теплопередачи ограждения, (м<sup>2</sup>°C)/Вт определяется по формуле

$$R_0^{\text{расч}} = \frac{1}{\alpha_H} + \sum_{i=1}^n \left( \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) + \frac{1}{\alpha_B}, \quad (\text{A.3})$$

где  $\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, Вт/(м<sup>2</sup>·°C), для наружных стен, принимаемый согласно [7, СП 50.13330, табл. 6];

$\delta_i$  – толщины слоев;

$\lambda_i$  – коэффициенты теплопроводности материалов слоев, определяемые [7, СП 50.13330, табл. Т.1];

$\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, принимаемый согласно [7, СП 50.13330, табл. 4];

Из формулы (A.3) требуемая толщина искомого слоя  $\delta$ , м, определяется по формуле

$$\delta = \left[ R_0^{TP} - \left( \frac{1}{\alpha_H} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \cdot \lambda, \quad (\text{A.4})$$

где  $R_0^{TP}$  – то же, что и в формуле (A.2);

$\alpha_H$  – то же, что и в формуле (A.3);

$\lambda$  – то же, что и в формуле (A.3);

$\alpha_B$  – то же, что и в формуле (A.3).

Принимаю:  $R_0^{TP} = 3,65 \text{ °C/Вт}$ ;  $\alpha_H = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ ;  $\lambda = 0,042 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;  $\alpha_B = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$ .

Подставляю значения в формулу (A.4), получаю

$$\delta = \left[ 3,65 - \left( \frac{1}{23} + \frac{1}{8,7} \right) \right] \cdot 0,042 = 0,146 \text{ м} \approx 0,150 \text{ м.}$$

Фактическую толщину жестких плит из минеральной ваты ПЖ-100 принимаю равную 150 мм.

## **A.2 Теплотехнический расчет покрытия**

Расчеты производятся в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий и сооружений. Актуализированная редакция; СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий; СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция.

Строительство осуществляется в г. Абакане, Республика Хакасия. Климатические характеристики района строительства приведены в п. 1.2.1 настоящей пояснительной записки.

Теплофизические характеристики материала ограждающей конструкции приведены в таблице А.2.

Таблица А.2 – Теплофизические характеристики

Наименование	Толщина слоя $\delta$ , м	Плотность материала $\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент теплопроводности $\lambda$ , Вт/(м · °С)
Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP	0,0015	–	Не участвует в расчете
Стеклохолст, 100 г/м <sup>2</sup>	0,0008	–	Не участвует в расчете
Экструзионный пенополистирол XPS CARBON 35-300	x	35	0,033
Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ Н30	0,1	115	0,036
Пленка пароизоляционная ТехноНИКОЛЬ	0,00002	–	Не участвует в расчете

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С · сут., определяются по формуле (А.1)

Принимаю:  $t_b = 21$  °С;  $t_{от} = -7,9$  °С;  $z_{от} = 224$  дня.

Подставляю значения в формулу (А.1), получаю

$$\text{ГСОП} = (21 - (-7,9)) \cdot 224 = 6444,7 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций  $R_{тр}$ , °С/Вт, определяется по формуле (А.2)

Принимаю:  $a = 0,0004$ ;  $b = 1,6$ ; ГСОП = 6444,7 °С · сут.

Подставляю значения в формулу (А.2), получаю

$$R_0^{тр} = 0,0004 \cdot 6444,7 + 1,6 = 4,18 \text{ °С/Вт.}$$

Фактическое сопротивление теплопередачи ограждения, (м<sup>2</sup>°С)/Вт определяется по формуле (А.3).

Из формулы (А.3) требуемая толщина искомого слоя  $\delta$ , м, определяется по формуле (А.4)

Принимаю:  $R_0^{тр} = 4,18$  °С/Вт;  $\alpha_n = 23$  Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $\lambda = 0,033$  Вт/(м · °С);  $\alpha_b = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $\delta_1 = 0,1$  м;  $\lambda_1 = 0,036$ , Вт/(м · °С).

Подставляю значения в формулу (А.4), получаю

$$\delta = \left[ 4,18 - \left( \frac{1}{23} + \frac{0,1}{0,036} + \frac{1}{8,7} \right) \right] \cdot 0,033 = 0,041 \text{ м} \approx 0,5 \text{ м.}$$

Фактическую толщину экструзионного пенополистиролл XPS CARBON 35-300 принимаю равную 50 мм.

### **А.3 Теплотехнический расчет светопрозрачных конструкций**

Расчеты производятся в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий и сооружений. Актуализированная редакция; СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий; СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция.

Строительство осуществляется в г. Абакане, Республика Хакасия. Климатические характеристики района строительства приведены в п. 1.2.1 настоящей пояснительной записки.

Градусо-сутки отопительного периода ГСОП, °С · сут., определяются по формуле (А.1)

Принимаю:  $t_b = 21 \text{ °С}$ ;  $t_{от} = -7,9 \text{ °С}$ ;  $z_{от} = 224 \text{ дня}$ .

Подставляю значения в формулу (А.1), получаю

$$\text{ГСОП} = (21 - (-7,9)) \cdot 224 = 6444,7 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$$

Нормируемое значение сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций  $R_{тр}$ , °С/Вт, определяется по формуле (А.2)

Принимаю:  $a = 0,00045$ ;  $b = 1,9$ ;  $\text{ГСОП} = 6444,7 \text{ °С} \cdot \text{сут.}$

Подставляю значения в формулу (А.2), получаю

$$R_o^{тр} = 0,0004 \cdot 6444,7 + 1,9 = 4,8 \text{ °С/Вт.}$$

По ГОСТ 21519-2003. Блоки оконные из алюминиевых сплавов. Технические условия – принять двухкамерный стеклопакет с теплоотражающим покрытием (4М1-8Ar-4М1-8Ar-И4),  $R = 0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$ .

Показатель приведенного сопротивления теплопередаче класс – Б2.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Экспликация помещений

Таблица Б.1 – Экспликация помещений 1 этажа

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
1.1	Помещение вспомогательное	7,34	
1.2	Помещение колориста	11,46	
1.3	Цех малярный	320,47	В2
1.4	Цех кузовной	476,50	В2
1.5	Пост дефектовки	39,89	
1.6	Пост ручной мойки	41,02	
1.7	Компрессорная	13,01	
1.8	Помещение подсобное	13,62	
1.9	Помещение вспомогательное	16,01	
1.10	Склад гарантийных запчастей	11,91	В3
1.11	Склад запчастей	115,16	В2
1.12	Цех слесарный	957,13	В2
1.13	Помещение выдачи	59,84	
1.14	Клетка лестничная	10,43	
1.15	Коридор	21,44	
1.16	Санузел	2,40	
1.17	Комната уборочного инвентаря	2,40	
1.18	Помещение охраны	10,45	
1.19	Помещение для работы с физ. лицами	12,40	
1.20	Касса	5,74	
1.21	Санузел	3,36	
1.22	Коридор	2,70	
1.23	Санузел МГН	4,95	
1.24	Коридор	3,34	
1.25	Чайная	3,02	
1.26	Переговорная	6,15	
1.27	Зал выставочный	473,41	
1.28	Тамбур	7,20	
1.29	Помещение приемки	69,22	
1.30	Мойка	70,61	
1.31	Мойка	70,61	
1.32	Помещение приемки	78,98	
1.33	Клетка лестничная	21,93	
1.34	Помещение подсобное	5,70	
1.35	Узел ввода	25,22	
1.36	Электрощитовая	14,81	
1.37	Помещение хранения деталей	17,70	В3
1.38	Помещение специнструмента	13,18	В3
1.39	Помещение специнструмента	13,40	
1.40	Агрегатная	10,94	
1.41	Помещение служебное	18,85	



Окончание таблицы Б.1

1.42	Помещение вспомогательное	7,13	
1.43	Склад запчастей	138,36	В3
1.44	Помещение приемки	58,74	
1.45	Помещение вспомогательное	9,61	
1.46	Помещение служебное	9,22	
1.47	Склад гарантийный	14,79	В3
1.48	Касса	8,26	
1.49	Санузел	4,35	
1.50	Зал выставочный	353,51	
1.51	Тамбур	8,55	
1.52	Помещение выдачи	59,77	
1.53	Помещение вспомогательное	10,14	
1.54	Касса	10,14	
1.55	Помещение подсобное	14,33	
1.56	Комната уборочного инвентаря	4,48	
1.57	Санузел	3,72	
1.58	Санузел	2,72	
1.59	Телекоммуникационная комната	3,72	
1.60	Помещение подсобное ОПА	6,13	
1.61	Помещение для работы с физ. лицами	9,95	
1.62	Коридор	3,74	
1.63	Переговорная	18,89	
1.64	Санузел МГН	7,41	
1.65	Санузел	3,42	
1.66	Коридор	3,78	
1.67	Чайная	6,13	
1.68	Помещение для работы с физ. лицами	12,40	
1.69	Клетка лестничная	21,46	
1.70	Зал выставочный	682,33	
1.71	Тамбур	8,55	

Таблица Б.2 – Экспликация помещений 2 этажа

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
2.1	Кабинет отдела кадров	25,53	
2.2	Помещение для работы с физ. лицами	17,22	
2.3	Архив отдела кадров	5,46	В4
2.4	Помещение подсобное	14,30	В4
2.5	Гардероб	5,80	
2.6	Гардероб	5,80	
2.7	Санузел	4,33	
2.8	Санузел	3,35	
2.9	Клетка лестничная	21,50	
2.10	Коридор	101,02	
2.11	Конференцзал	48,13	
2.12	Помещение для работы с физ. лицами	20,02	
2.13	Клетка лестничная	22,02	

## Окончание таблицы Б.2

2.14	Гардеробная женская	9,55	
2.15	Гардеробная мужская	28,45	
2.16	Санузел	2,93	
2.17	Душевая	2,54	
2.18	Санузел	2,90	
2.19	Душевая	7,02	
2.20	Преддушевая	8,02	
2.21	Помещение хранения респираторов	9,78	В4
2.22	Помещение сушки спецодежды	5,39	В4
2.23	Помещение хранения спецодежды	5,36	В4
2.24	Санузел	5,22	
2.25	Гардеробная спецодежды мужская	43,60	
2.26	Комната уборочного инвентаря	4,91	В4
2.27	Конференцзал	46,14	
2.28	Архив бухгалтерии	6,79	В3
2.29	Коридор	140,92	
2.30	Помещение подсобное	6,71	
2.31	Серверная	19,24	
2.32	Гардероб	8,81	
2.33	Гардероб	6,80	
2.34	Кабинет	29,52	
2.35	Переговорная	20,25	
2.36	Помещение для работы с физ. лицами	14,04	
2.37	Коридор	36,91	
2.38	Помещение для работы с физ. лицами	13,29	
2.39	Помещение вспомогательное	13,40	
2.40	Кабинет	14,54	
2.41	Переговорная	71,36	
2.42	Санузел	4,35	
2.43	Санузел	4,35	
2.44	Чайная	5,98	
2.45	Помещение подсобное	4,48	
2.46	Кухня	14,39	
2.47	Комната приема пищи	35,10	
2.48	Клетка лестничная	21,45	
2.49	Помещение подсобное	3,08	
2.50	Переговорная	20,74	
2.51	Помещение для работы с физ. лицами	21,46	
2.52	Балкон	120,35	

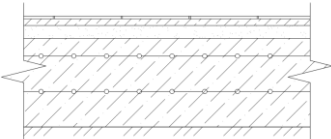
Таблица Б.3 – Экспликация помещений технического этажа

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
3.1	Клетка лестничная	22.13	
3.2	Помещение техническое	140.22	
3.3	Тамбур	4,07	

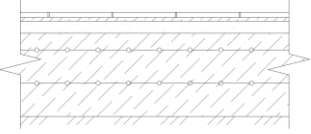
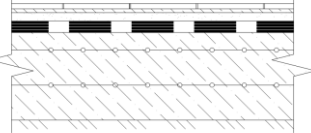
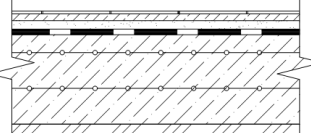
## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Экспликация полов

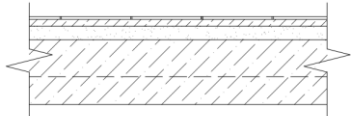
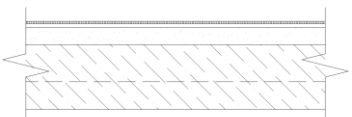
Таблица В.1 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м <sup>2</sup>
1.1; 1.2; 1.7; 1.8; 1.9; 1.10; 1.14; 1.15; 1.18; 1.19; 1.20; 1.22; 1.25; 1.26; 1.28; 1.33; 1.34; 1.35; 1.36; 1.37; 1.38; 1.39; 1.40; 1.41; 1.42; 1.45; 1.46; 1.47; 1.48; 1.51; 1.53; 1.54; 1.55; 1.59; 1.60; 1.61; 1.62; 1.63; 1.67; 1.68; 1.69; 1.71	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Покрытие – керамическая плитка, 6 мм;</li> <li>– Прослойка и заполнение швов – цементно-песчаный раствор М 300, 15 мм;</li> <li>– Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 29 мм;</li> <li>– Подстилающий слой – бетон В 15, 200 мм, армированный Ø12 А400 (200х200) (2 слоя);</li> <li>– Основание – уплотненный гравийный грунт обратной засыпки.</li> </ul>	481,55

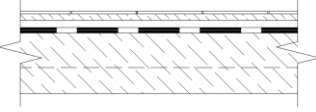
Продолжение таблицы В.1

<p>1.3; 1.4; 1.5; 1.11; 1.12; 1.13; 1.27; 1.29; 1.32; 1.43; 1.44; 1.50; 1.52; 1.70</p>	<p>2</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – цементно-бетонные плиты по прослойке из цементно-песчаного раствора М 300, 21 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 29 мм;</li> <li>- Подстилающий слой – бетон В 15, 200 мм, армированный Ø1 2А400 (200х200) (2 слоя)</li> <li>- Основание – уплотненный гравийный грунт обратной засыпки.</li> </ul>	<p>3883.31</p>
<p>1.6; 1.30; 1.31</p>	<p>3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – цементно-бетонные плиты по прослойке из цементно-песчаного раствора М 300, 21 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 19 мм;</li> <li>- Гидроизоляционный слой – 4 слоя гидроизола на битумной мастике, 10 мм;</li> <li>- Подстилающий слой – бетон В 15 - 200 мм, армированный Ø12 А400 (200х200) (2 слоя);</li> <li>- Основание – уплотненный гравийный грунт обратной засыпки.</li> </ul>	<p>182,24</p>
<p>1.16; 1.17; 1.21; 1.23; 1.24; 1.49; 1.56; 1.57; 1.58; 1.64; 1.65; 1.66;</p>	<p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – керамическая плитка, 6 мм;</li> <li>- Прослойка и заполнение швов – цементно-песчаный раствор М 300, 15 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный</li> </ul>	<p>47,32</p>

Продолжение таблицы В.1

			<p>раствор М 150, 19 мм;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Гидроизоляционный слой – 2 слоя гидроизола на битумной мастике, 10 мм</li> <li>- Подстилающий слой – бетон В 15, 200 мм, армированный Ø12 А400 (200х200) (2 слоя)</li> <li>- Основание – уплотненный гравийный грунт обратной засыпки.</li> </ul>	
<p>2.3; 2.4; 2.7; 2.8; 1.12; 2.13; 2.16; 2.17; 2.18; 2.24; 2.25; 2.26; 2.28; 2.31; 2.32; 2.33; 2.34; 2.35; 2.36; 2.40; 2.47; 2.48; 2.49; 2.50; 2.51; 2.52; 2.55; 3.14 3.2; 3.3</p>	5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – керамическая плитка, 6 мм;</li> <li>- Прослойка и заполнение швов – цементно-песчаный раствор М 300, 15 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 29 мм;</li> <li>- Основание – монолитное перекрытие по профлисту.</li> </ul>	879,23
<p>2.1; 2.2; 2.14; 2.15; 2.30; 2.37; 2.38; 2.39; 2.41; 2.42; 2.43; 2.44;</p>	6		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – ковролин гладкошерстный, 5 мм;</li> <li>- Подложка – пенополиуретан, 8 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 37 мм;</li> <li>- Основание – монолитное</li> </ul>	375,53

Окончание таблицы В.1

2.53; 2.54			перекрытие по профлисту.	
2.9; 2.10; 2.19; 2.20; 2.21; 2.22; 2.23; 2.27; 2.29; 2.45; 2.46	7		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Покрытие – керамическая плитка, 6 мм;</li> <li>- Прослойка и заполнение швов – цементно-песчаный раствор М 300, 15 мм;</li> <li>- Стяжка – цементно-песчаный раствор М 150, 24 мм;</li> <li>- Гидроизоляционный слой – 2 слоя гидроизола на битумной мастике, 5 мм;</li> <li>- Основание – монолитное перекрытие по профлисту.</li> </ul>	50,92

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Локальный сметный расчет

Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия

(наименование стройки)

Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия

(наименование объекта капитального строительства)

#### ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ (СМЕТА) № 02-01-01

на монтаж металлического каркаса здания

(наименование конструктивного решения)

Составлен базисно-индексным методом

Составлен(а) в текущем (базисном) уровне цен 1 кв 2021 г.

Основание: 08.03.01.01 2021 БР

Сметная стоимость 41174,12 тыс. руб.

Средства на оплату труда рабочих 671,65 тыс. руб.

№ п/п	Обоснование	Наименование работ и затрат	Ед. изм	Кол.	Сметная стоимость в базисном уровне цен, руб.			Индексы	Сметная стоимость в текущем уровне цен, руб.
					на единицу	коэффициен-ты	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Раздел 1. Монтаж каркаса</b>									
1	ФЕР 09-03-002-01	Монтаж колонн одноэтажных и многоэтажных зданий и крановых эстакад высотой до 25 м цельного сечения массой до 1,0 т	т	110,10					
		1 ОТ			85,83		9449,88		
		2 ЭМ			257,59		28360,66		
		3 в т.ч. ОТм			28,96		3188,50		
		4 М			40,96		4509,70		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	110,10					
		Итого по расценке			384,38		42320,24		
		ФОТ					12638,38		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			11374,54		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			10742,62		
		<b>Всего по позиции</b>					<b>64437,40</b>		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	ФССЦ-07.2.07.12-0020	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т	т	5,35	7712,00		41259,20		
3	ФССЦ-07.2.07.12-0021	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1,0 т	т	104,75	7008,50		734140,38		
4	ФЕР 09-03-002-12	Монтаж балок, ригелей перекрытия, покрытия и под установку оборудования многоэтажных зданий при высоте здания до 25 м	т	83,96					
		1 ОТ			159,28		13373,15		
		2 ЭМ			467,67		39265,57		
		3 в т.ч. ОТм			42,84		3596,85		
		4 М			106,34		8928,31		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	83,96					
		Итого по расценке			733,29		61567,03		
		ФОТ					16970,00		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			15273,00		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			14424,50		
		<b>Всего по позиции</b>					91264,52		
5	ФССЦ-07.2.07.12-0020	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,1 до 0,5 т	т	30,05	7712,00		231745,60		
6	ФССЦ-07.2.07.12-0021	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1,0 т	т	44,57	7008,50		312368,85		
7	ФССЦ-07.2.07.12-0022	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием горячекатаных профилей, средняя масса сборочной единицы от 1 до 3 т	т	9,34	6965,00		65053,10		
8	ФЕР 09-03-012-01	Монтаж стропильных и подстропильных ферм, опорных стоек до 24 м массой до 3,0 т	т	53,99					
		1 ОТ			206,31		11138,68		
		2 ЭМ			548,89		29634,57		
		3 в т.ч. ОТм			63,88		3448,88		
		4 М			93,03		5022,69		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	53,99					
		Итого по расценке			848,23		45795,94		
		ФОТ					14587,56		



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			13128,80		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			12399,42		
		<b>Всего по позиции</b>					71324,16		
9	ФССЦ-07.2.07.12-0006	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей, средняя масса сборочной единицы от 0,5 до 1 т	т	53,99	7712,00		416370,88		
10	ФЕР 09-03-014-01	Монтаж связей и распорок из одиночных и парных уголков, гнутосварных профилей для пролетов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	40,05					
		1 ОТ			345,67		13844,08		
		2 ЭМ			473,47		18962,47		
		3 в т.ч. ОТм			53,96		2161,10		
		4 М			232,33		9304,82		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	40,05					
		Итого по расценке			1051,47		42111,37		
		ФОТ					16005,18		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			14404,66		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			13604,40		
		<b>Всего по позиции</b>					70120,44		
11	ФССЦ-07.2.07.12-0017	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей, средняя масса сборочной единицы до 0,1 т	т	34,67	8300,00		287761,00		
12	ФССЦ-07.2.07.12-0018	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей, средняя масса сборочной единицы свыше 0,1 т до 0,5 т	т	5,38	8128,00		43728,64		
14	ФЕР 09-03-015-01	Монтаж прогонов при шаге ферм до 12 м при высоте здания до 25 м	т	65,33					
		1 ОТ			123,23		8050,62		
		2 ЭМ			280,93		18353,16		
		3 в т.ч. ОТм			24,65		1610,38		
		4 М			85,49		5585,06		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	65,33					
		Итого по расценке			489,65		31988,83		
		ФОТ					9661,00		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			8694,90		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			8211,85		
		<b>Всего по позиции</b>					48895,59		
15	ФССЦ-07.2.07.13-0046	Прогоны, пролет 6 м, из горячекатаных швеллеров и двутавров	т	65,33	13234,17		864588,33		
16	ФЕР 09-03-013-01	Монтаж вертикальных связей в виде ферм для пролетов до 24 м при высоте здания до 25 м	т	3,40					
		1 ОТ			306,51		1042,13		
		2 ЭМ			308,19		1047,85		
		3 в т.ч. ОТм			35,47		120,60		
		4 М			164,42		559,03		
	07.2.07.12	Элементы конструктивные зданий и сооружений	т	3,40					
		Итого по расценке			779,12		2649,01		
		ФОТ					1162,73		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1046,46		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			988,32		
		<b>Всего по позиции</b>					4683,79		
17	ФССЦ-07.2.07.12-0018	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей, средняя масса сборочной единицы свыше 0,1 т до 0,5 т	т	2,98	8128,00		24221,44		
18	ФССЦ-07.2.07.12-0017	Элементы конструктивные зданий и сооружений с преобладанием гнутых профилей, средняя масса сборочной единицы до 0,1 т	т	0,42	8300,00		3486,00		
19	ФЕР 09-04-006-01	Монтаж фахверка	т	22,84					
		1 ОТ			254,52		5813,24		
		2 ЭМ			536,02		12242,70		
		3 в т.ч. ОТм			41,45		946,72		
		4 М			225,64		5153,62		
	07.2.03.06	Конструкции стальные	т	22,84					
	01.7.15.03-0042	Болты с гайками и шайбами	кг	152,20					
		Итого по расценке			1016,18		23209,55		
		ФОТ					6759,95		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			6083,96		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			5745,96		
		<b>Всего по позиции</b>					35039,47		
20	ФССЦ-07.2.03.06-0121	Стойки фахверка	т	22,84	6435,00		146975,40		
21	ФССЦ-07.2.07.12-0017	Болты с гайками и шайбами строительные	кг	152,20	9,04		1375,89		
22	ФЕР 09-05-003-02	Постановка болтов высокопрочных	100 шт	9,68					
		1 ОТ			154,88		1499,24		
		2 ЭМ			10,22		98,93		
		3 в т.ч. ОТм			0,53		5,13		
		4 М			203,46		1969,49		
	01.7.15.02-0055	Болты высокопрочные	т	0,74					
		Итого по расценке			368,56		3567,66		
		ФОТ					1504,37		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			1353,93		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			1278,71		
		<b>Всего по позиции</b>					6200,31		
23	ФССЦ-01.7.15.02-0055	Болты высокопрочные	т	0,74	27595,00		20420,30		
24	ФЕР 09-05-002-01 (применительно)	Электродуговая сварка при монтаже одноэтажных производственных зданий каркасов в целом	10 т	31,67					
		1 ОТ			366,15		11595,97		
		2 ЭМ			354,61		11230,50		
		3 в т.ч. ОТм			0,23		7,28		
		4 М			451,50		14299,01		
		Итого по расценке			1172,26		37125,47		
		ФОТ					11603,25		
	МДС 81-33.2004	Накладные расходы. Строительные металлические конструкции	%	90			10442,93		
	Письмо №АП-5536-06 к МДС 81-25.2001	Сметная прибыль. Строительные металлические конструкции	%	85			9862,77		
		<b>Всего по позиции</b>					57431,17		
Итого прямые затраты по разделу 1 «Монтаж каркаса» (в базисном уровне цен)							3483830,10		
в том числе:									
оплата труда							75806,99		
эксплуатация машин и механизмов							159196,40		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	материалы						3248826,71		
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						90892,42		
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						81803,18		
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						77258,56		
	Итого по разделу 1 «Монтаж каркаса» (в базисном уровне цен)						3642891,84		
	<b>Итого по разделу 1 «Монтаж каркаса»</b> (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень)								
	И <sub>СМР</sub> = 8,86 (Письмо Минстроя от 26.02.2021 № 7484-ИФ/09, прочие объекты)						3642891,84	8,86	32276021,73
	Республика Хакасия								
	<b>Итого по смете</b>								
	Итого прямые затраты по смете (в базисном уровне цен)						3483830,10		
	в том числе:								
	оплата труда						75806,99		
	эксплуатация машин и механизмов						159196,40		
	материалы						3248826,71		
	Итого ФОТ (в базисном уровне цен)						90892,42		
	Итого накладные расходы (в базисном уровне цен)						81803,18		
	Итого сметная прибыль (в базисном уровне цен)						77258,56		
	Итого по смете (в базисном уровне цен)						3642891,84		
	<b>Итого по смете</b> (в базисном уровне цен с пересчетом в текущий уровень)								
	И <sub>СМР</sub> = 8,62 (Письмо Минстроя от 12.11.2020 №45484-ИФ/09, прочие объекты)						3642891,84	8,86	32276021,73
	Республика Хакасия								
	Временные здания и сооружения (Приказ от 19.06.2020 №332/пр, прил. 1, п. 50), 1,8%						65572,05		580968,39
	Итого с временными зданиями и сооружениями						3708463,90		32856990,12
	Производство работ в зимнее время (ГСН-81-05-02-2007, табл. 5, п. 9.1), 2,38%						88261,44		781996,36
	Итого с зимним удорожанием						3796725,34		33638986,49
	Непредвиденные затраты (Приказ от 4.08.2020 №421/пр, п. 179), 2%						75934,51		672779,73
	Итого с непредвиденными затратами						3872659,84		34311766,22
	НДС (НК РФ), 20%						774531,97		6862353,24
	<b>ВСЕГО по смете</b>						<b>4647191,81</b>		<b>41174119,46</b>

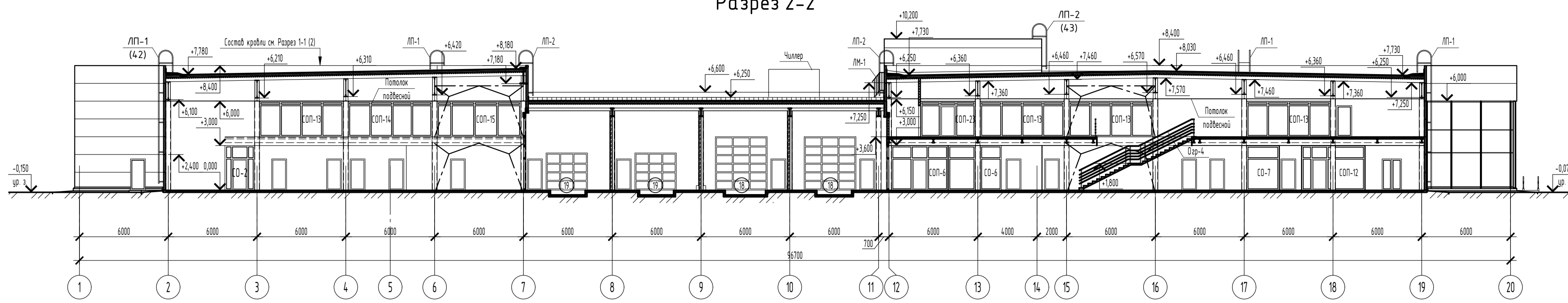
Составил: Н.И. Татаринцев

(должность, подпись (инициалы, фамилия))

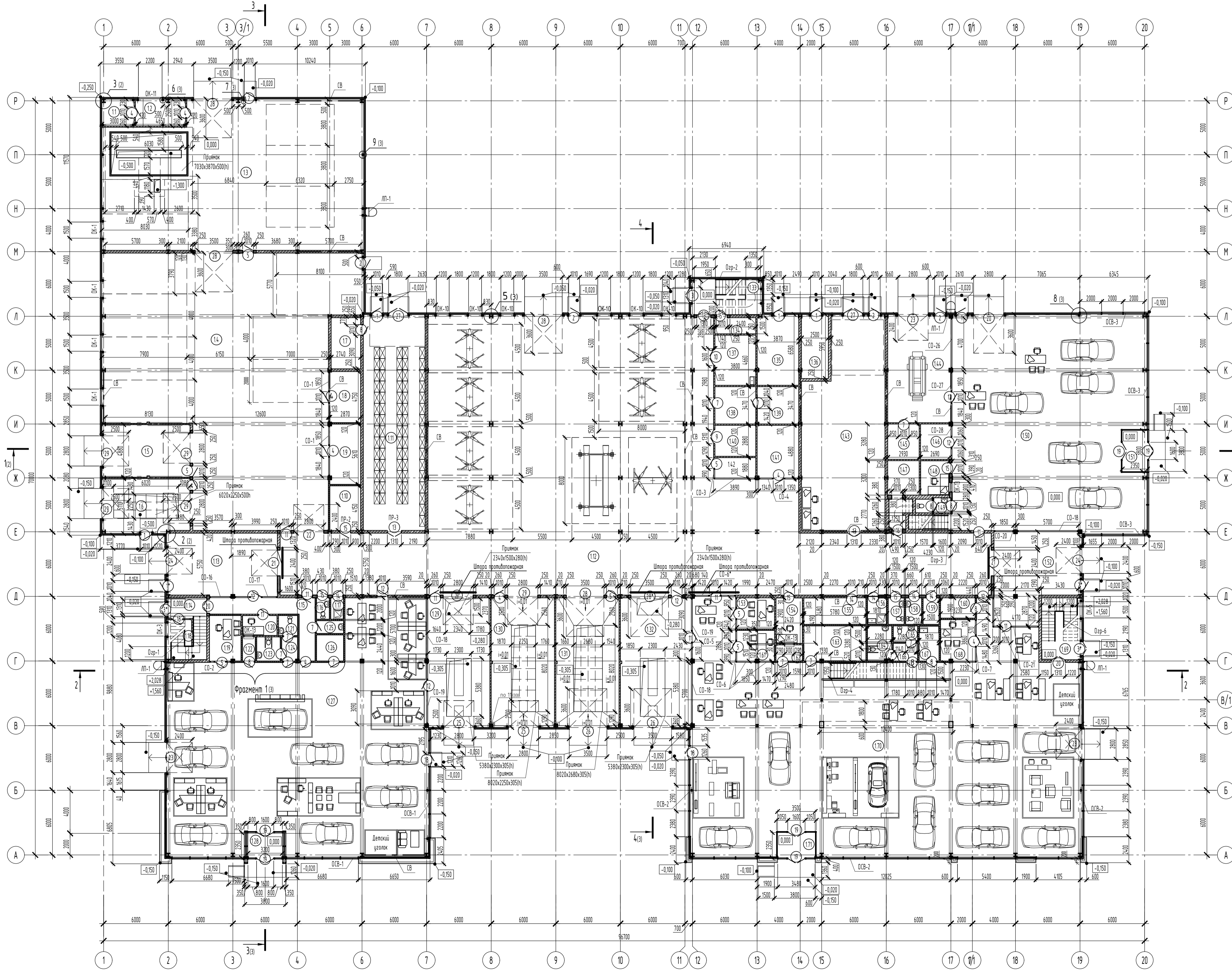
Проверил: В.В. Пухова

(должность, подпись (инициалы, фамилия))

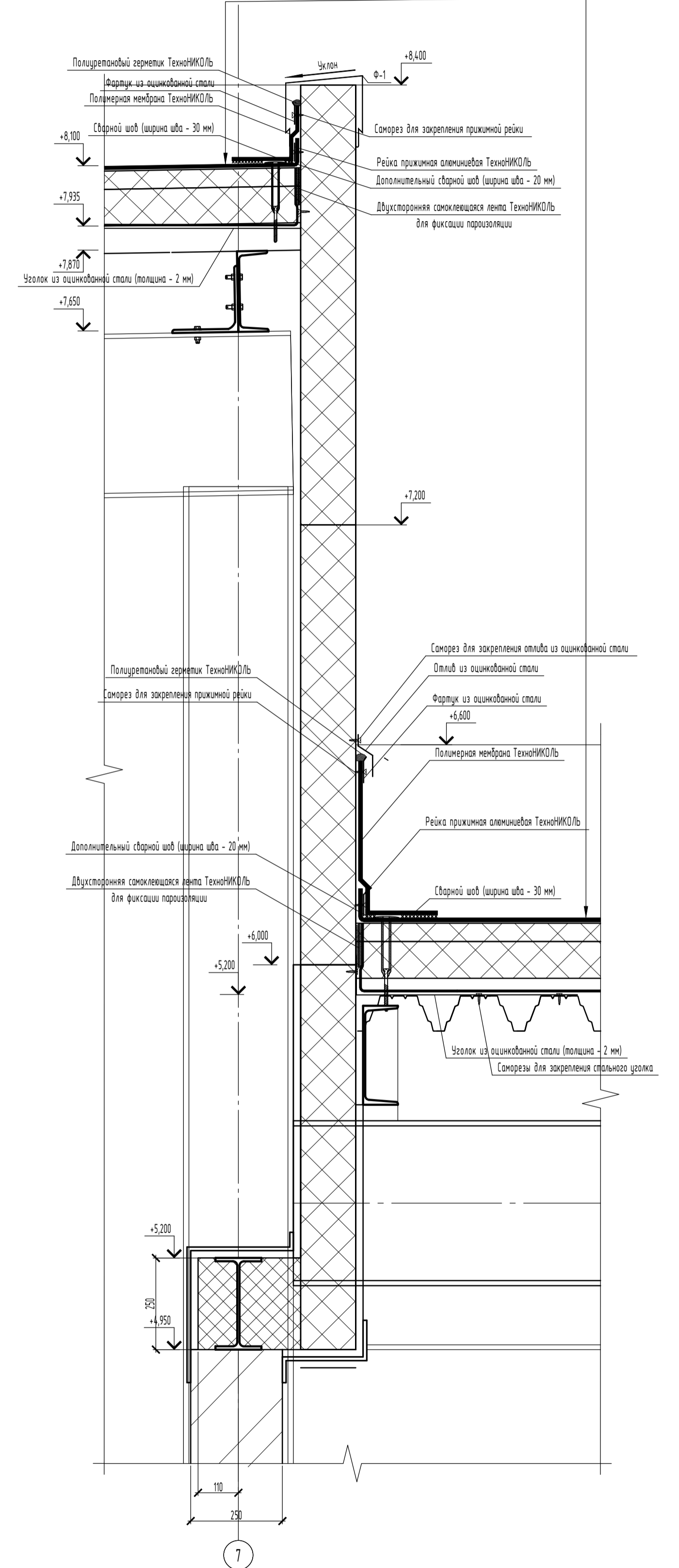
Разрез 2-2



План 1 этажа



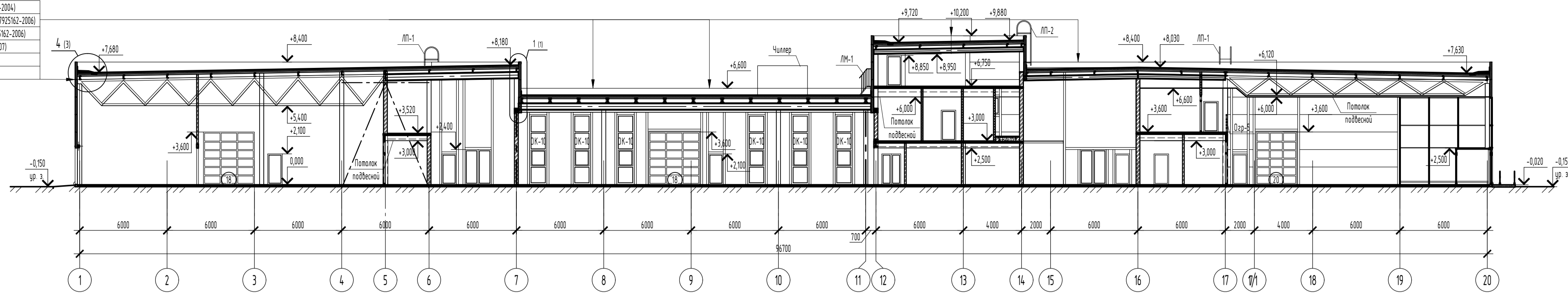
Полимерная мембрана LOGICROOF V-AP (ТУ 5774-001-56818267-2005)  
 Разделительный слой - стеклоткань 100 г/м<sup>2</sup> (ТУ 5952-001-13344965-2004)  
 Экструзионный пенополистирол XPS CARBON 35-300 - 50 мм (ТУ 2244-04-1-192562-2006)  
 Минераловатный утеплитель ТЕХНИКОЛ Н30 - 100 мм (ТУ 5762-043-192562-2006)  
 Пленка пароизоляции ТЕХНИКОЛ (ТУ 5774-001-94384219-2007)  
 Сетка двухсторонняя для пароизоляции ТЕХНИКОЛ  
 Профилированный настил ГОСТ 24445-2016, марка - Н75-750-0-8



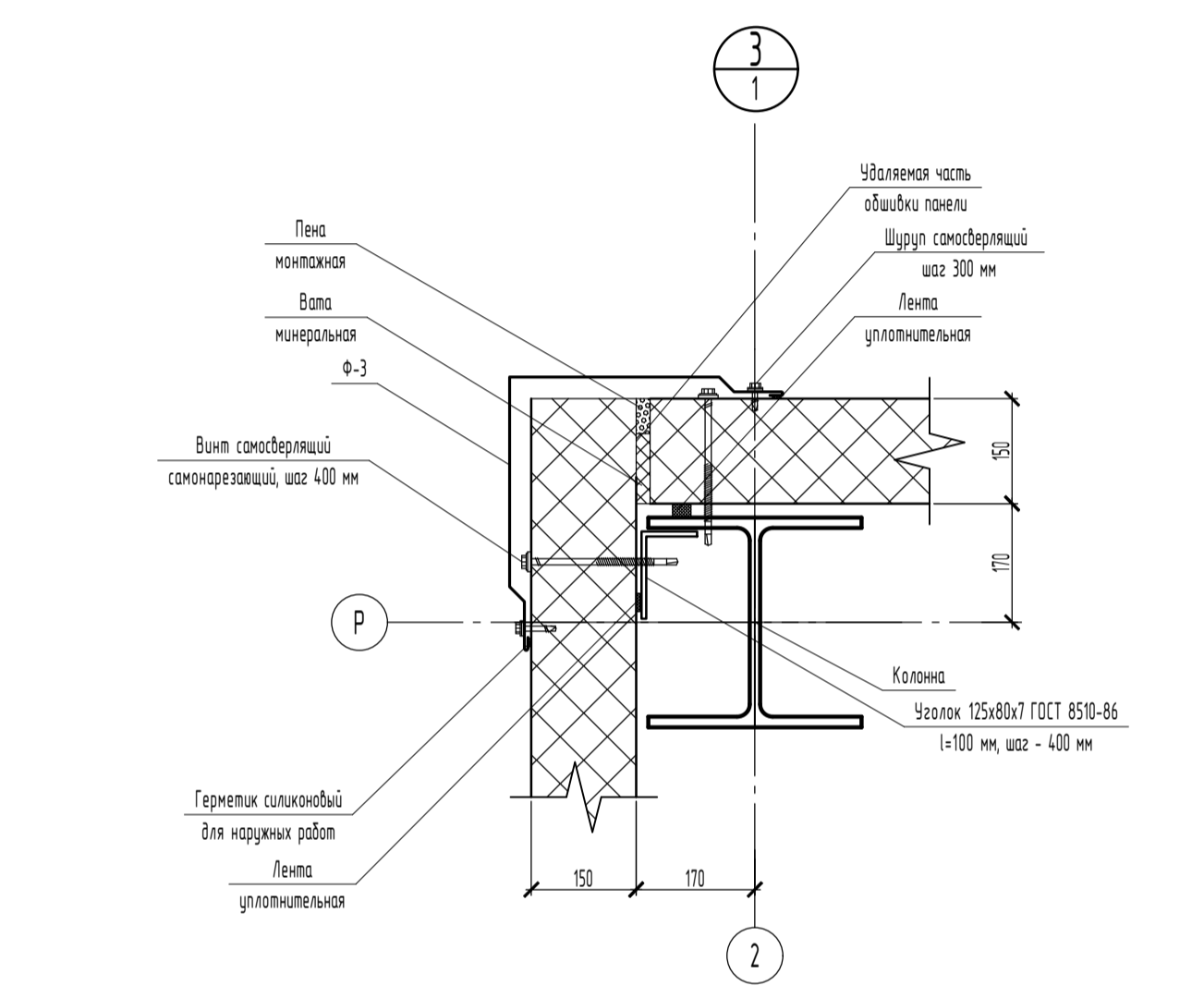
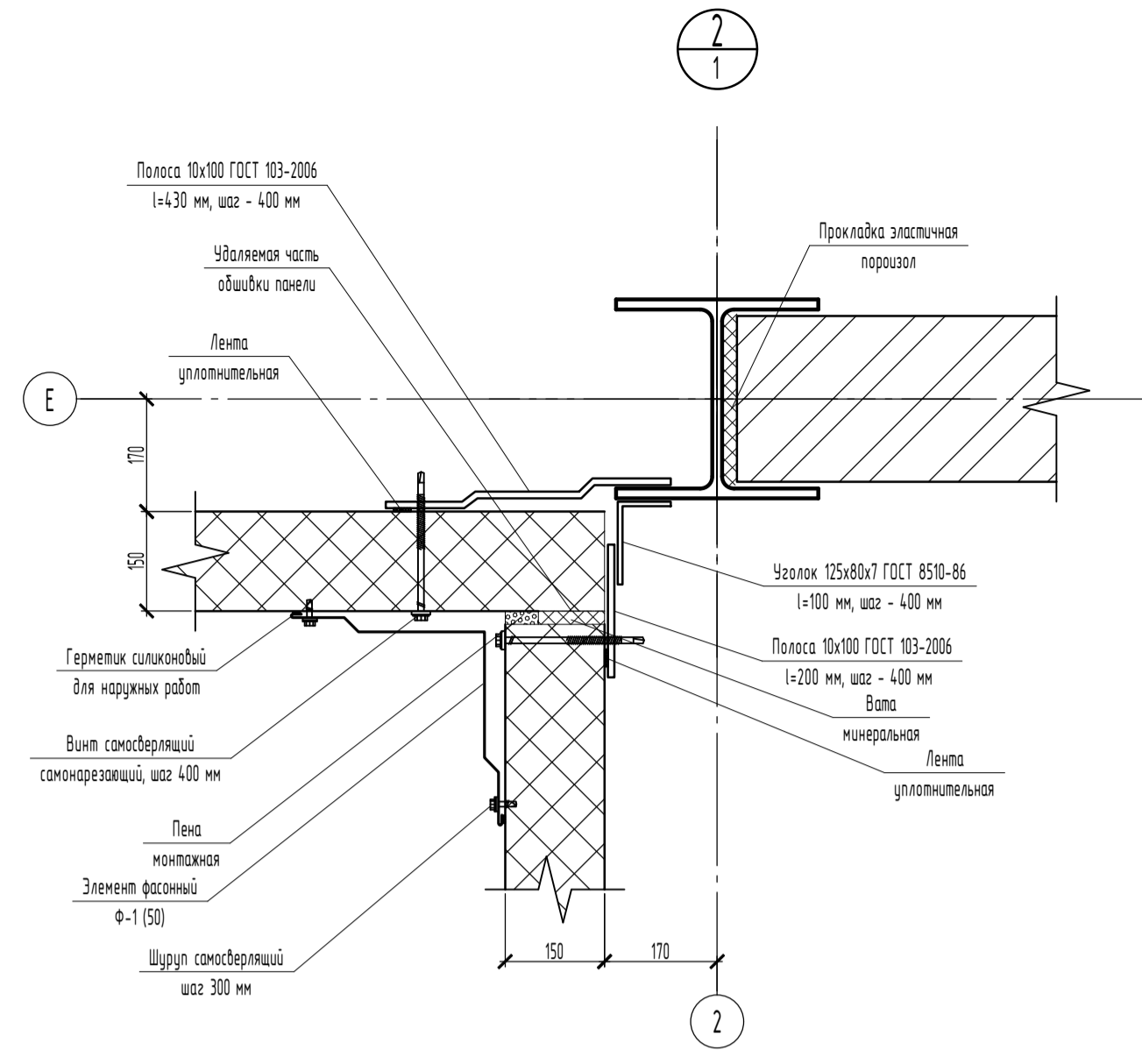
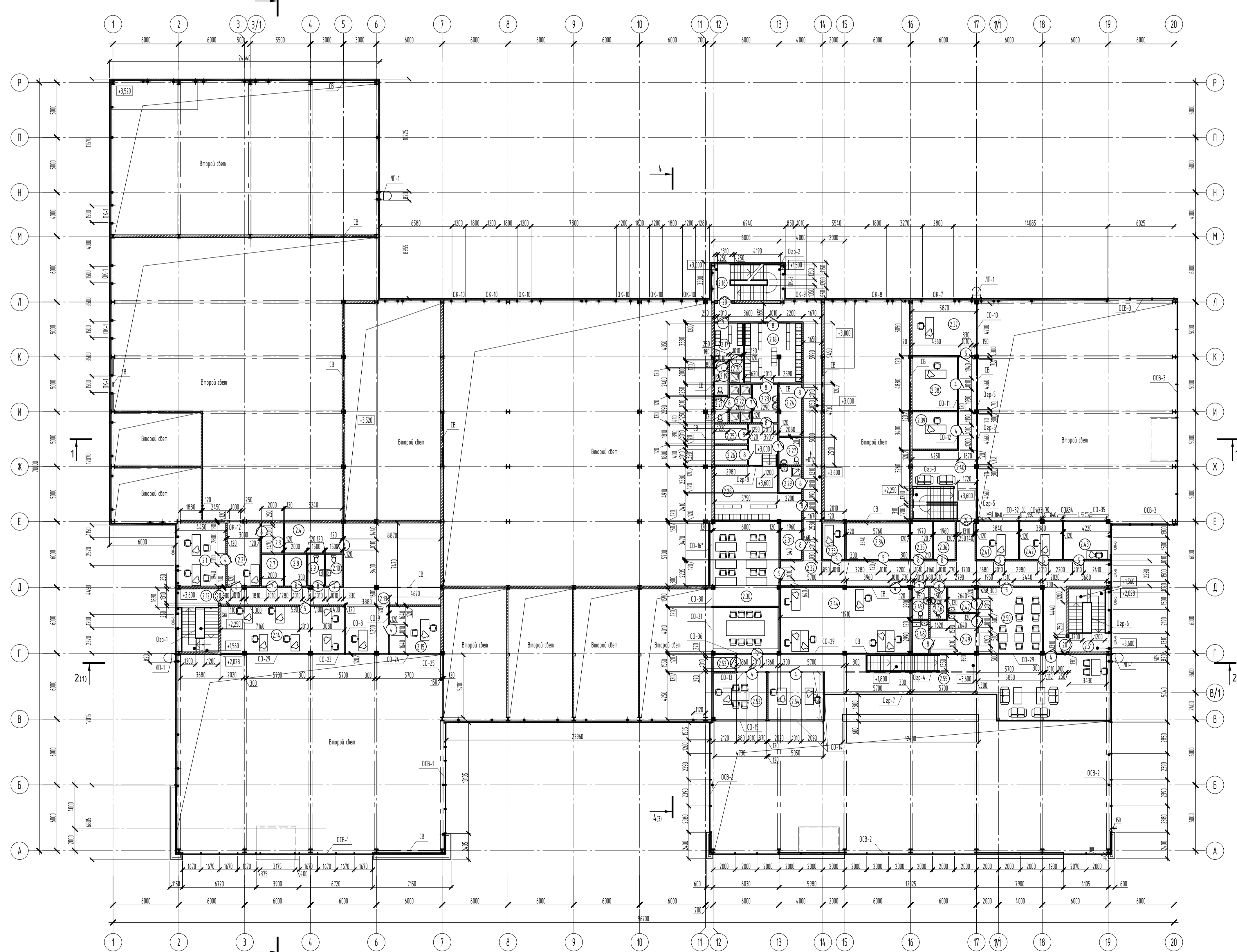
БР-08.03.01.01-2021 АР			
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.
Разработал	Голубицкий И.И.	Подл.	Дата
Консультант	Казакова Е.В.	Стадия	Лист
Руководитель	Пельхуба И.Я.	Р	1
Норм. контр.	Пельхуба И.Я.	Листов	
Заб. кафедрой	Леоридов С.В.	СКУС	

Разрез 1-1

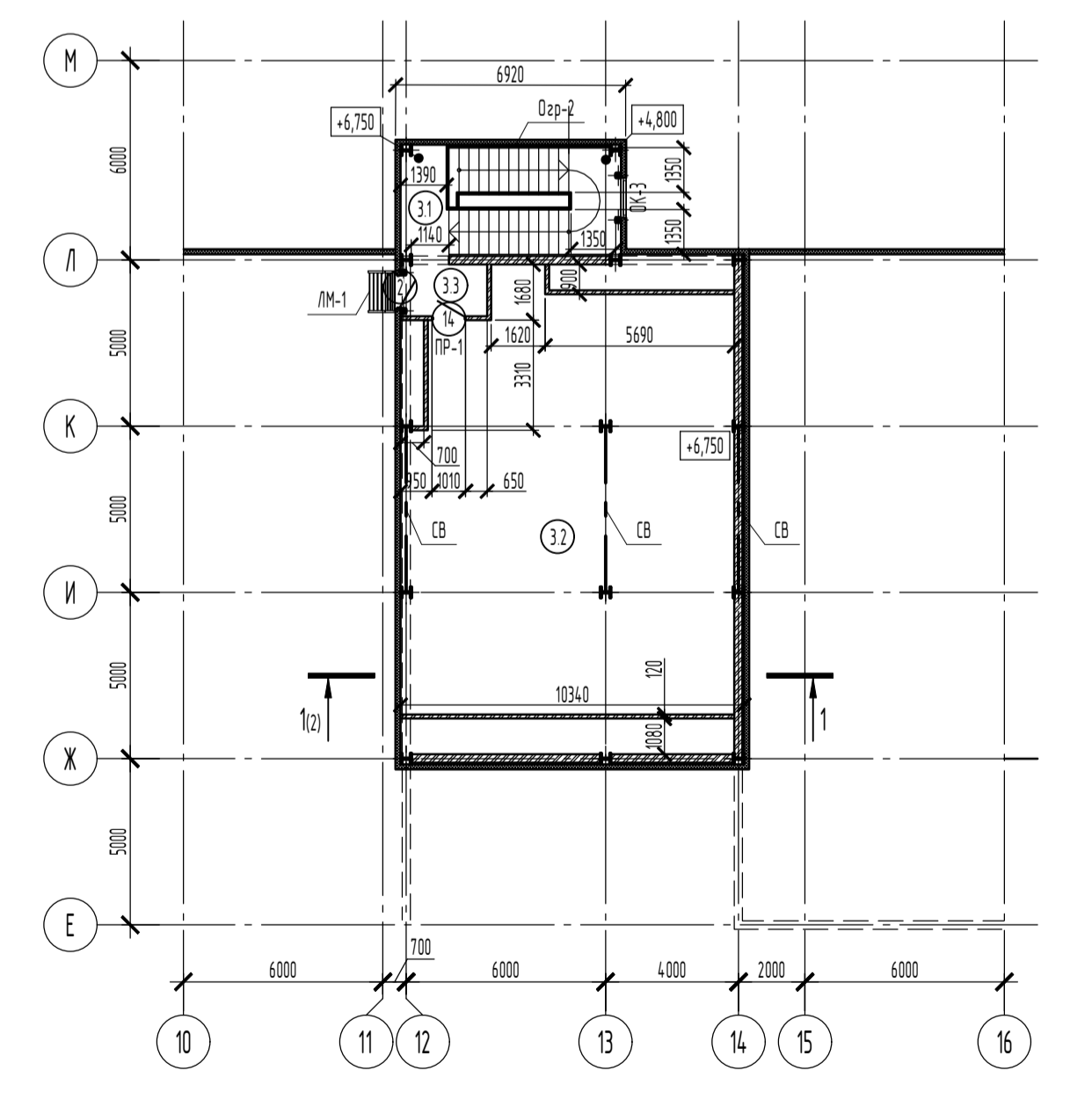
Полимерная мембрана LOGICROOF V-RP (ТУ 5774-001-56818267-2005)  
 Разделительный слой - стеклоткань 100 г/м<sup>2</sup> (ТУ 5953-001-1934495-2004)  
 Экструзионный пенополистирол XPS (АВВОН 35-300 - 50 мм (ТУ 2244-047-17925462-2006)  
 Минераловатный утеплитель ТЕХНОРУФ А80 - 100 мм (ТУ 5762-043-17925462-2006)  
 Пленка пароизоляции ТЕХНИКОЛЬ (ТУ 5774-001-9438429-2007)  
 Скотл водостойкий для пароизоляции ТЕХНИКОЛЬ  
 Профилированный настил ГОСТ 24045-2016, марка - Н75-750-0,6



План 2 этажа



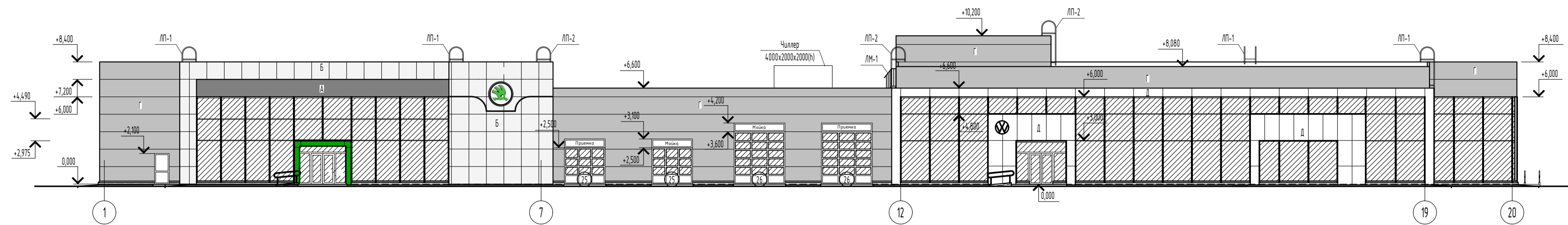
План технического этажа



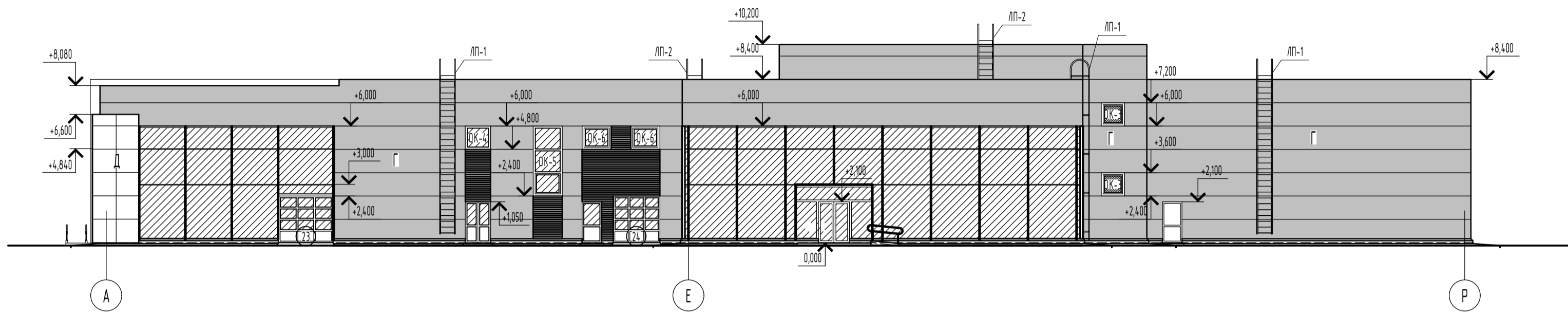
БР-08.03.01.01-2021 АР			
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.
Разработал	Голубев И.И.	Подп.	Дата
Консультант	Казакова Е.В.		
Руководитель	Петухова И.Я.		
Норм. контр.	Петухова И.Я.		
Зав. кафедрой	Леоридов С.В.		
Автотехцентр в г. Абакане. Хакасия		Стадия	Лист
План 2 этажа; план технического этажа; разрез 1-1; узлы 2-3		Р	2
		СКЦУС	

Создано  
 Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № подл.

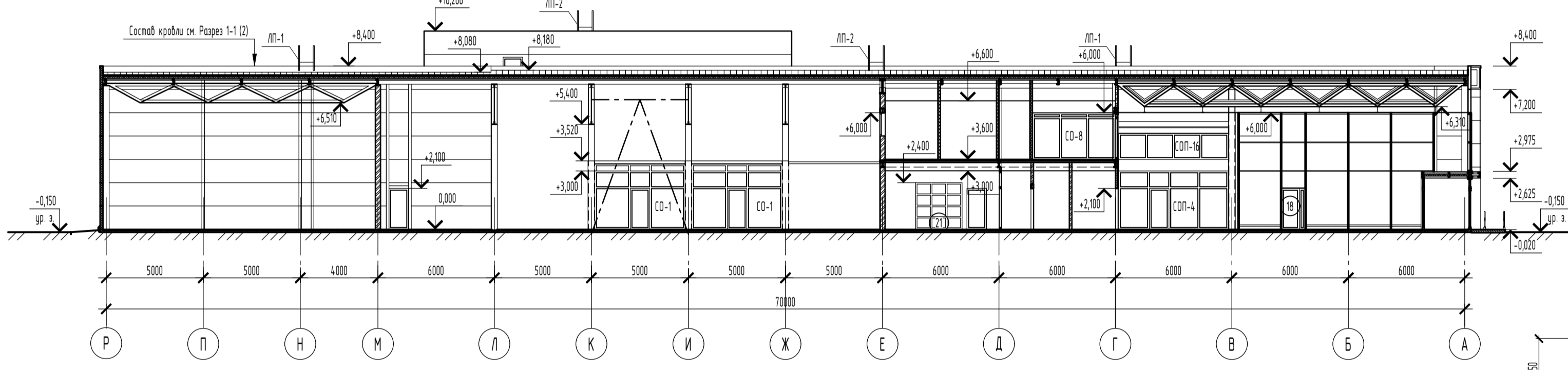
Фасад 1-20



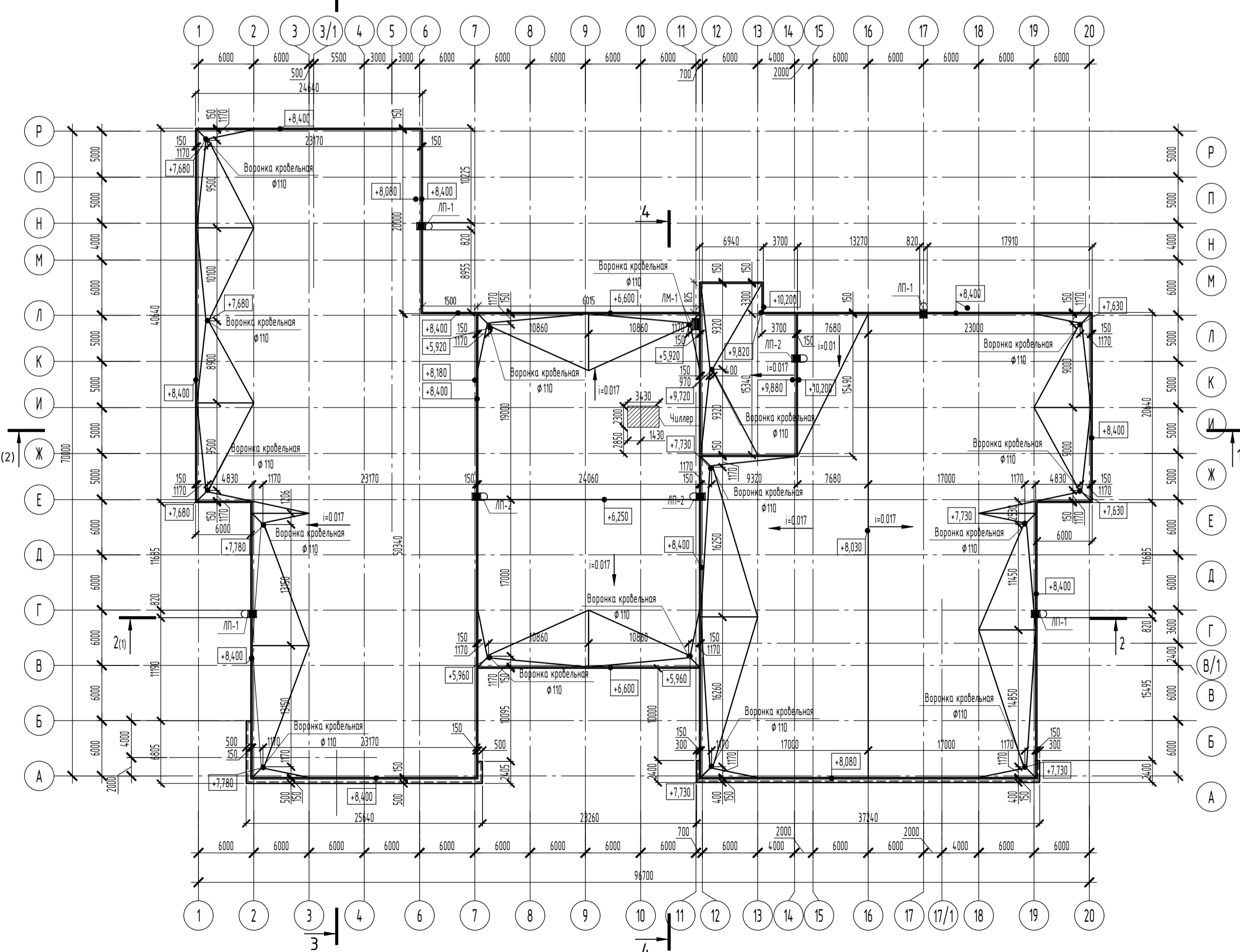
Фасад А-Р



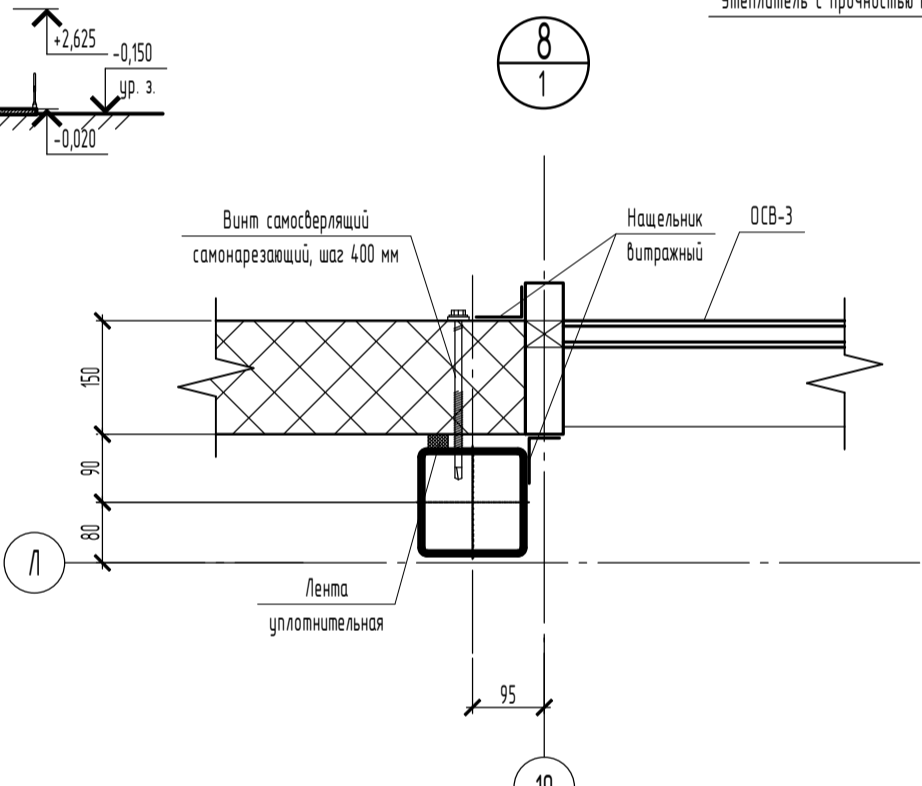
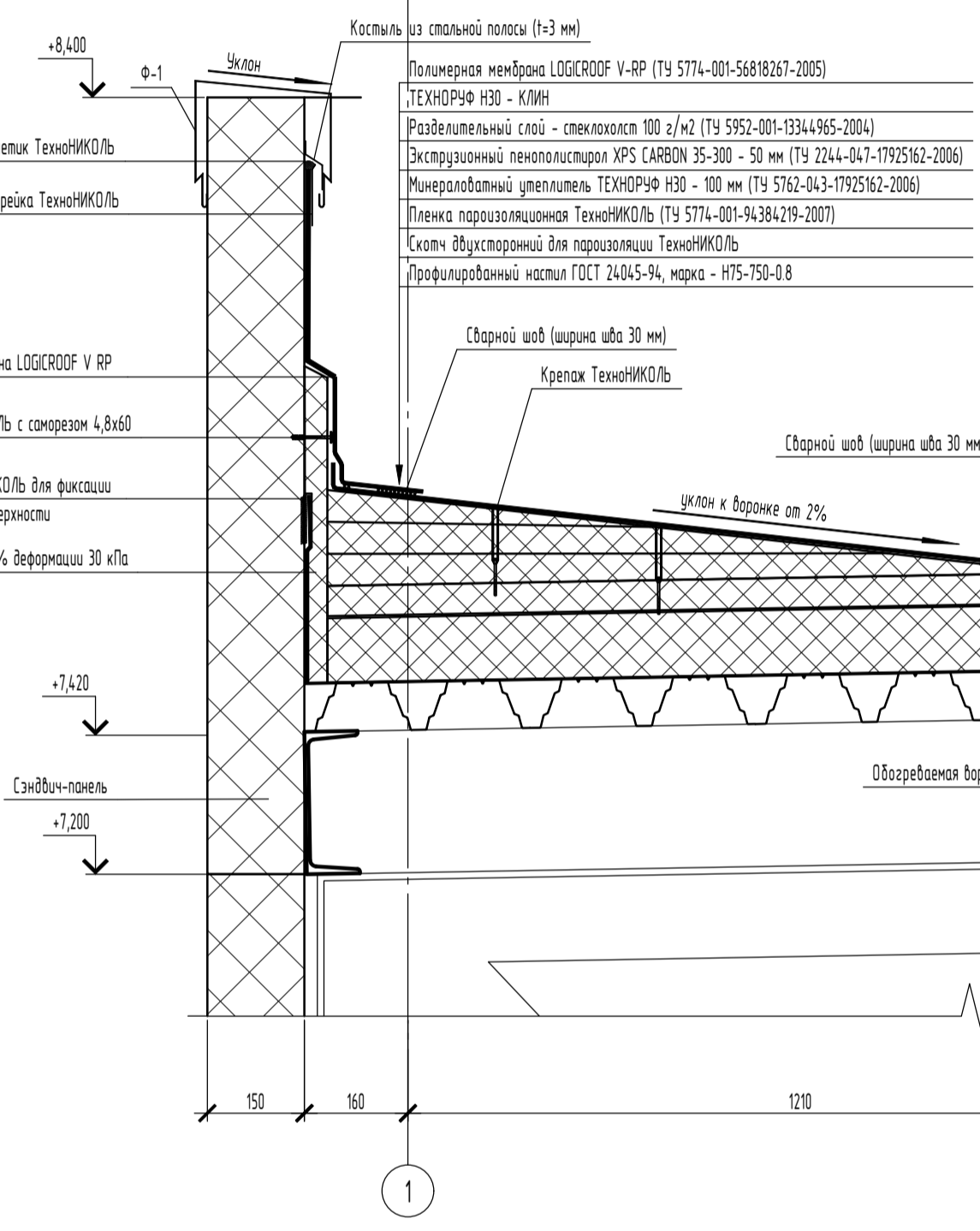
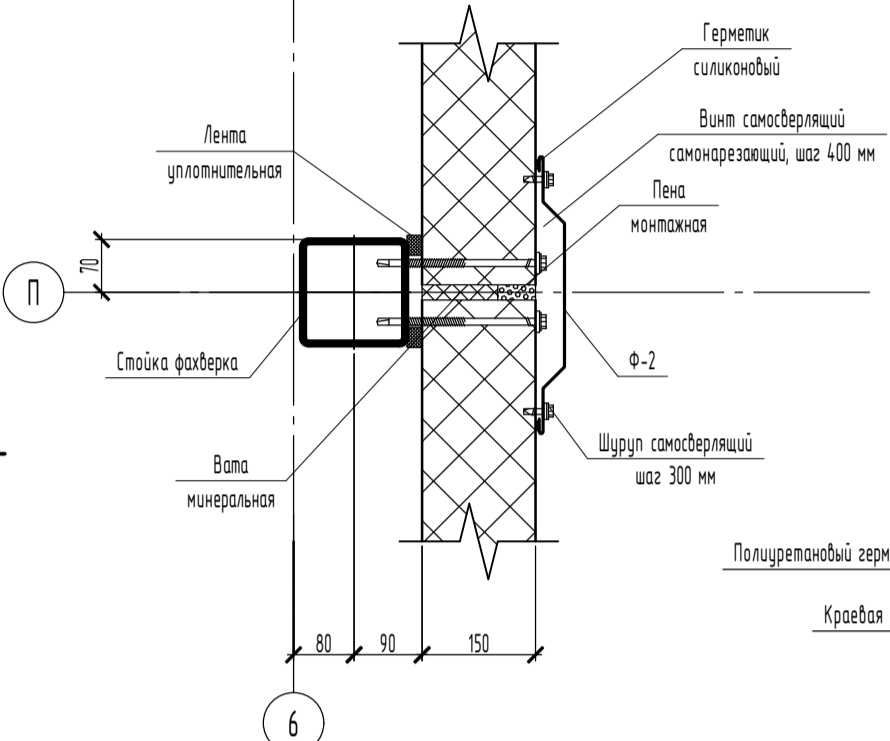
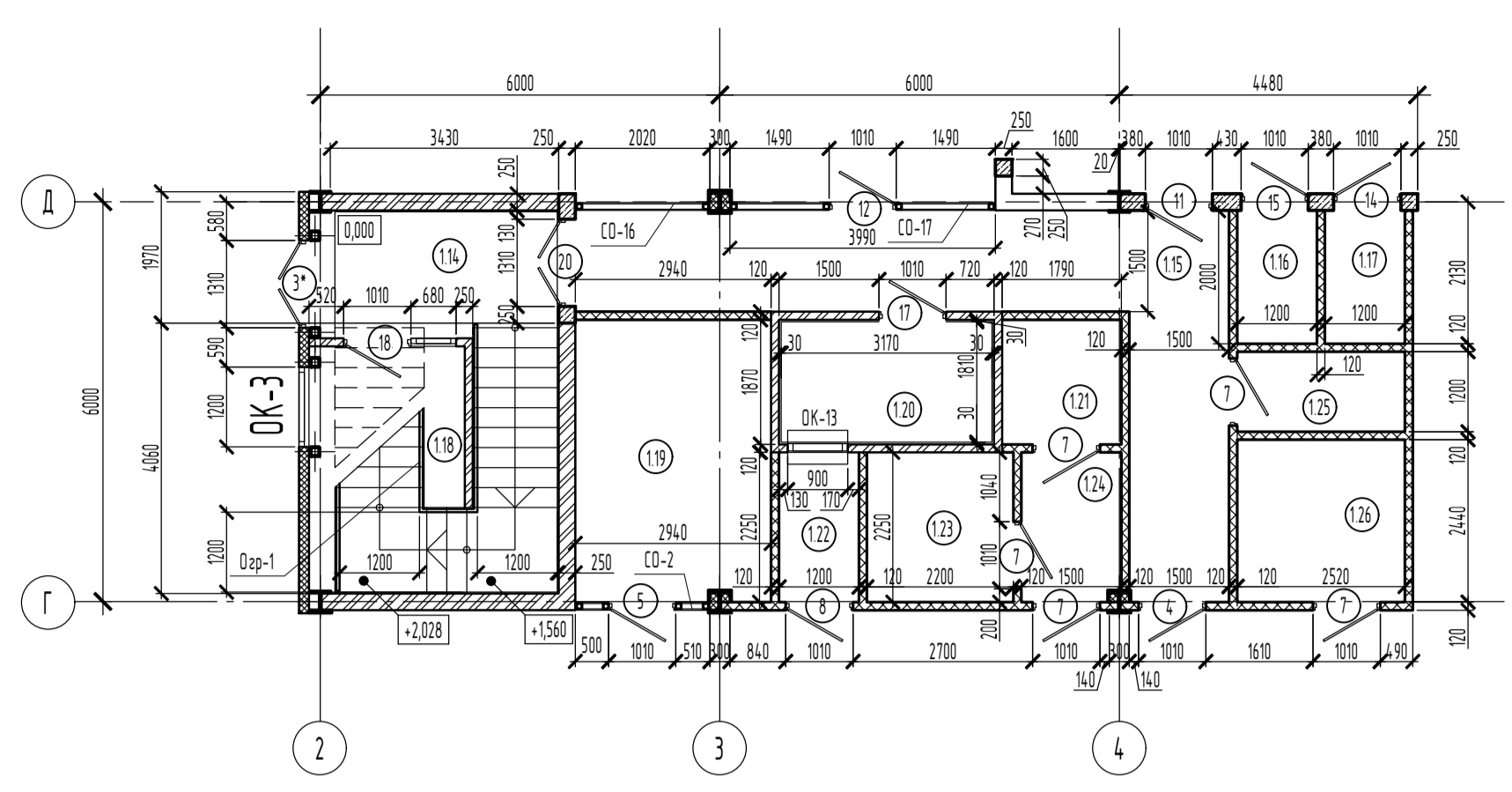
Разрез 3-3



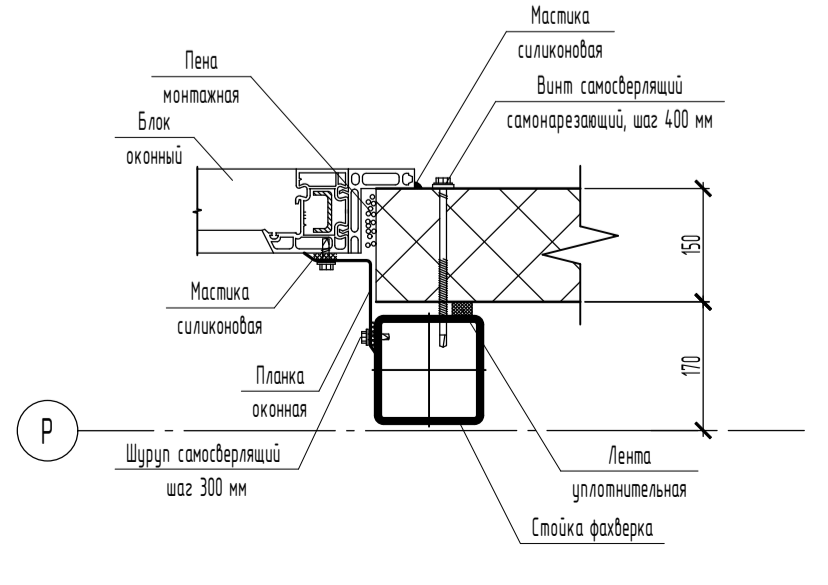
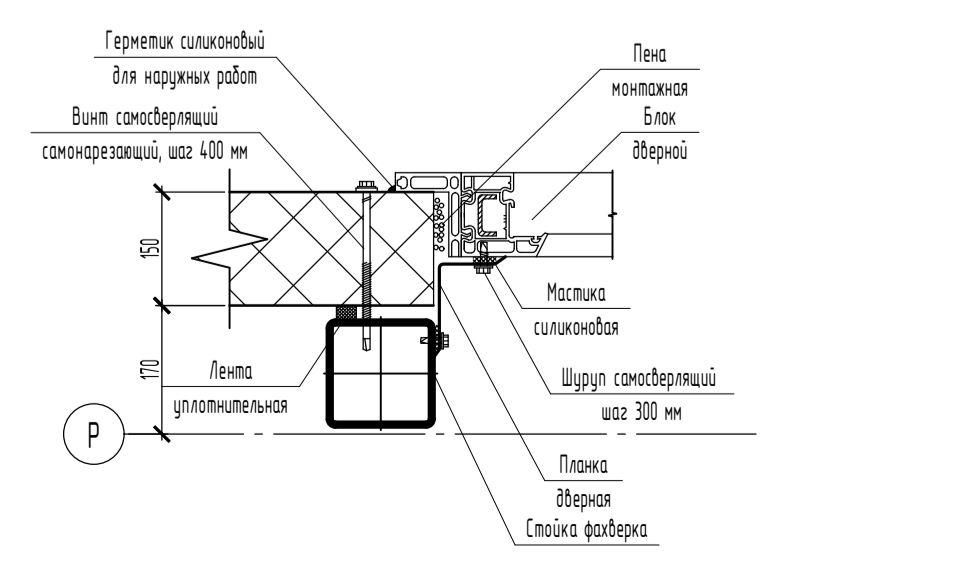
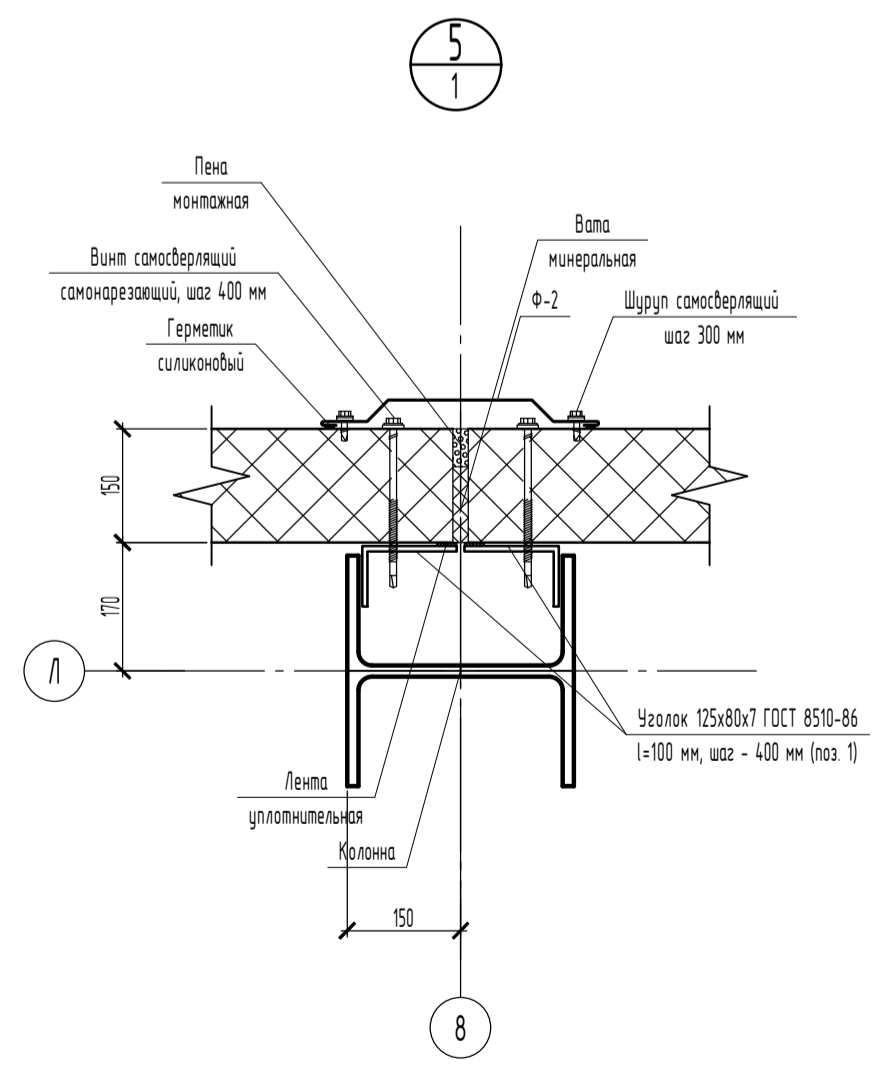
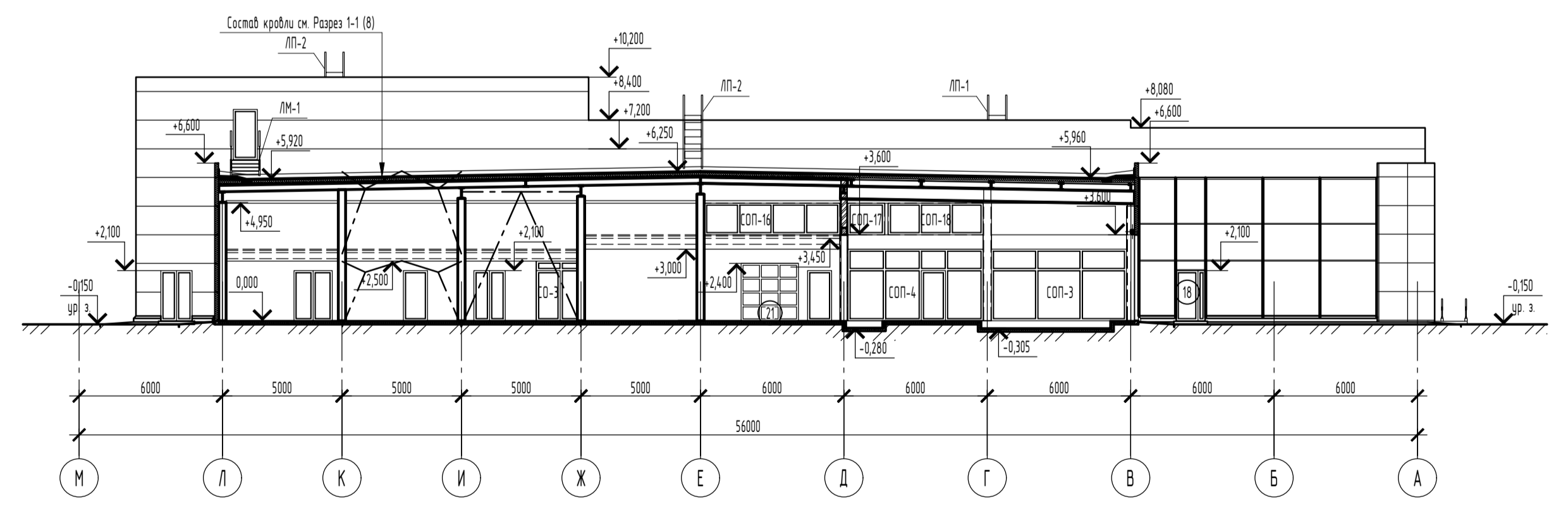
План кровли



Фрагмент 1

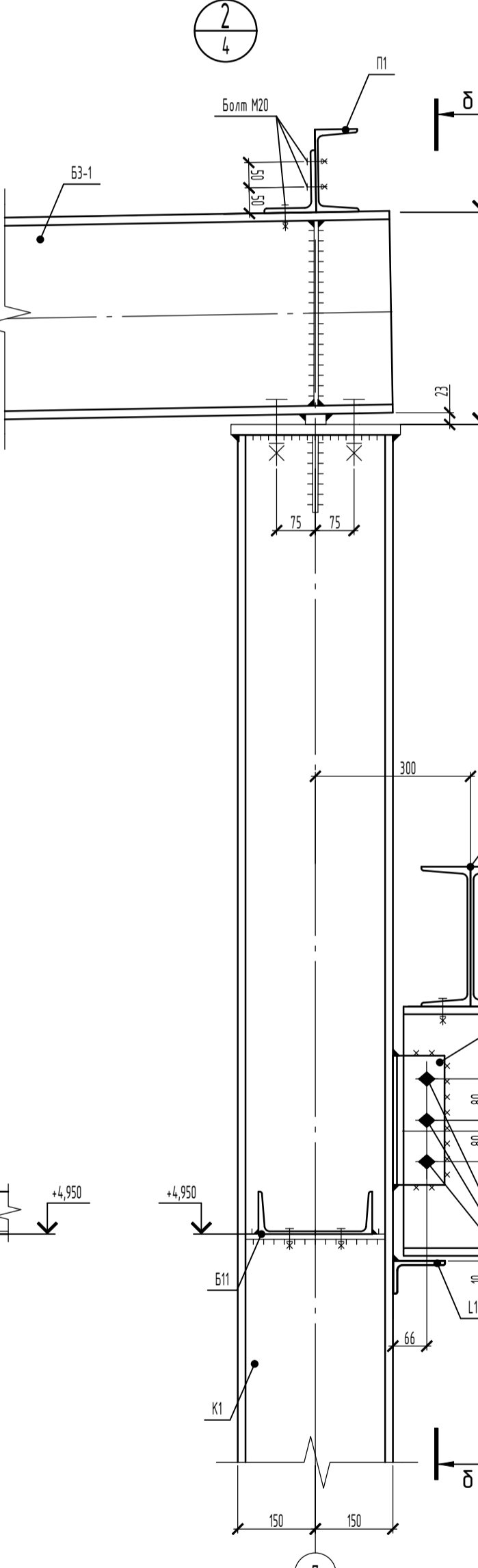
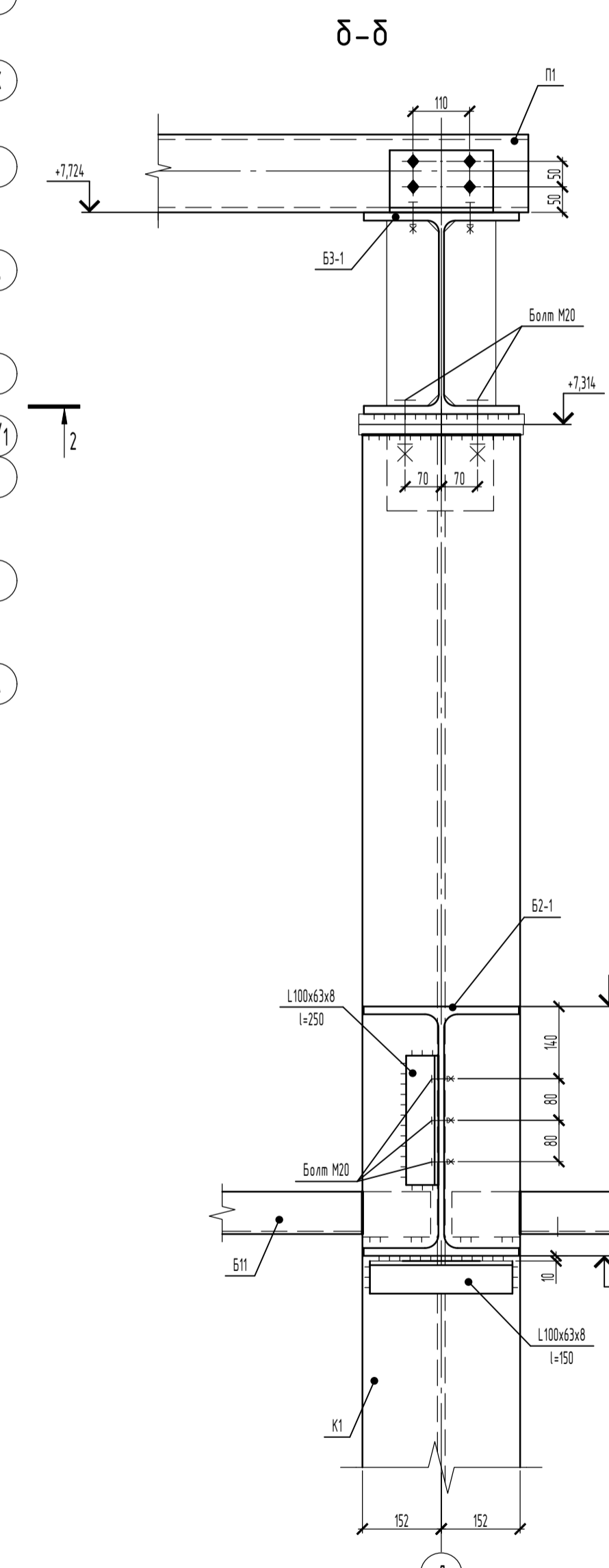
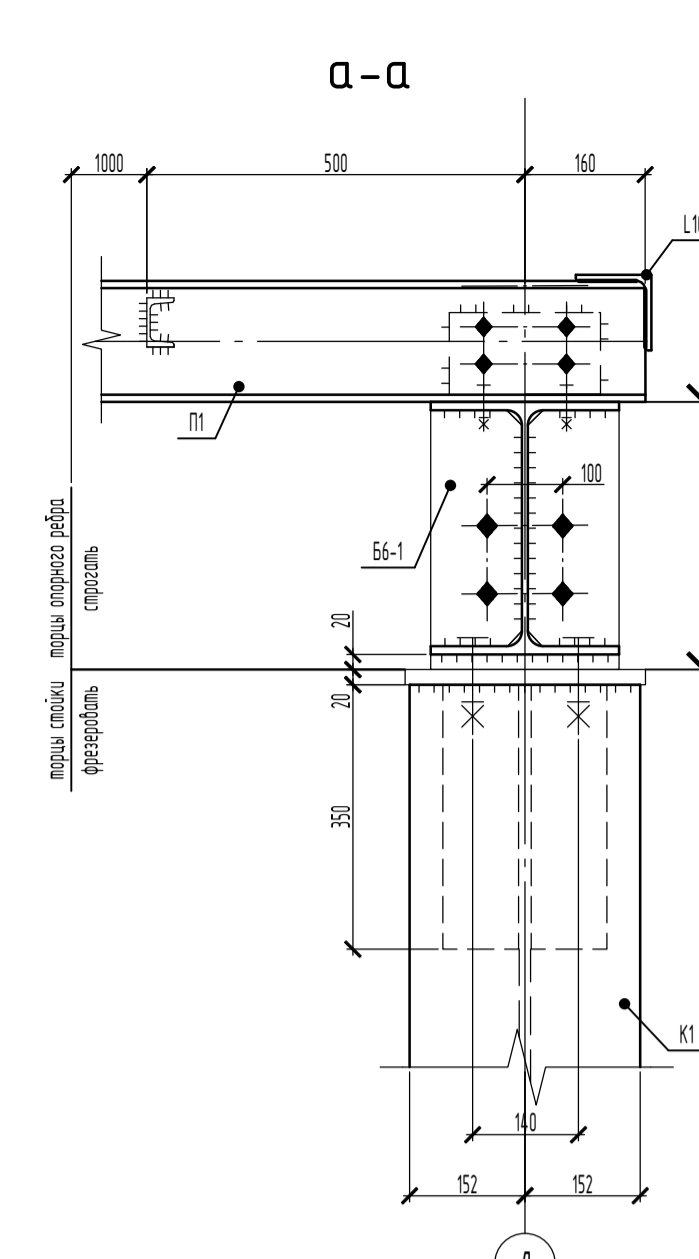
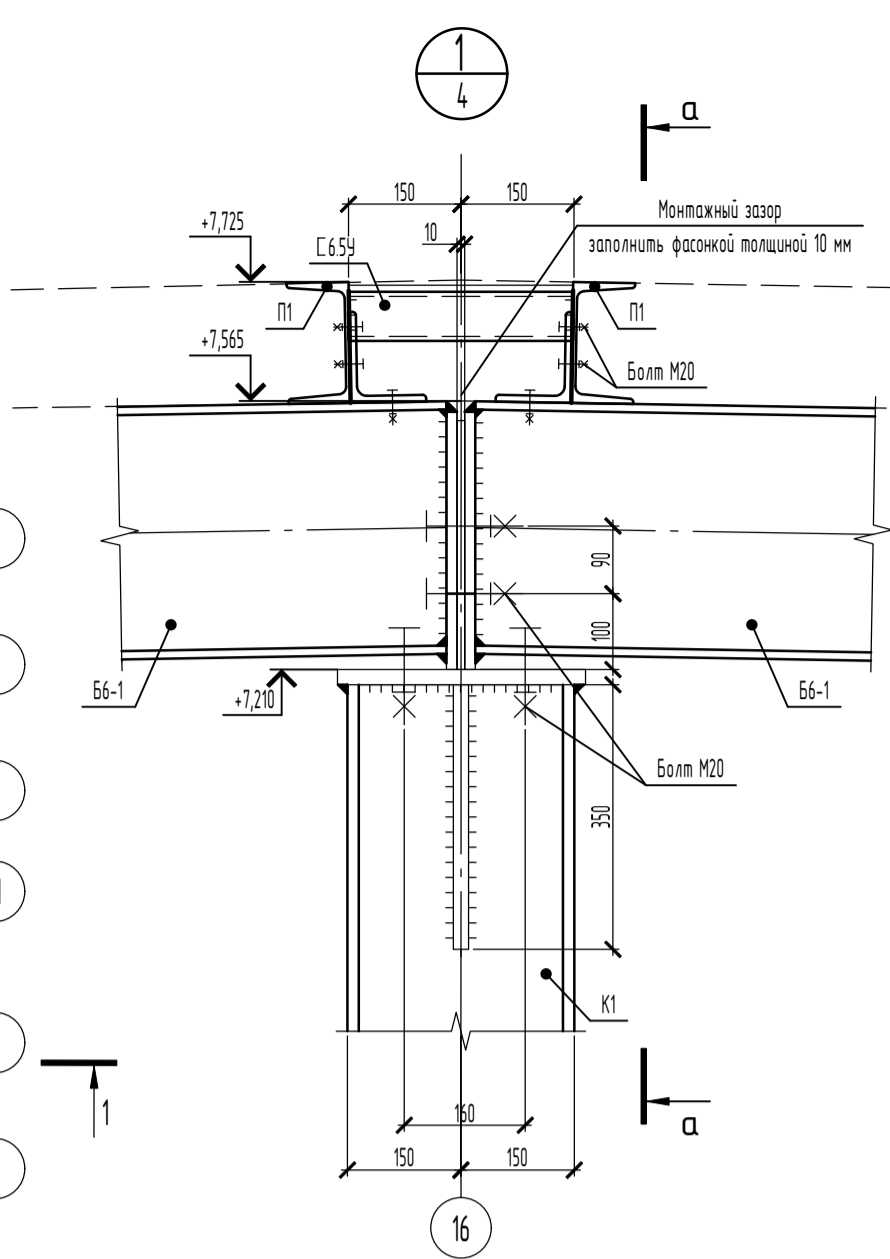
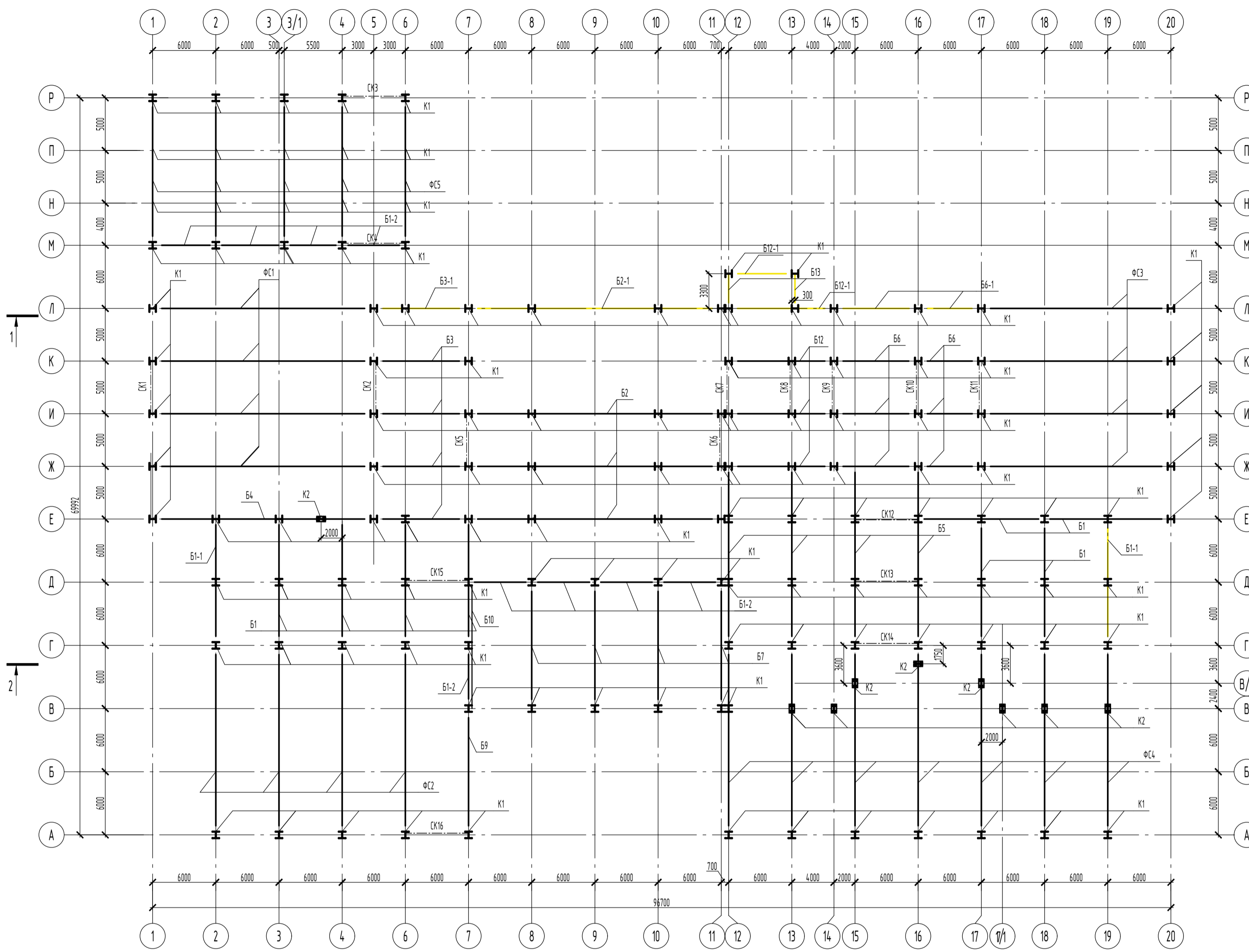


Разрез 4-4



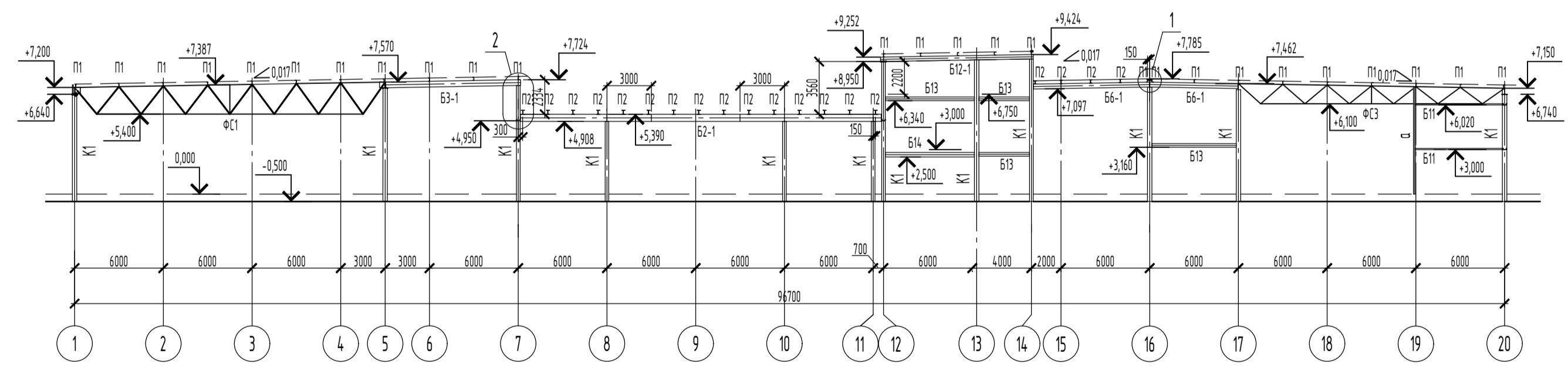
БР-08.03.01.01-2021 АР			
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.
Разработал	Получил	Дата	
Консультант	Казачкова Е.В.		
Руководитель	Петухова И.Я.		
Норм. контр.	Петухова И.Я.		
Заб. кафедра	Леоридов С.В.		
Автотекуцентр в г. Абакане. Хакасия		Стадия	Лист
План кровли, разрез 3-3; разрез 4-4; фрагмент 1; узлы 4-9; фасад 1-20; фасад А-Р		Р	3
		СКУС	
		Формат А1	

Схема расположения колонн, балок и ферм покрытия

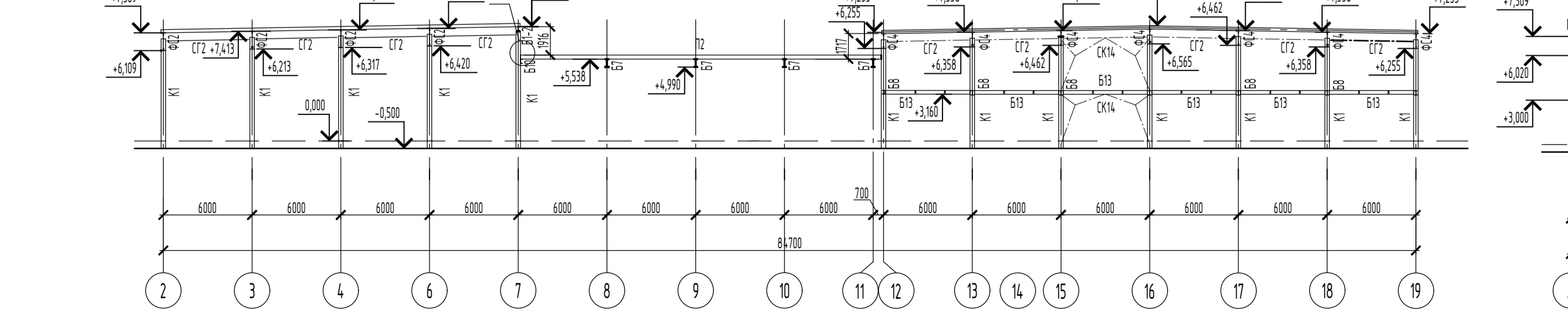


Марка элемента	Сечение		Усилия для прикрепления			Наименование или марка металла	Примечание
	Эскиз	Поз.	Состав	А, кН	Н, кН		
K1	I		I30K3	-9,22	-716,33	17,95	C245
K2	I		I20K1	2,84	225,24	6,67	C245
B1	I		I30B2	-31,98		-62,00	C255
B1-1	I		I30Ш2	-31,98		-62,00	C255
B1-2	I		I30B2	41,59			C255
B2	I		I50B2	87,71		169,91	C255
B2-1	I		I50Ш1	-61,21		-118,21	C255
B3	I		I40B2	-49,44			C255
B3-1	I		I40Ш2	-29,13			C255
B4	I		I40B2	-52,58			C255
B5	I		I30B2	-33,36		-39,16	C255
B6	I		I35B2	64,16			C255
B6-1	I		I35Ш1	-30,41			C255
B7	I		I55B2	63,45			C255
B8	I		I30Ш2	137,98			C345
B9	I		I40Ш2	33,73			C255
B10	C		C30Y	17,75		-37,56	C255
B11	C		C22Y	4,41			C245
B12	I		I30B1	-22,36		-23,81	C255
B12-1	I		I30Ш2	-22,36		-23,81	C255
B13	I		I25B2	-44,13			C255
B14	I		I30Ш2				C255
		1	-10				
B14		2					
B15	I		I16B2				C255
CF1	□		Гн. с140x6		-49,03		СтЗкп 2
CF2	□		Гн. с120x4		-49,03		СтЗкп 2
CF3	C		C14Y	1,27			C245
CF4	□		Гн. с100x4				СтЗкп 2
ФС1-ФС5	сложное сечение						C255
СК1-СК16	сложное сечение						C255
П1	C		C16Y	13,83		17,28	C245
П2	I		I27Y	32,56			C245
Р1-1, Р1-2, Р1-3		1	Гн. с100x4				СтЗкп 2
Р2, Р3-1, Р3-2, Р3-3, Р4		2	Гн. с80x4				СтЗкп 2
H1			H75-750-0.80				СтЗкп 2

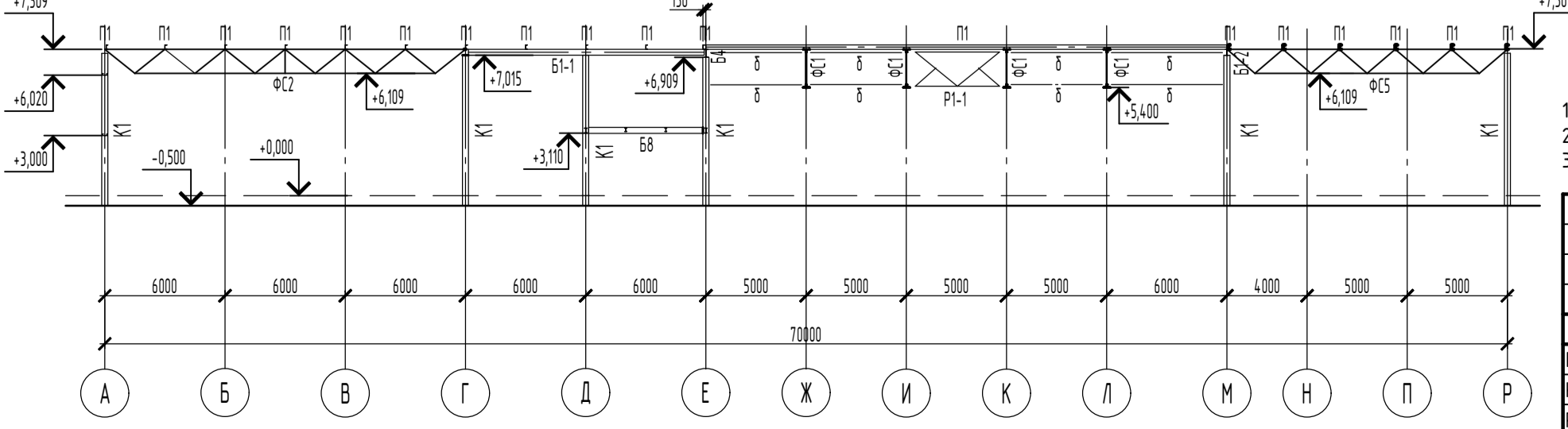
Разрез 1-1



Разрез 2-2



Разрез 3-3



1. Монтажные соединения выполнять на болтах М20 класса точности "В";  
 2. За отметку 0.000 принять уровень чистого пола;  
 3. Лист 4 читать совместно с листом 5.

БР-08.03.01.01-2021 КМ

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Голубев И.И.				
Консультант	Петухова И.Я.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Норм. контр.	Петухова И.Я.				
Заб. кафедрой	Леордиев С.В.				

Автотецентр в г. Абакане. Хакасия

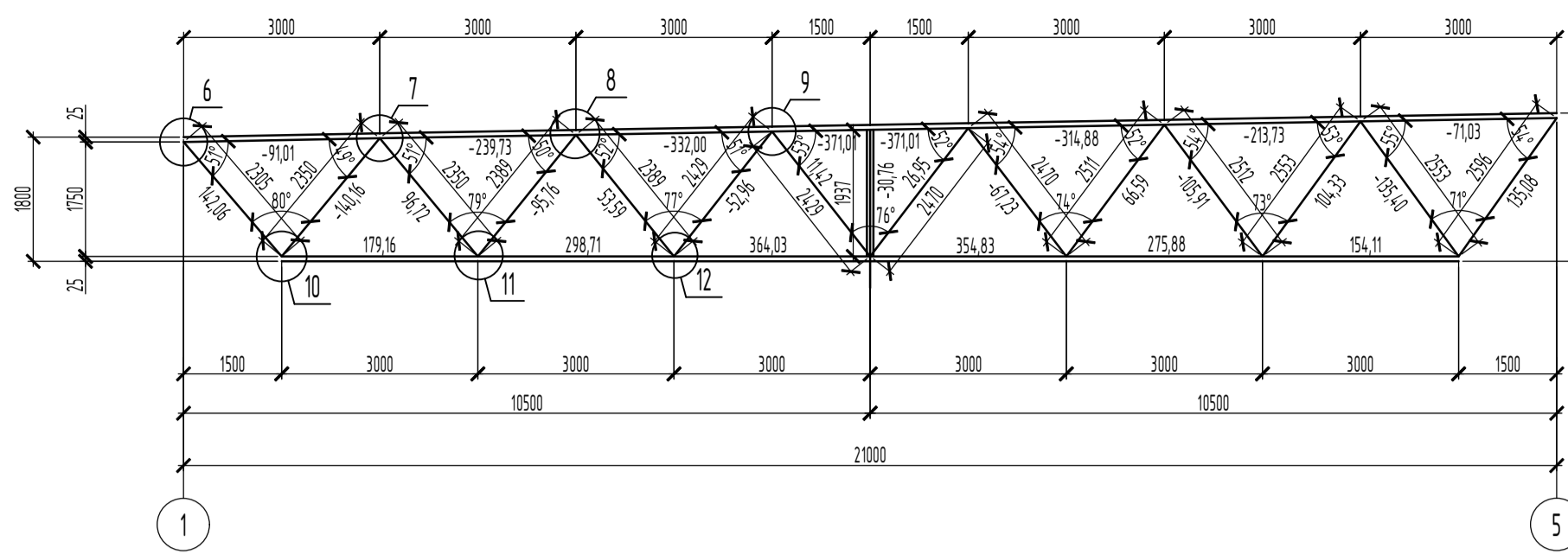
Стадия	Лист	Листов
Р	4	

СКЦУС

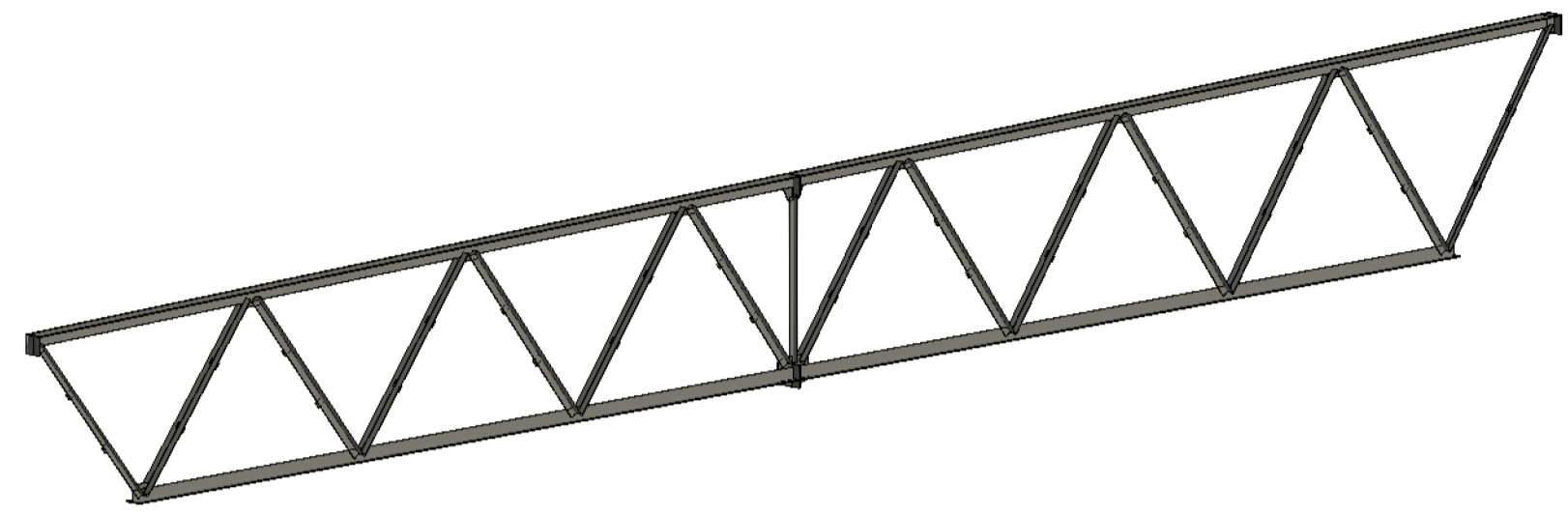
Формат А1



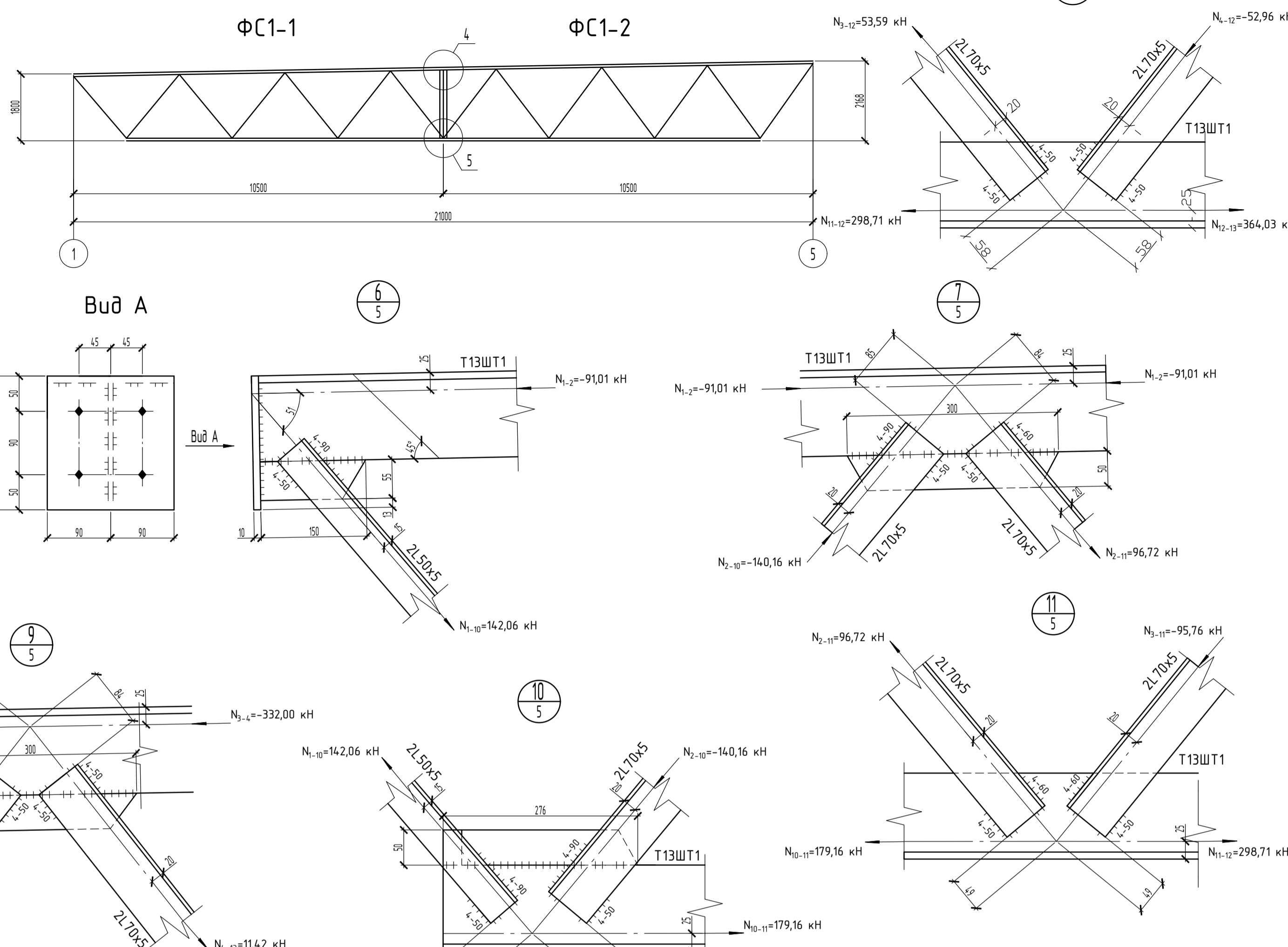
Геометрическая схема фермы ФС1



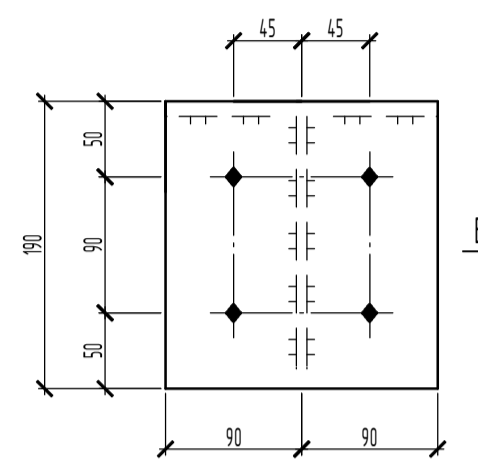
3D-модель фермы ФС1



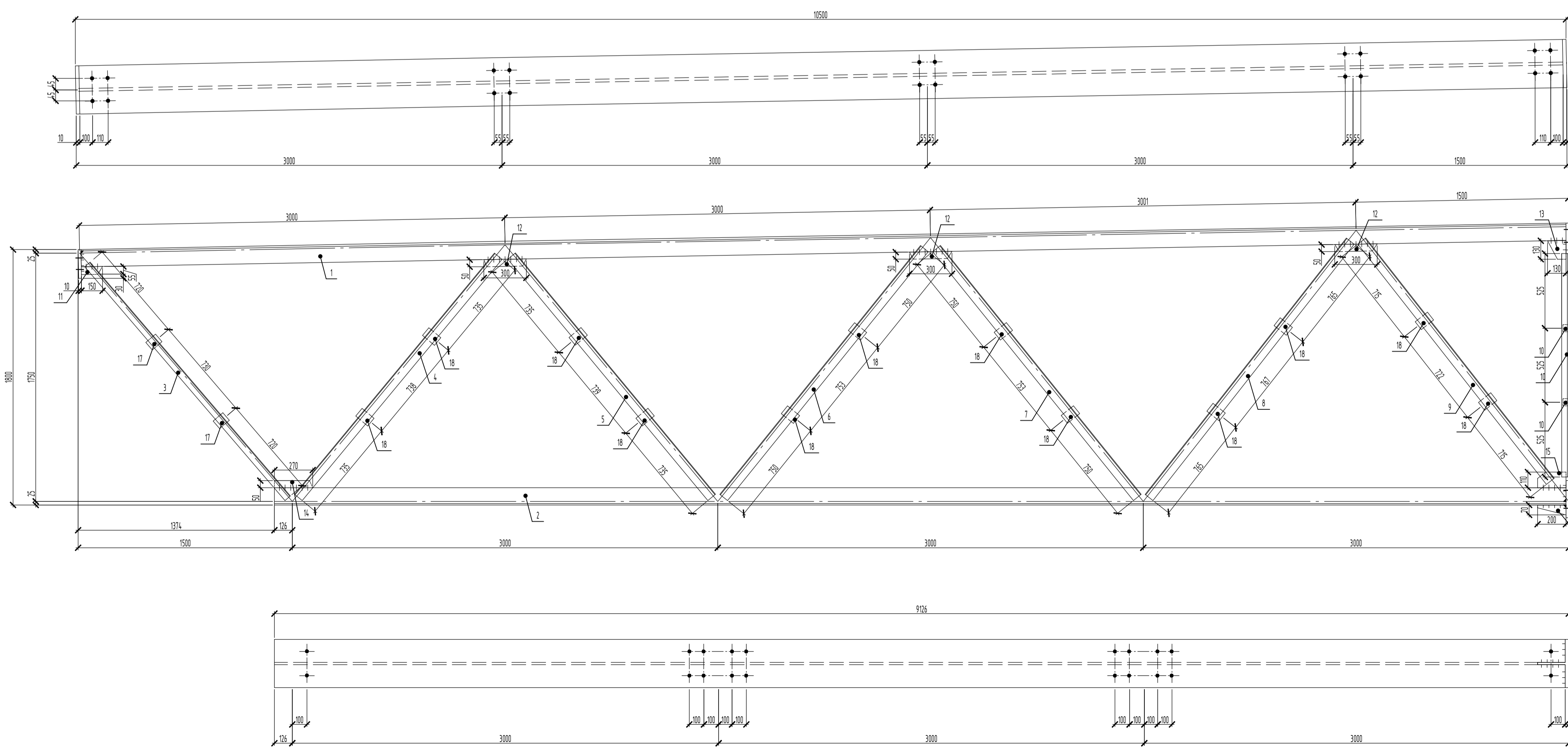
Монтажная схема фермы ФС1



Вид А

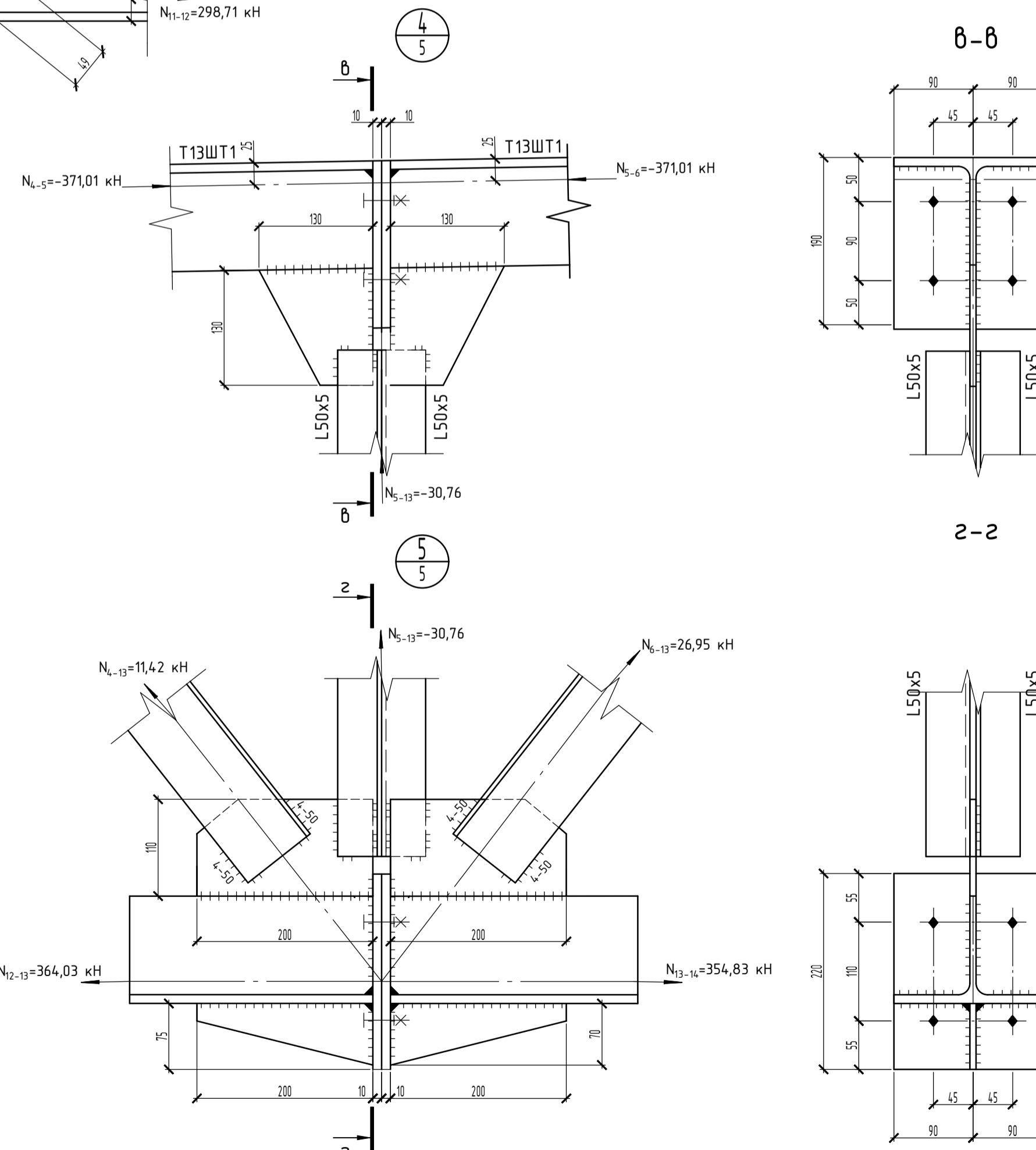


Отправочная марка фермы ФС1



Спецификация стали на отправочный элемент

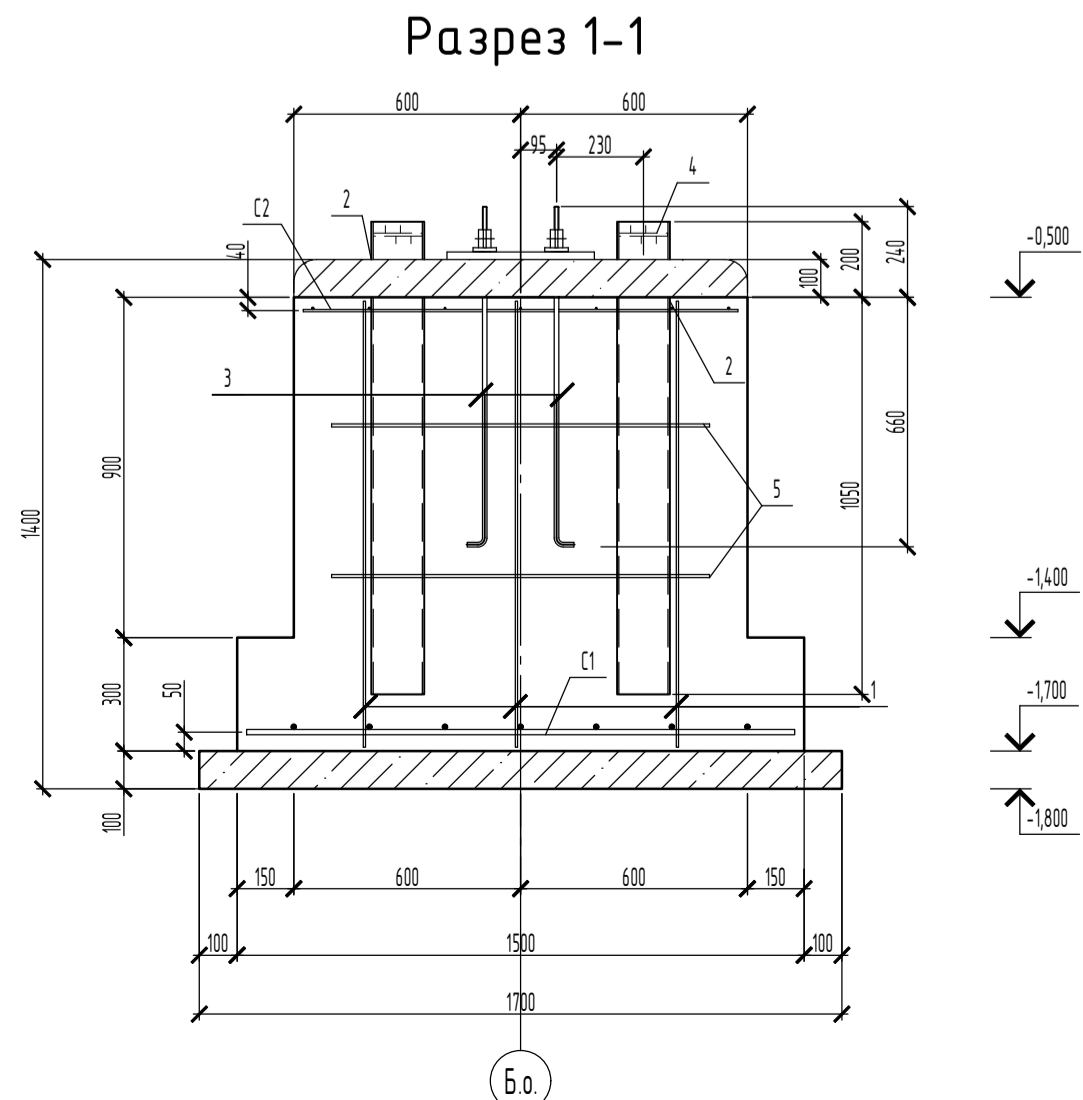
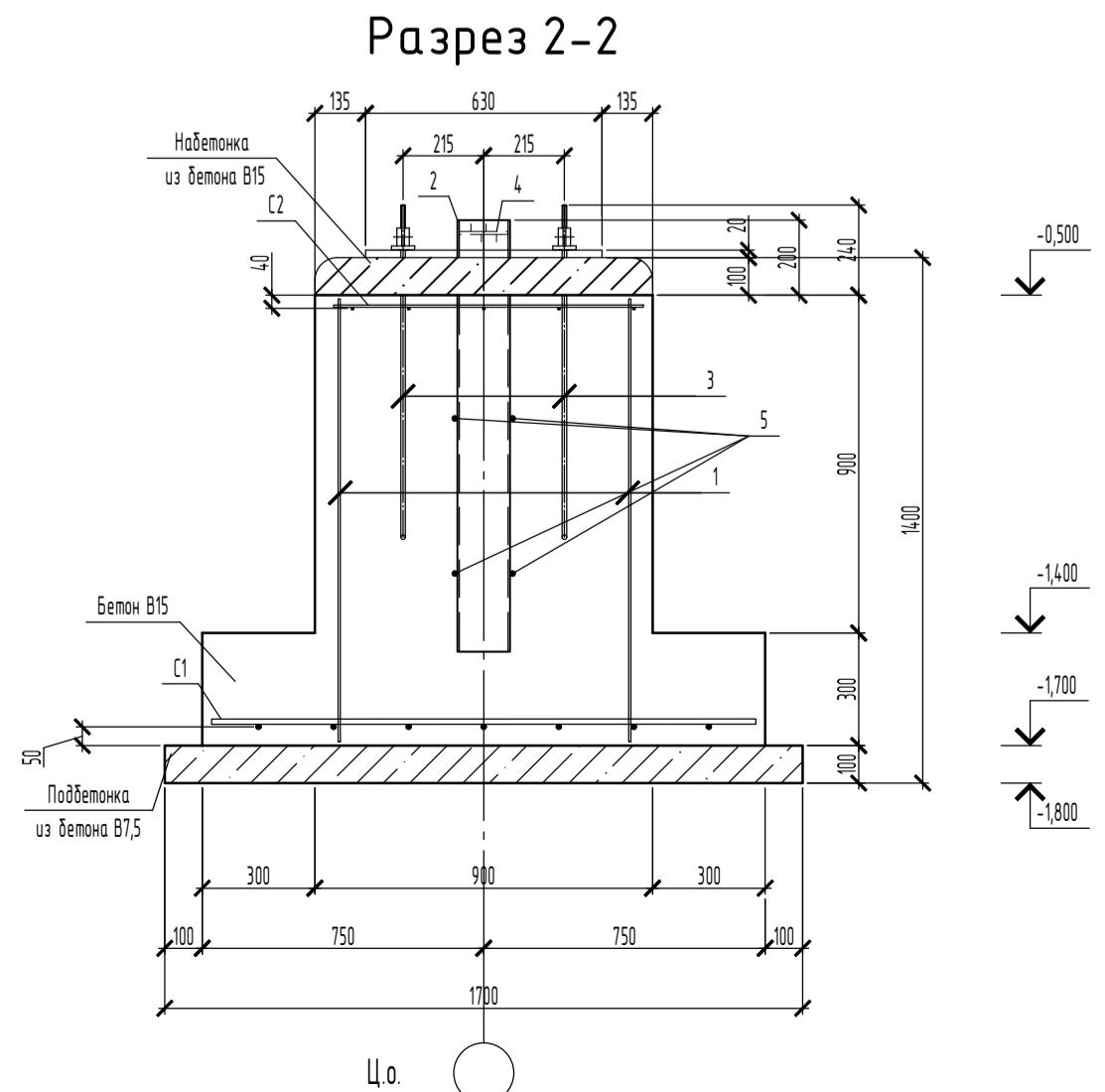
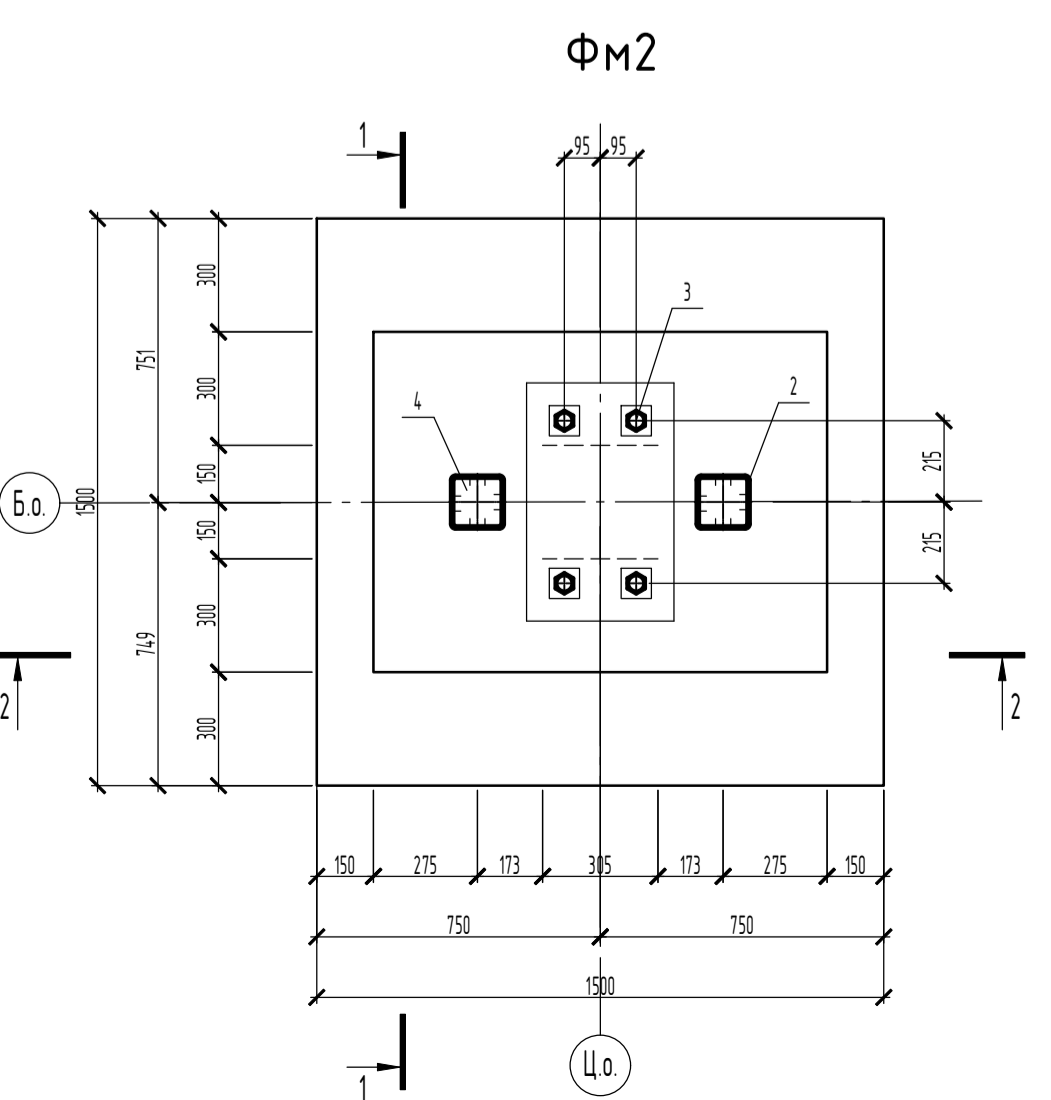
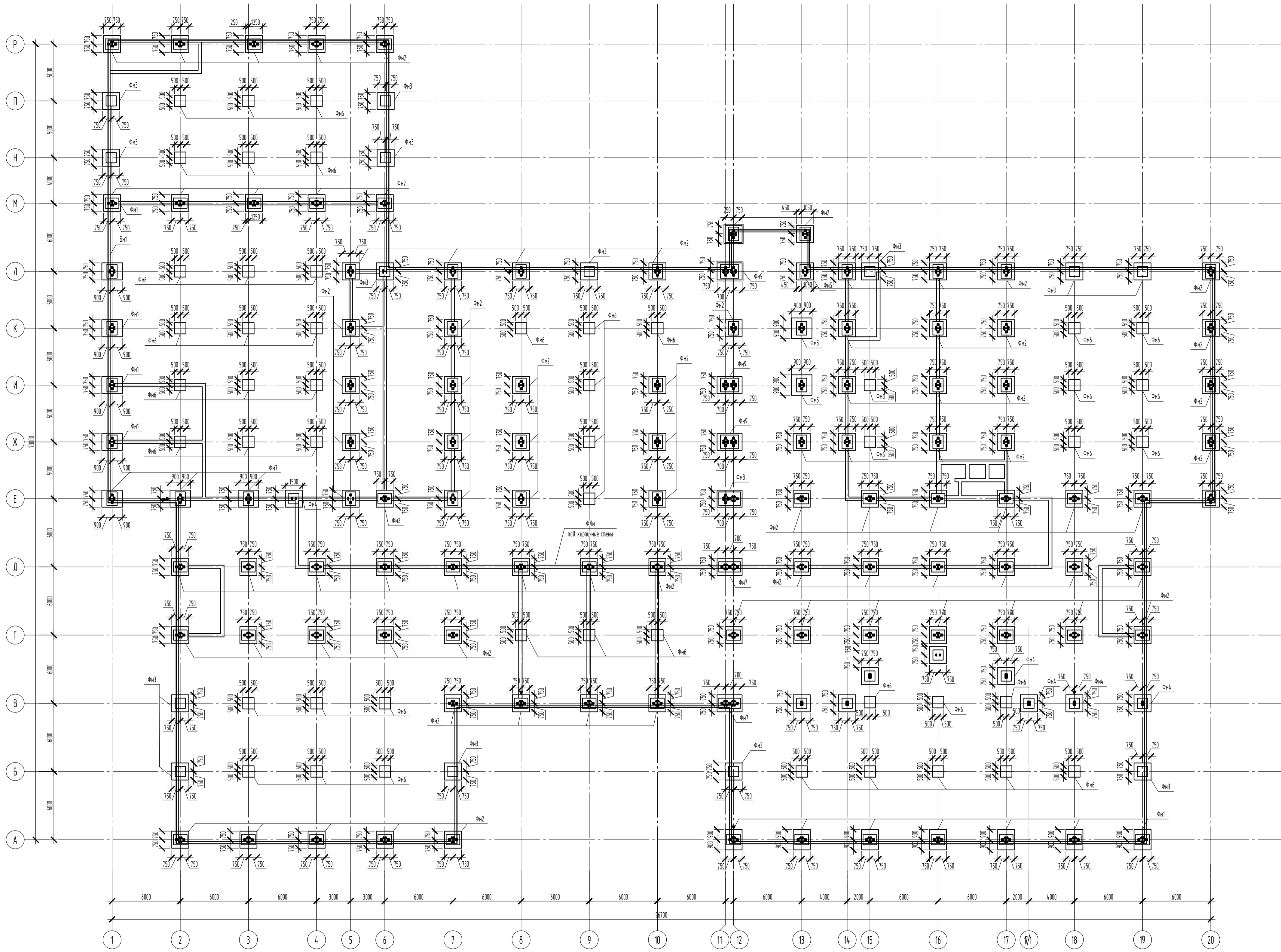
Марка	Поз.	Количество		Сечение	Длина, мм	Масса, кг		Марка или наименование стали	Примечание
		Т	Н			шт. (одной детали)	общ. (всех) элементов		
ФС1-1	1	1		T13ШТ1	21500	454,73	454,73	1016,44	C245
	2	1		T13ШТ1	18126	383,36	380,70		C245
	3	1		2L 50x5	2160	16,29	16,29		C245
	4	1		2L 70x5	2208	23,67	23,67		C245
	5	1		2L 70x5	2209	23,67	23,67		C245
	6	1		2L 70x5	2253	24,21	24,21		C245
	7	1		2L 70x5	2253	24,21	24,21		C245
	8	1		2L 70x5	2297	24,72	24,72		C245
	9	1		2L 70x5	2152	23,16	23,16		C245
	10	1		L 50x5	1575	8,47	8,47		C245
	11	1		-55x7	150	0,47	0,47		C245
	12	3		-50x7	300	0,82	2,46		C245
	13	1		-130x7	130	0,92	0,92		C245
	14	1		-50x7	270	0,74	0,74		C245
	15	1		-110x7	200	1,2	1,20		C245
	16	1		-75x7	200	0,82	0,82		C245
	17	2		-70x7	90	0,34	0,68		C245
	18	12		-70x7	110	0,42	5,04		C245
	19	2		L70x7	50	0,14	0,28		C245
Масса наплавленного металла (1%)								10,16	
Требуется изготовить				Таблица заводских сварных швов га 1 марка в м					
Отпр. марка	Кол. шт.	Масса, кг		Отпр. марка	Катет, вид шва				
		шт.	общ.		4				
ФС1-1	4	1026,6	4106,4	ФС1-1	10,11				
Общая масса		4106,4		Общая длина		10,11			



БР-08.03.01.01-2021 КМД									
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"									
Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Автотехцентр в г. Абакане, Хакасия		Стация	Лист
Разработал	Голубовский И.И.							р	5
Консультант	Петухова И.Я.								
Руководитель	Петухова И.Я.								
Норм. контр.	Петухова И.Я.								
Зав. кафедрой	Леордиев С.В.								
Геометрическая схема фермы ФС1; монтажная схема фермы ФС1; 3D-вид фермы ФС1; узлы 4-12						СКИУС			
Отправочная марка фермы ФС1; спецификация стали									

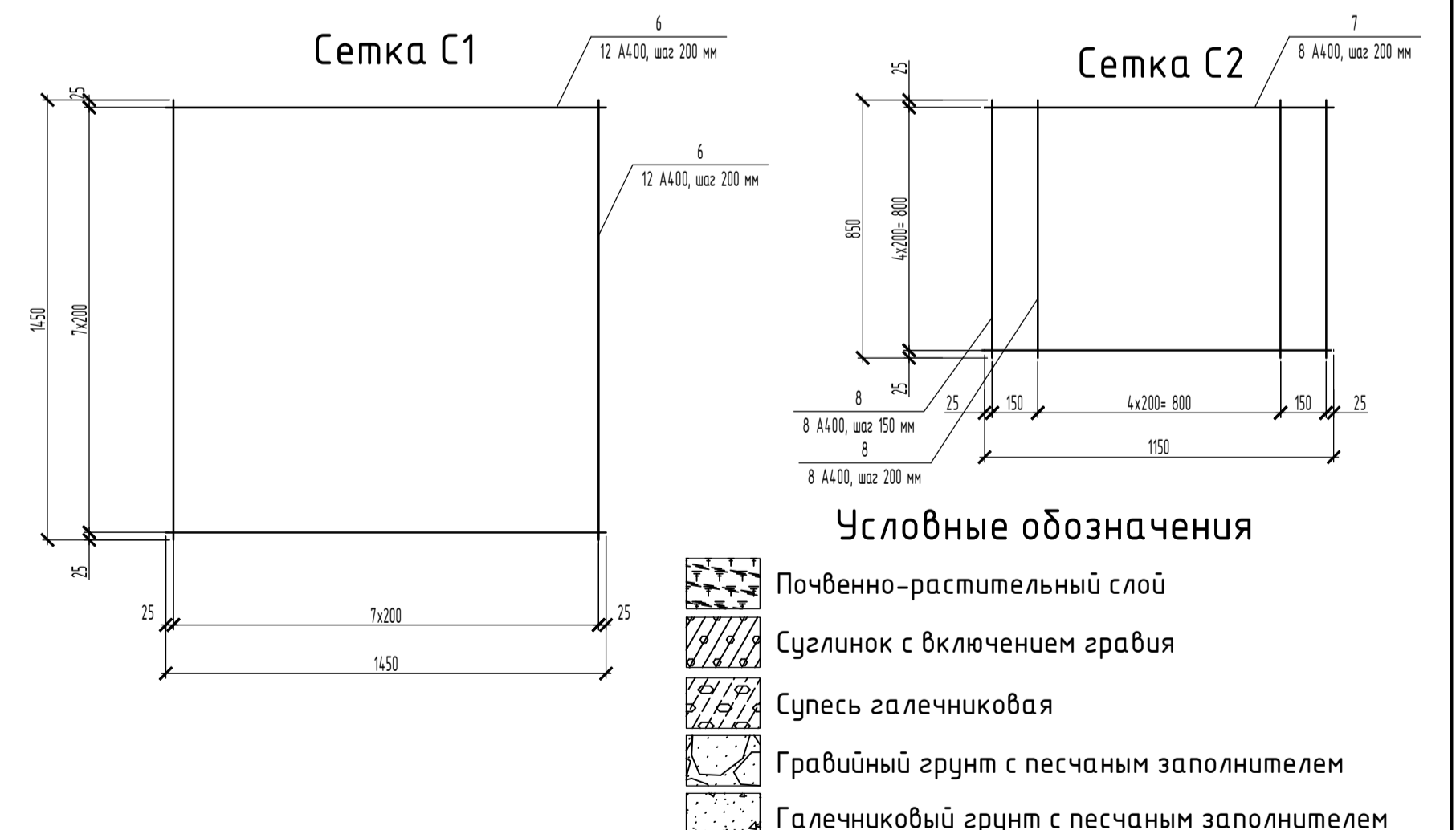
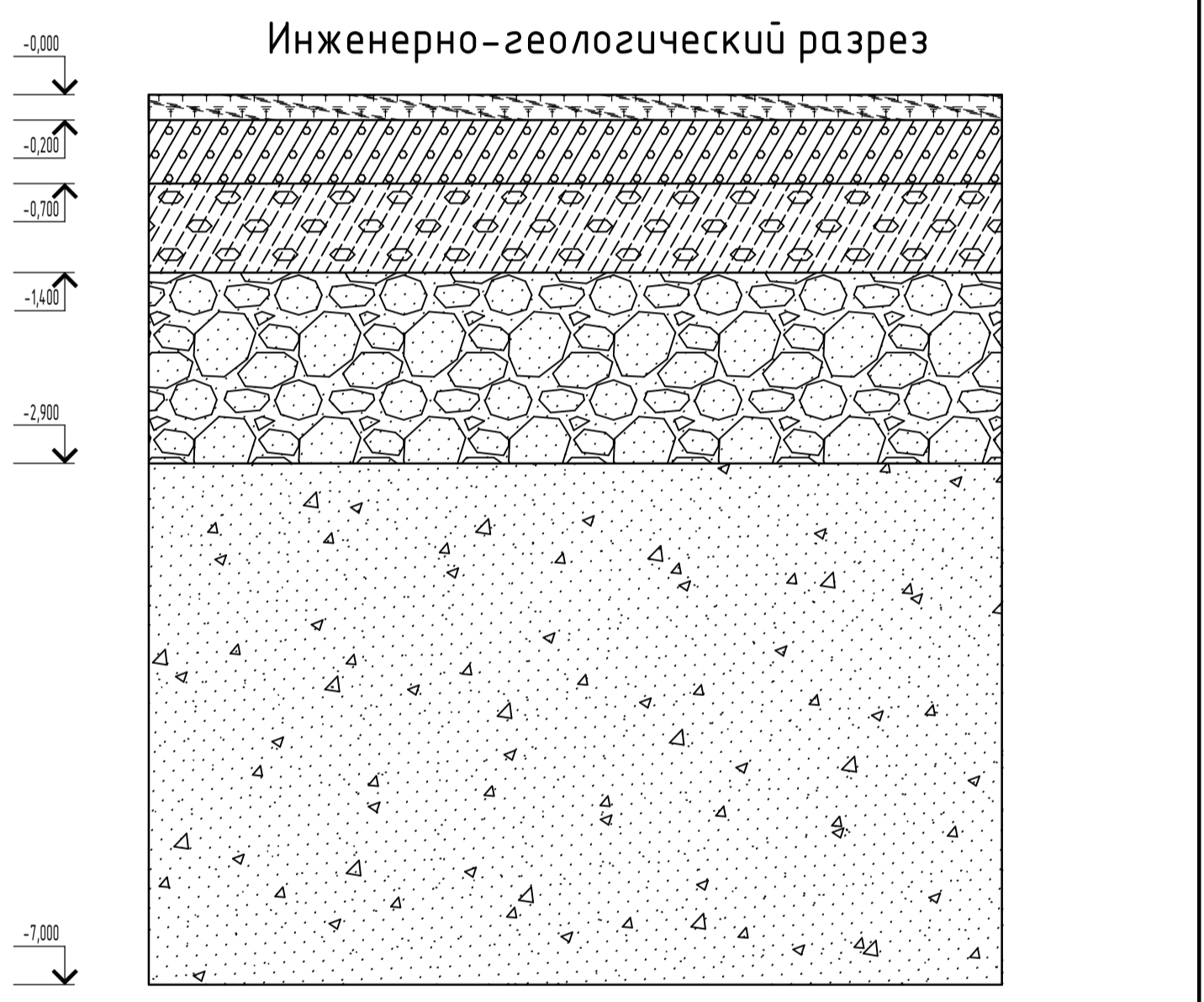
Создано в AutoCAD  
 Подп. и дата  
 Имя файла

Схема расположения столбчатых, ленточных фундаментов под кирпичные стены и монолитной железобетонной балки по периметру здания



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		<b>ФМ2</b>	89		
		<b>Столбчатые и ленточные</b>			
C1	ГОСТ 23279-2012	Сетка C1	1	20,6	
C2	ГОСТ 23279-2012	Сетка C2	1	4,63	
		<b>Лента</b>			
1	ГОСТ 34028-2016	12 А400 ГОСТ 34028-2016, L=1180	6	1,05	
2	ГОСТ 30245-2012	Гнутый квадрат $\phi 12$ ГОСТ 30245-2012, L=1150	2	23,8	
2	ГОСТ 24379.1-2012	Болт 1.1 М18х900 ВСтЗнС2	4	6,22	
3	ГОСТ 19903-2015	Лист $\phi 130$ ГОСТ 19903-2015, L=130	2	1,06	
5	ГОСТ 34028-2016	8-А400 ГОСТ 34028-2016, L=1000	4	0,4	
6	ГОСТ 34028-2016	12 А400 ГОСТ 34028-2016, L=1450	14	1,47	
7	ГОСТ 34028-2016	8 А400 ГОСТ 34028-2016, L=850	5	0,34	
8	ГОСТ 34028-2016	8 А400 ГОСТ 34028-2016, L=1150	6	0,45	
		<b>Монолит</b>			
		Бетон В15, F50, м <sup>3</sup>	1,79		
		Бетон В7,5, м <sup>3</sup>	0,29		

Марка элемента	Расход арматуры, кг, класса					Всего, кг	Общий расход, кг
	A240	A400	A400	A400	A400		
C1	20,58					20,58	20,58
C2		4,63				4,63	4,63
						Итого:	25,21



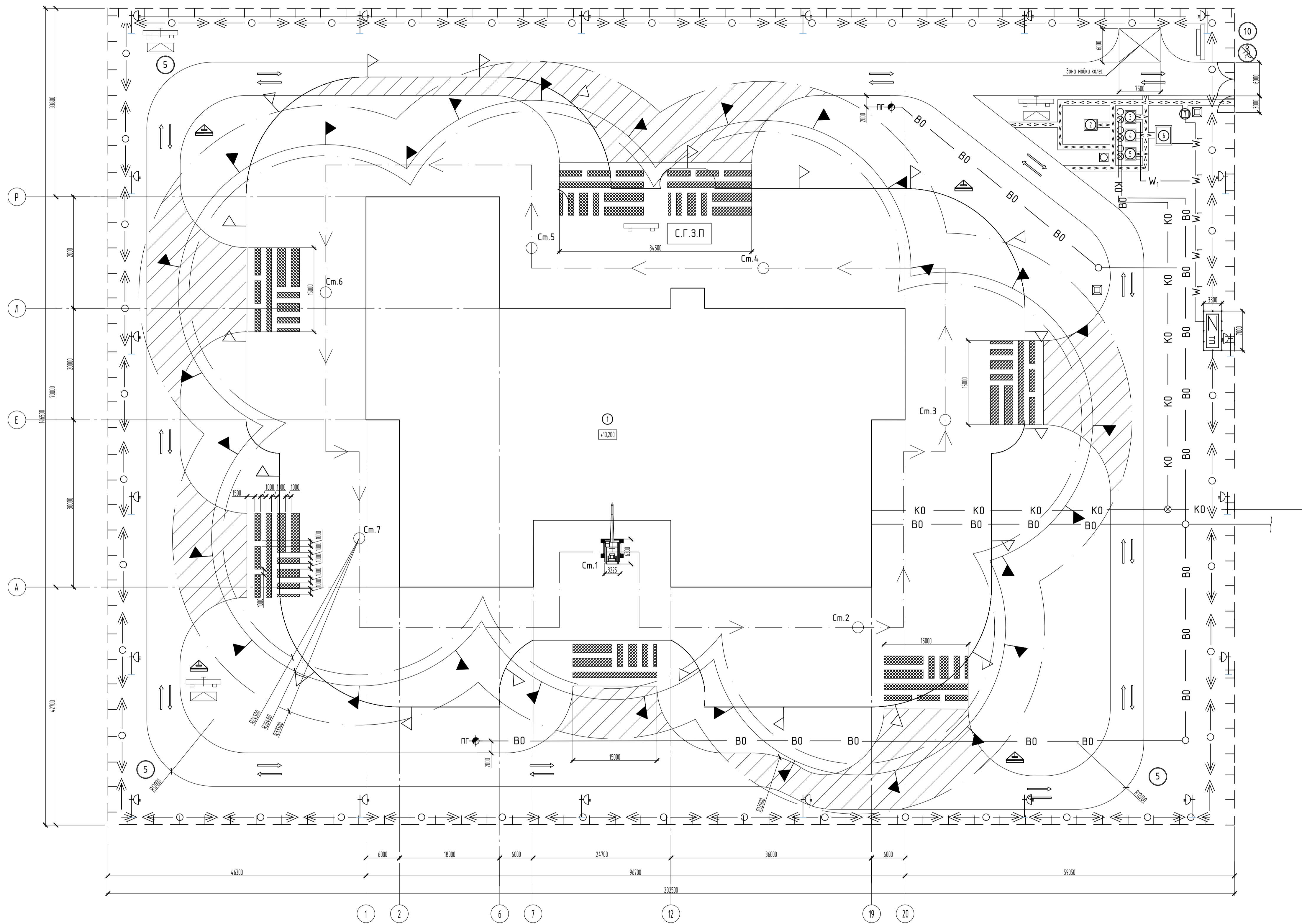
	Почвенно-растительный слой
	Сузлик с включением гравия
	Супесь галечниковая
	Гравийный грунт с песчаным заполнителем
	Галечниковый грунт с песчаным заполнителем

1 Под фундамент выполнить бетонную подготовку из бетона класса В7,5;  
2 Усилие затяжки болтов - 18,12 кН.

БР-08.03.01.01-2021 КЖ			
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"			
Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол. уч.	Лист № док.	Подп.
Разработал	Голаринцев Н.И.		
Консультант	Иванова О.А.		
Руководитель	Петухова И.Я.		
Норм. контр.	Петухова И.Я.		
Заб. кафедрой	Леоридов С.В.		
		Стадия	Лист
		Р	6
		СКЦУС	



Объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания



Условные обозначения

	Граница опасной зоны при падении предмета со здания
	Граница опасной зоны работы крана
	Зона обслуживания крана
	Ограждение строительной площадки без козырька
	Защитные ограждения
	Временная сеть водоснабжения
	Временная сеть канализации
	Временная воздушная ЛЭП
	Временная подземная ЛЭП
	Трансформаторная подстанция
	Прожекторная вышка
	Знак, предупреждающий о работе крана
	Знак ограничения скорости движения транспорта
	Место для первичных средств пожаротушения
	Стенд с противопожарным инвентарем
	Стенд со схемами строповки и таблицей масс грузов
	Въездной стенд с транспортной схемой
	Пожарный гидрант
	Указание направления движения транспорта
	Мусороприемный бункер
	Временная пешеходная дорога
	Участок временной дороги в зоне действия крана
	Контур строящегося здания
	Контур временного здания
	Ворота и калитка
	Бытовое помещение
	Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
	Склад
	Знак ограничения скорости движения автотранспорта
	Знак запрещающий проход на территорию площадки
	Контейнер для бытовых отходов

Указания к строительному генеральному плану

- 1 Все строительные монтажные работы выполнять строго в соответствии с требованиями СП 49.13330 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования и СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство;
- 2 Скорость движения транспортных средств на прямых участках дороги не должно превышать 10 км/ч, а на поворотах и в пределах опасной зоны - 5 км/ч;
- 3 Строительный мусор должен быть вывезен со строительной площадки в трехдневный срок;
- 4 Площадку обеспечить первичными средствами пожаротушения в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 390 от 25 апреля 2012 г.

Экспликация зданий и сооружений

№	Наименование	Размеры в плане, мм	Кол-во
1	Возводимое здание	96700x71000	1
2	Прорабская	2400x2000	1
3	Туалет	2300x2000	1
4	Умывальная	2300x2000	1
5	Душевая	2300x2000	1
6	Гардеробная	3500x3000	1
7	Сушильная	2000x2000	1
7	Контрольно-пропускной пункт	2000x2000	1

Технико-экономические показатели СГП

Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительства	м <sup>2</sup>	29643,9
Площадь под постоянными сооружениями	м <sup>2</sup>	4856,3
Площадь под временными сооружениями	м <sup>2</sup>	33,1
Площадь открытых складов	м <sup>2</sup>	90,5
Протяженность автодорог	км	0,87
Протяженность электросетей	м	765
Протяженность водопроводных сетей	м	236
Протяженность канализационных сетей	м	172
Протяженность временного ограждения	м	698

БР-08.03.01.01-2021 ОС

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"  
Инженерно-строительный институт

Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Страницы	Лист	Листов
Разработал	Горюхиной Н.И.					Страницы		
Консультант	Мичкевич О.С.					Р	8	8
Руководитель	Пельхоба И.Я.							
Норм. контр.	Пельхоба И.Я.							
Заб. кафедрой	Доржиев С.В.							

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

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
*С.В. Деордиев*  
подпись инициалы, фамилия  
«*24*» «*06*» 20*24* г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде *проекта*  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

*Автоматизация в г. Абакане. Хакасск.*  
тема

Руководитель

*Тетухов 23.06.24* *Доцент, к.т.н.*  
подпись, дата должность, ученая степень

*Н.А. Тетухов*  
инициалы, фамилия

Выпускник

*Сидоров 11.06.24*  
подпись, дата

*Н.И. Матаринцев*  
инициалы, фамилия

Красноярск 20 *24* г.

Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Актовой секретарь в г. Астана. Жаксанов

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

Кур - 19.05.21  
подпись, дата

Е. В. Жадакова  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

Тетуров 23.05.21  
подпись, дата

Н. Г. Тетуров  
инициалы, фамилия

фундаменты

ИИР, 22.06.21  
подпись, дата

Р. А. Иванова  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

ИИР, 14.06.21  
подпись, дата

Р. С. Мухомов  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

ИИР, 19.06.21  
подпись, дата

Р. С. Мухомов  
инициалы, фамилия

экономика строительства

ИИР, 18.06.21  
подпись, дата

В. Р. Турба  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Тетуров 23.06.21  
подпись, дата

Н. Г. Тетуров  
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  
«07» 03 2021 г.

**ЗАДАНИЕ  
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме бакалаврской работы

Студенту Титаренкову Николае Ивановичу  
фамилия, имя, отчество

Группа СА-12Б Направление (профиль) 08.03.01  
(номер) (код)

«Строительство»

профиль «Промышленное и гражданское строительство»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Отчет о проектировании в г. Абакане. Жилищно-коммунальное хозяйство.

Утверждена приказом по университету № 242/а от 18.02.11

Руководитель ВКР Литвинова В.А.  
инициалы, фамилия  
Дубинин, К.М., Искра  
должность, ученое звание и место работы

**Исходные данные для ВКР бакалавра в виде проекта**

Характеристика района строительства и строительной площадки  
г. Абакан; микрорайонный район - микрорайон на улице -16,  
второе направление - III, с наиболее сложными участками -  
в обеспеченности 0,88 - 39%. Зудитов в разделе

**Задания по разделам ВКР в виде проекта**

**Пояснительная записка**

Архитектурно-строительный раздел:  
объемно-планировочное решение пост. 87 от 16.02.2008  
разд. 3, 4  
теплотехнический расчет стены, перекрытия, окна  
конструктивное решение пост. 87 от 16.02.2008 разд. 3, 4

**Расчетно-конструктивный раздел:**

расчет и конструирование несущих и ограждающих конструкций здания  
строительная схема в осях 1-5; прогон  
каркаса здания



расчет и конструирование фундаментов Защитить два варианта фундамен-  
та: стальной и стальной. Выбрать один путем сравнения ТЭП.

Организация строительства:

расчеты по стройгенплану сов. МАС

Технология строительного производства:

расчеты по технологической карте определение потребности в  
мат.-тех. ресурсах, калькуляция, продолжительность стр-ва  
указания по производству СМР сов. МАС

Экономика строительства:

МЕР в цехах Сев. ДВК на металлический каркас здания,  
акскому МЕР по составным элементам; расчет ЭП

Графический материал с указанием основных чертежей

Архитектурно-строительный раздел (фасад, планы этажей; поперечный и  
продольный разрезы, узлы): фасад, планы этажей,  
разрезы, план кровли, узлы 2-1 лист

Расчетно-конструктивный раздел в т.ч. фундаменты (основные чертежи  
рабочей документации конструктивных решений): тепл. расчетно-  
тепл. элементов каркаса, чертеж арматуры (см  
План фундаментов, колонны, разрезы Фн-1, арматурные сетки,  
монтажно-исполнительные условия, технологические элементы,  
фундаменты расквда стали 2-3 листа

Организация строительства Объектный стройплан на  
основной период строительства 1-2 листа.

Технология строительного производства (технологическая карта)

ТК на металлический каркас здания

1 лист

## Консультанты по разделам

### Архитектурно-строительный:

Кузнецов С. В. Кожекова, каф. ИЭиЭН, с. преподав.  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Расчетно-конструктивный:

Петухов М. В. Тархова, каф. ВКУС, доцент  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Фундаменты:

Иванова, Р. В. Иванова, кафедра "ВКУС", ст. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Технология строительного производства:

Михеев, Р. С. Михеев, каф. ВКУС, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Организация строительного производства:

Михеев, Р. С. Михеев, каф. ВКУС, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)

### Экономика строительства:

Петухов М. В. Петухов, каф. ИЭиЭН, с. преподаватель  
(подпись, инициалы, фамилия, место работы и должность)