

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

Инженерно-строительный институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись _____ инициалы, фамилия
«____» ____ 20 __ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде _____ проекта
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»
код, наименование направления

Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п.
тема
Емельяново Емельяновского р-на

Руководитель _____
подпись, дата доцент каф. СМиТС, к.т.н. _____
должность, ученая степень И.И. Терехова
инициалы, фамилия

Консультант _____
подпись, дата ст. преподаватель каф СМиТС _____
должность, ученая степень А.А. Якшина
инициалы, фамилия

Выпускник _____
подпись, дата А.Д. Кирпичева
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа на тему: «Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п. Емельяново Емельяновского р-на.», студентки 4 курса гр. СБ16-12Б Кирпичевой А.Д.

Работа изложена на 122 страницах текстовой части и 6 листах графической части. Состоит из введения, 5 разделов, заключения, приложений. Содержит 27 таблиц, 6 рисунков и 4 приложения.

НОВОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, ЖИЛОЙ ДОМ, КОНСТРУКТИВНЫЙ РАСЧЁТ, ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН, ТЭП, ПРОГНОЗНАЯ СТОИМОСТЬ.

Объект разработки - пятиэтажный жилой дом в п. Емельяново.

Цель данной работы: разработать пакет проектно-сметной документации для строительства общеобразовательной школы.

В соответствии с целью, в работе решаются следующие задачи:

- обосновать необходимость строительства данного объекта в конкретных условиях;
- описать и обосновать объемно-планировочные и конструктивные решения;
- произвести расчёты, требуемые по заданию;
- подвести итоги.

Актуальность работы заключается в необходимости строительства нового жилья из-за увеличения потребности в нем, в связи с ростом численности населения п. Емельяново.

В результате работы были разработаны объёмно-планировочные и конструктивные решения, и приведены технико-экономические показатели проекта для обоснования целесообразности строительства. При реализации проекта рекомендуется использовать решения и расчёты, представленные в данной работе.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1 Архитектурно-строительный раздел.....	8
1.1 Общие данные	8
1.1.1 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства.....	8
1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг).....	8
1.1.3 Технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства	8
1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний подъезд к объекту капитального строительства	9
1.3 Архитектурные решения	9
1.3.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации	9
1.3.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений. В том числе, в части соблюдения предельных параметров разрешенного объекта капитального строительства	10
1.3.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства..	10
1.3.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения	11
1.3.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия.....	13
1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения	13
1.4.1 Сведение об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства	13
1.4.3 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства	15
1.4.4 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих: соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций	16

					ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Инженерно-строительный институт		
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата			
Разраб.	Кирпичева А.Д.				Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п. Емельяново Емельяновского р-на.	Стадия	Лист
Проверил	Терехова И.И.					3	105
Н. контроль	Якшина А.А					СМиТС	

1.5 Перечень мероприятий по предотвращению и снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации объекта капитального строительства, включающий	17
1.5.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха	17
1.6 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.....	18
1.6.1 Описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства	18
1.6.2 Описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций	18
1.6.3 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара	19
1.6.4 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара	20
1.6.5 Сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности	20
1.6.6 Описание и обоснование противопожарной защиты (автоматических установок пожаротушения, пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, внутреннего противопожарного водопровода, противодымной защиты)	21
1.7 Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов	21
2 Расчетно-конструктивный раздел в т. ч. проектирование фундаментов	22
2.1 Конструктивное решение	22
2.2 Проектирование железобетонной многопустотной плиты перекрытия	22
2.3 Определение внутренних усилий	23
2.5 Расчет по прочности нормального сечения при действии изгибающего момента	27
2.6 Расчет по прочности наклонных сечений.....	30
2.7 Расчет плиты по предельным состояниям второй группы	33
2.7.2 Определение потерь предварительного напряжения арматуры	36
2.7.3 Расчет трещинообразования на стадии эксплуатации	40
2.7.4 Расчет прогибов.....	41
2.8 Расчёт кирпичного простенка 1-го этажа	43
2.8.1 Сбор нагрузок на простенок	43
2.8.2 Расчет простенка по несущей способности (определение требуемых марок кирпича и раствора	46
2.9 Проектирование фундамента мелкого заложения	49
2.9.1 Исходные данные	49
2.9.2 Определение нагрузок на фундамент	52
2.9.3 Определение глубины заложения фундамента	54
2.9.4 Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта	54
2.9.5 Приведение нагрузок к подошве фундамента.....	57

2.9.6 Определение давлений под подошвой фундамента	57
2.9.7 Определение средней осадки методом послойного суммирования	58
2.9.8 Расчет стоимости и трудоемкости возведения ленточного фундамента	61
2.10 Проектирование свайного фундамента.....	61
2.10.1 Выбор высоты ростверка и длины свай.....	61
2.10.2 Определение несущей способности сваи	63
2.10.3 Определение шага свай в фундаменте и размещение их в фундаменте	64
2.10.4 Конструирование монолитного ростверка	65
2.10.5 Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа ...	67
2.10.6 Определение объемов и стоимости работ	68
2.10.7 Технико–экономическое сравнение вариантов.....	69
3 Технологическая карта на устройство кирпичной кладки	70
3.1 Область применения	70
3.2 Общие положения	70
3.3 Организация и технология выполнения работ	70
3.3.1 Подготовительные работы	70
3.3.2 Основные работы	70
3.4 Требования к качеству работ	73
3.5 Потребность в материально-технических ресурсах	74
3.5.1 Машины и технологическое оборудование.....	74
3.5.2 Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления	74
3.5.3 Материалы и изделия.....	75
3.6 Техника безопасности и охрана труда	76
3.7 Технико-экономические показатели	78
3.7.1 Калькуляция трудовых затрат и машинного времени	78
4 Организация строительного производства	81
4.1 Область применения строительного генерального плана	81
4.2 Выбор грузоподъемных механизмов	81
4.2.1 Размещение грузоподъёмного механизма на строительной площадке	82
4.3 Определение величины опасных зон при организации строительной площадки.....	83
4.4 Проектирование складов	84
4.5 Внутрипостроечные дороги	85
4.6 Расчет потребности во временных инвентарных зданиях	86
4.7 Электроснабжение строительной площадки.....	86
4.8 Временное водоснабжение.....	88
4.9 Мероприятия по охране труда и технике безопасности	90
4.10 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов	91
4.11 Технико-экономические показатели стройгенплана	92
4.12 Определение продолжительности строительства здания	92
5 Экономика строительства	93

5.1 Определение прогнозной стоимости строительства объекта по укрупненным нормативам цены строительства.....	93
5.2 Составление сметной документации и ее анализ	95
5.3 Технико-экономические показатели строительства.....	97
Заключение	101
Список использованных источников	102
Приложение А	106
Приложение Б	111
Приложение В.....	115

ВВЕДЕНИЕ

Цель проекта – строительство пятиэтажного кирпичного дома.

Емельяново – поселок городского типа, административный центр Емельяновского района Красноярского края. Поселок расположен в 15 км от центра Красноярского края г. Красноярска, а также рядом с Емельяново находится одноименный аэропорт.

В настоящее время общая площадь жилого фонда Емельяновского района составляет 1581 тыс. кв. м, в том числе площадь жилого фонда муниципальной формы собственности 45,5 тыс. кв.м.

Общая численность населения на 2019 год составляет 12 497 тыс. человек, с 2017 года наблюдается равномерный прирост населения. В следствии в городе требуется новое и современное жилье.

Актуальность строительства заключается также в том, что г. Красноярск по данным генерального плана до 2030 г. планомерно развивается в сторону Емельяновского района, следовательно, появляется потребность в новом строительстве.

Здание будет представлять собой одно подъездный пятиэтажный жилой дом. Для строительства жилого дома был выбран Почтовый переулок, расположенный в п. Емельяново.

Расположение дома имеет значительные плюсы. В шаговой доступности детский сад, школа, дворец культуры. А также вблизи находятся здания административного назначения: почта, суд, банки и т.д.

1 Архитектурно-строительный раздел

1.1 Общие данные

1.1.1 Исходные данные и условия для подготовки проектной документации на объект капитального строительства

Выпускная квалификационная работа на тему «Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п. Емельяново Емельяновского р-на.» разработан на основании:

- 1) Задания на дипломное проектирование.
- 2) Геологического разреза грунтового основания.
- 3) Места расположения здания.

1.1.2 Сведения о функциональном назначении объекта капитального строительства, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг)

По функциональному назначению объект капитального строительства является жилым зданием.

Жилой дом имеет 5 надземных этажей, подземный этаж и мансардный этаж. Здание в плане прямоугольной формы с габаритными размерами в осях 14,65x34,0 м.

1.1.3 Технико-экономические показатели проектируемых объектов капитального строительства

Технико-экономические показатели (ТЭП) являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений проекта, а также служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Технико-экономические показатели представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Технико-экономические показатели 5-этажного жилого дома

Наименование	Значение
Площадь застройки	1090,5 м ²
Этажность	5 этажей
Материал стен	кирпич
Высота этажа	2,8 м
Строительный объем, всего - в том числе надземной части	11040,8 м ³ 10078,40 м ³

Окончание таблицы 1.1

Наименование	Значение
Общая площадь квартир	2033,7 м ²
Жилая площадь квартир	930,23 м ²
Количество квартир	46 шт
- в том числе однокомнатных	34 шт
- двухкомнатных	11 шт
- четырехкомнатных	1 шт
Средний размер квартир	44,78 м ²
- однокомнатных	39,99 м ²
- двухкомнатных	54,17 м ²
- четырехкомнатных	104,89 м ²
Планировочный коэффициент	0,457
Объемный коэффициент	11,8689

1.2. Схема планировочной организации земельного участка

1.2.1 Характеристика земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

Площадка под строительство жилого дома расположена в районе п. Емельяново, Емельяновского района Красноярского края по пер. Почтовый, 7 «А».

1.2.2 Обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний подъезд к объекту капитального строительства

Территория участка имеет связь с уличной дорожной сетью. Основной вид внешнего и внутриплощадочного транспорта – автомобильный (общественный и личный транспорт). Подъезд к зданию происходит по внутриквартальным проездам квартала. Предусматривается парковка на 40 машиномест. Покрытие проездов и парковок – асфальтобетон. Проезжая часть оснащена дорожными бордюрами. Возвышение бордюра над проезжей частью составляет 0,15 м.

1.3 Архитектурные решения

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

5-этажный жилой дом располагается на территории п. Емельяново, Емельяновского района Красноярского края. Территория строительства очищена

от мусора и кустарников. Рельеф участка спокойный с общим уклоном в юго-восточном направлении. Перепад отметок по участку составляет 4,5м.

Здание пятиэтажное с размерами в осях 14,65x34,0 м. За отметку 0.000 взята отметка чистого пола первого этажа.

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

Объемно-пространственные и архитектурно-художественные решения выполнены согласно заданию на проектирование.

Проектируемое здание имеет прямоугольную в плане форму, размерами в осях 14,65x34,0 м. Высота жилого этажа составляет 2,8 м, минимальная высота помещения в мансардном этаже - 1,2 м, высота цокольного этажа - 3,3 м и 4,2 м.

В блок-секции запроектирован пассажирский лифт и мусоропровод. В отдельных помещениях расположены загрузочные клапаны мусоропроводов. Мусоросборные камеры расположены на отм. -1,220, имеющие отдельный вход, со стороны двора.

В жилом доме запроектированы 1-4 комнатные квартиры. В квартирах проектом предусмотрено размещение жилых комнат, кухонь, санузлов, прихожих, кладовых, лоджий.

Входы в техпомещения цокольного этажа запроектированы обособленными от основных входов непосредственно с дворовой части территории.

Для входа в подъезд на уровне 1-го этажа запроектированы крыльца и пандусы.

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

Наружные стены цокольного этажа здания облицованы декоративной плиткой под натуральный камень.

Наружный слой кирпичной кладки стен надземных этажей выполнен из белого силикатного облицовочного кирпича СЛ 150/25 ГОСТ 379-2015 и керамического красного облицовочного кирпича К 100/25 по ГОСТ 530-2012.

Покрытие мансардной кровли - металлическая черепица МП Монтеррей синего цвета, в качестве утеплителя приняты плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА толщиной 220 мм:

- номинальная плотность 35 кг/м³;
- теплопроводность 0,034 Вт/м С°.

Окна - из профиля ПВХ белого цвета по ГОСТ 30674-99.

Двери наружные балконные - из профиля ПВХ белого цвета по ГОСТ 30674-99.

Внутренние двери - деревянные по ГОСТ 6629-88. Противопожарные и входные служебные двери - по ТУ 5262-004-10173013-2004, окрашены в заводских условиях порошковой эмалью серого цвета. Двери тамбурные - деревянные по ГОСТ 24698-81.

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

Отделку помещений и экспликация полов представлены в приложении А, таблицы А.1 и А.2.

1.3.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей

Естественное освещение предусмотрено во всех помещениях с постоянным пребыванием людей. Все помещения с постоянным пребыванием людей имеют естественное освещение через оконные проёмы.

Таблица 1.2 – Спецификация элементов заполнения оконных и дверных проемов

Поз .	Обозначение	Наименование	Кол.							Масса ед., кг	Приме чание
			Цок оль	1	2	3	4	5	Манс арда		
Окна											
ОК 1	ГОСТ 30674-99	ОП В1 2130-1410	1	-	-	-	-	-	-	1	
ОК 2	ГОСТ 30674-99	ОП В1 2130-1530	2	-	-	-	-	-	-	2	
ОК 3	ГОСТ 30674-99	ОП В1 2730-2550	2	-	-	-	-	-	-	2	
ОК 4	ГОСТ 30674-99	ОП В1 2130-1970	2	-	-	-	-	-	-	2	
ОК 5	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1410	-	6	6	6	6	6	-	30	
ОК 6	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1970	-	2	2	2	2	2	-	10	
ОК 7	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-630	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
ОК 8	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-630	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
ОК 9	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1480	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
ОК 10	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1740	-	1	-	-	-	-	-	1	
		БП В1 2230-870	-	1	-	-	-	-	-	1	
ОК 11	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1060	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
ОК 12	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1060	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	

Продолжение таблицы 1.2

Поз .	Обозначение	Наименование	Кол.							Масса ед., кг	Приме чание
			Цок оль	1	2	3	4	5	Манс арда		
Окна											
OK 13	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1680	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
OK 14	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1680	-	1	1	1	1	1	-	5	
		БП В1 2230-870	-	1	1	1	1	1	-	5	
OK 15	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1480	-	-	1	1	1	1	-	4	
		БП В1 2230-870	-	-	1	1	1	1	-	4	
OK 16	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1780-1090	-	-	-	-	-	-	1	1	
		БП В1 2530-870	-	-	-	-	-	-	1	1	
OK 17	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1780-1090	-	-	-	-	-	-	1	1	
		БП В1 2530-870	-	-	-	-	-	-	1	1	
OK 18	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1580-1800	-	-	-	-	-	-	2	2	
OK 19	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1580-1530	-	-	-	-	-	-	4	4	
OK 20	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1580-1970	-	-	-	-	-	-	4	4	
OK 21	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-1670	-	-	-	-	-	-	4	4	
OK 22	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-630	-	-	-	-	-	-	1	1	
		БП В1 2230-870	-	-	-	-	-	-	1	1	
OK 23	ГОСТ 30674-99	ОП В1 1480-630	-	-	-	-	-	-	1	1	
		БП В1 2230-870	-	-	-	-	-	-	1	1	
Две ри											
1	ГОСТ 475-2016	ДГ 21-7	-	8	9	9	9	9	9	53	
2	ГОСТ 475-2016	ДГ 21-7л	-	7	9	9	9	9	9	52	
3	ГОСТ 475-2016	ДГ 21-9	-	4	5	5	5	5	5	29	
4	ГОСТ 475-2016	ДГ 21-9л	-	4	3	3	3	3	3	19	
5	ГОСТ 475-2016	ДО 21-9	-	2	4	4	4	4	4	22	
6	ГОСТ 475-2016	ДО 21-9л	-	4	4	4	4	4	4	24	
7	ГОСТ 475-2016	ДО 21-12	-	4	4	4	4	4	4	24	
8	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 21-9 ОП	-	1	4	4	4	4	4	21	
9	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 21-9 ОЛ	-	5	4	4	4	4	4	25	
10	ГОСТ 475-2016	ДН 21-13л	-	2	-	-	-	-	-	2	
11	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 21-13 ДЛ	-	1	-	-	-	-	-	1	
12	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 21-13 ДП	-	1	-	-	-	-	-	1	
13	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 21-9 ОЛ	1		-	-	-	-	-	1	
14	ГОСТ 30970 - 2014	ДПН С П К Ф Дв 3620-1400	1		-	-	-	-	-	1	
15	ГОСТ 30970 - 2014	ДПН С П К Ф Дв 3620-1400	1		-	-	-	-	-	1	
16	ГОСТ 475-2016	ДН 21-13	-	2	-	-	-	-	-	2	

Окончание таблицы 1.2

Поз .	Обозначение	Наименование	Кол.								Масса ед., кг	Приме чание
			Цок оль	1	2	3	4	5	Манс арда	Все го		
Двери												
17	ГОСТ Р 57327-2016	ДПС - 45 15-7,5 ОП	-	-	-	-	-	-	1	1		
18	ГОСТ 30970 - 2014	ДПН С П К Дв 2030-1280	-	1	-	-	-	-	-	1		
19	ГОСТ 475-2016	ДО 21-12	-	2	1	1	1	1	1	7		
20	ГОСТ 475-2016	ДО 21-12л	-		1	1	1	1	1	5		

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

Защита помещений от шума, пыли, температурных воздействий обеспечивается многослойной конструкцией стен с расчетным утеплением и заполнением оконных проемов переплетами из ПВХ со стеклопакетами.

Звукоизолируемые помещения, размещаются как можно дальше от источников шума и вибрации (лифтовых шахт, мусоропровода и т.п.), как по горизонтали, так и по вертикали). Ограждающие конструкции обладают достаточным индексом изоляции воздушного шума и индексом приведенного ударного шума, что обеспечивает защиту людей, находящихся в жилых и встроенных помещениях от повышенного воздушного и ударного шума.

1.3.7 Описание решений по декоративно-художественной и цветовой отделке интерьеров (для объектов непроизводственного назначения)

Внутренняя отделка выполнена из материалов, разрешённых МЗ РФ к применению в строительстве жилых и общественных зданий, и отвечающих функциональному назначению помещений, допускает проведение влажной уборки и дезинфекции, обеспечивает качественное состояние воздушной среды.

Стены общих комнат, спален, кладовых помещений и прихожих выполнены в единой цветовой гамме. Стены оклеены обоями светлых тонов, а потолки окрашены водоэмульсионной краской. Стены кухонь окрашены водоэмульсионной краской нейтрального цвета. Стены санузлов облицованы керамической плиткой.

1.4 Конструктивные и объемно-планировочные решения

1.4.1 Сведение об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства

Данный район строительства согласно СП 131.13330-2018 "Строительная климатология" [9] характеризуется следующими природно-климатическими данными:

Район строительства – п. Емельяново;

Климатический район – 1В;

Среднегодовая температура воздуха – плюс 1,2°C;

Абсолютная максимальная температура воздуха – плюс 37°C

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца - плюс 25,8°C;

Абсолютная минимальная температура воздуха – минус 48°C;

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98 – минус 42°C;

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 – минус 40°C;

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92 – минус 39°C;

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 – минус 37°C

Средняя температура воздуха:

-наиболее холодного месяца – минус 16°C

- наиболее теплого месяца – плюс 18,7°C

Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°C – 171 суток;

Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже плюс 8°C – 233 суток;

Среднегодовая температура со среднесуточной температурой ниже 0°C – минус 11,1°C;

Среднегодовая температура со среднесуточной температурой ниже плюс 8°C – минус 7,1°C;

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца – 78 %;

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца – 70 %;

Количество осадков за год – 454 мм;

Суточный максимум – 97 мм;

Преобладающее направление ветров декабрь-февраль – западное;

По совокупности всех метеорологических данных климат района строительства характеризуется как резко континентальный, с жарким летом, суровой зимой и резким перепадом суточных температур;

Район по воздействию климата на технические изделия и материалы относится к группе II4 по ГОСТ 16350-80;

Согласно п.10.2 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» [10], расчетное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли равно 1,5 кПа (180 кгс/м²) - III снеговой район;

Нормативное ветровое давление - 0,38 кПа (38 кгс/м²), III ветровой район.

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

Конструктивная схема здания решается применением несущих продольных и поперечных кирпичных стен, и конструкций перекрытий с замоноличенными швами между плитами.

Пространственная жесткость и устойчивость обеспечивается совместной работой кирпичных стен и жестких дисков перекрытий.

Стены цокольного этажа частично выполнены из сборных бетонных блоков. Устойчивость и восприятие горизонтальных нагрузок обеспечены наружными и внутренними стенами, стенами лестничных клеток, кирпичными столбами и сборными железобетонными перекрытиями.

В разделе КР будут проведены все необходимые расчеты.

Объект капитального строительства – 5-этажный кирпичный дом с мансардным этажом в п. Емельяново.

Здание пятиэтажное с размерами в осях 14,65x34,0 м. За отметку 0.000 взята отметка чистого пола первого этажа.

Фундаменты – ленточные сборные.

Стены подвала из сборных бетонных блоков.

Наружные стены - кирпичная кладка из полнотелого кирпича 380 мм с облицовкой лицевым керамическим кирпичом по утеплителю из минераловатных плит.

Внутренние стены и перегородки – полнотелый кирпич 380 мм и 120 мм.

Плиты перекрытия – пустотные железобетонные сборные толщиной 220 мм.

Перемычки – сборные железобетонные.

Лестницы – сборные железобетонные.

Мансардная кровля, покрытая металличерепицей МП Монтеррей, в качестве утеплителя плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА толщиной 220 мм

Окна – из профиля ПВХ белого цвета по ГОСТ 30674-99.

Двери наружные балконные – из профиля ПВХ белого цвета по ГОСТ 30674-99 [15].

Внутренние двери – деревянные по ГОСТ 6629-88. Противопожарные и входные служебные двери – по ТУ 5262-004-10173013-2004, окрашены в заводских условиях порошковой эмалью серого цвета. Двери тамбурные – деревянные по ГОСТ 475-2016 [16].

По периметру здания устраивается бетонная отмостка шириной 1,0 м.

Отвод дождевых и талых вод с кровли выполняется с помощью организованного водостока.

1.4.3 Описание конструктивных и технических решений подземной части объекта капитального строительства

При проектировании фундаментов учтены требования СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений» и других нормативных документов [19].

В здании фундамент предусматривается под стены, колонны – сборный ленточный фундамент.

1.4.4 Обоснование проектных решений и мероприятий, обеспечивающих: соблюдение требуемых теплозащитных характеристик ограждающих конструкций

Снижение шума и вибраций

При благоустройстве территории проектом предусмотрено озеленение, обеспечивающее снижение уровня шума от внешних источников.

Звукоизолируемые помещения, размещаются как можно дальше от источников шума и вибрации (лифтовых шахт, вентиляционные камеры и т.п.) как по горизонтали, так и по вертикали.

Звукоизоляционные конструкции должны быть выполнены герметично (стояки отопления,стыки между панелями перекрытий и стенами и т. п.).

Ограждающие конструкции здания обладают достаточным индексом изоляции воздушного шума и индексом приведенного ударного шума, что обеспечивает защиту, находящихся в помещениях здания от повышенного воздушного и ударного шума.

Гидроизоляция и пароизоляция помещений

Состав кровельного покрытия за счёт слоя гидроветроизоляции - мембрана Tuvek Du Pont, обеспечивается гидроизоляцией ниже расположенных помещений.

Для защиты от увлажнения теплоизоляционного слоя в покрытии кровли, предусмотрена пароизоляция ниже теплоизоляционного слоя.

Снижение загазованности помещений

В помещениях проектируемого объекта не предусматриваются процессы, приводящие к загазованности помещений, следовательно, мероприятия по снижению загазованности помещений не требуются.

Удаление избытков тепла

В помещениях проектируемого объекта предусматриваются процессы, с избыточным выделением тепла, следовательно, мероприятия по удалению избытков тепла не требуются.

Соблюдение безопасного уровня электромагнитных и иных излучений, соблюдение санитарно-гигиенических условий

В помещениях проектируемого объекта не предусматривается установка оборудования, являющегося источником электромагнитных и иных излучений, следовательно, мероприятия по соблюдению безопасного уровня данных излучений не требуются.

В проекте предусматривается ряд инженерно-строительных, санитарно-технических и санитарно-гигиенических мероприятий для исключения возможности доступа грызунов и насекомых в здание, к пище, воде, препятствие их к расселению и не благоприятствующие обитанию. Перечисленные мероприятия относятся как к проектным, так и к эксплуатационным.

Пожарная безопасность

Настоящий проект выполнен с учётом требований Правил противопожарной безопасности РФ, СП 1.13130.2018 и других действующих правил и норм. Требования по пожарной безопасности учтены при проектировании объёмно-планировочных и конструктивных решений.

Несущие стены выполнены из негорючих материалов; требуемый предел огнестойкости элементов кровли достигается покрытием указанных конструкций составами, повышающими огнестойкость конструкций.

1.5 Перечень мероприятий по предотвращению и снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации объекта капитального строительства, включающий

Технология строительства и эксплуатация объекта исключает преднамеренное складирование отходов и выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду.

Образующийся в процессе строительства мусор вывозится на лицензированный полигон твердых бытовых отходов.

Отработанные материалы собираются в выгреб-отстойник.

Сброс хозяйственных и ливневых стоков осуществляется в городскую или ливневую канализацию (вывоз по договору).

Принятые проектные решения, а также комплекс природоохранных мероприятий, позволяет предотвратить загрязнение окружающей природной среды.

1.5.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха

В процессе эксплуатации жилого дома необходимо предусмотреть следующие мероприятия, сокращающие загрязнения окружающей среды:

- обеспечение содержания прилегающей территории в надлежащем санитарном состоянии;
- контроль за сбором мусора в металлические контейнеры, установленные на твердом основании, а также периодический вывоз мусора специализированным автотранспортом на полигон твердых бытовых отходов для захоронения;
- поддержание твердого покрытия дорог и площадок в исправном состоянии;
- благоустройство и озеленение дворовой территории.

В соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», утвержденного Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09 2007 г. №74 санитарно-защитные зоны для жилых домов не устанавливаются.

1.6 Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

1.6.1 Описание системы обеспечения пожарной безопасности объекта капитального строительства

В здании предусматриваются конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, обеспечивающие в случае пожара:

- возможность эвакуации людей наружу до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия ОФП;
- возможность доступа личного состава пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания.

В здании жилого дома предусмотрена пожарная сигнализация на основе автономных дымовых пожарных извещателей.

На объекте предусмотрено наружное пожаротушение от двух ПГ и пожарного водоёма.

1.6.2 Описание и обоснование принятых конструктивных и объемно-планировочных решений, степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций

Согласно СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [11], предел огнестойкости строительных конструкций и класс конструктивной пожарной опасности должны быть не менее указанных в следующих таблицах 1.3, 1.4.

Таблица 1.3 - Пределы огнестойкости строительных конструкций

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные	Элементы бесчердачных покрытий		Лестничные клетки	
				Настилы (в том числе с утеплителем)	балки, прогоны	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60

Стены выше уровня земли - из кирпича К 100/25 по ГОСТ 530-2012 [45] колодцевой кладки $\delta=640$ мм на растворе М75 с утеплением плитами ТЕХНОБЛОК, $\rho=45$ кг/м³, $\delta=120$ мм - предел огнестойкости более 5,5 часов.

Таблица 1.4 - Класс пожарной опасности строительных конструкций

Класс конструктивной пожарной	Класс пожарной опасности строительных конструкций, не ниже				
	Несущие стержневые	Стены наружные	Стены, перегородки,	Стены лестничных клеток	Марши и площадки

опасности здания	элементы (колонны, ригели, фермы и др.)	с внешней стороны	перекрытия и бесчердачные покрытия	и противопожарные преграды	лестниц в лестничных клетках
C1	K1	K2	K1	K0	K0

Стены цокольного этажа ($\delta=600$ мм) ниже уровня земли выполнены из блоков ФБС по ГОСТ 13579-2018 [46], с утеплением по периметру плитами ТехноПлекс 35 с толщиной слоя 80мм (номинальная плотность 30-38 кг/м³, теплопроводность 0,028 Вт/м С°) - предел огнестойкости более 3 часов.

Перекрытия — железобетонные плиты толщиной 220 мм — предел огнестойкости более 3 часов.

1.6.3 Описание и обоснование проектных решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей в проектируемом здании достигается проектными решениями, принятыми в соответствии с обязательными требованиями действующих законодательных и нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе – добровольного применения.

Параметры эвакуационных путей, выходов, коридоров соответствуют нормам.

Проектными решениями предусматривается:

Предусмотрена АУПС.

Предусмотрена возможность тушения пожара — наружное пожаротушение, осуществляется от двух существующих пожарных гидрантов и пожарного водоема $V = 75$ м³, расположенных на расстоянии 180-200 м от проектируемого жилого дома.

Расстояние до ближайшей пожарной части — 1,3 км.

Высота ограждений лестниц, используемых детьми, площадок и других мест опасных перепадов высот в здании предусматривается не менее 1,5 м, без горизонтального членения, с просветом между вертикальными элементами не более 0,1 м.

Ограждения выполняются непрерывными, оборудованными поручнями на высоте 0,5 м и рассчитанными на восприятие нагрузок не менее 0,3 кН/м.

Уклон маршей лестниц на путях эвакуации надземных этажей принят не более 1:2 [7]. Число подъемов в одном марше между площадками выбирается не менее 3 и не более 16. Марши лестничных клеток выполняются с шириной проступи не менее 25 см, высотой ступеней не более 22 см (СП 1.13130.2009).

На путях эвакуации проектом не предусматривается устройство винтовых лестниц, лестниц полностью или частично криволинейных в плане, разрезных

лестничных площадок, а также забежных и криволинейных ступеней, ступеней с различной шириной приступи и различной высоты в пределах марша лестницы и лестничной клетки.

Лестничные клетки предусматриваются с оконными проемами в наружных стенах, площадь открывающихся створок (полотен) предусматривается не менее 1,2 м² на этаже, устройства для открывания окон располагаются не выше 1,7 м от уровня площадки лестничной клетки.

В лестничных клетках не предусмотрено устройство встроенных шкафов, кроме шкафов для коммуникаций, открыто проложенных электрических кабелей, проводов (за исключением электропроводки для слаботочных устройств) для освещения лестничных клеток, а также оборудования, выступающего из плоскости стен на высоте до 2,2 м от поверхности приступей и площадок лестниц.

Пожарная опасность применяемых на путях эвакуации строительно-отделочных материалов соответствует нормируемой.

1.6.4 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара

- между маршрутами лестниц и между поручнями ограждений лестничных маршей предусматривается зазор шириной в плане в свету не менее 75 мм.

- ближайшая пожарная часть находится на расстоянии 1,3 км от объекта строительства.

- для подъезда к жилому дому предусмотрен основной проезд в 2 полосы, шириной 3,5 метра каждая с шириной пешеходной части не менее 1 метра. В пределах фасадов, имеющих входы, предусмотрены проезды шириной 6-8 метров.

- расстояние от края основной проезжей части улиц, местных или боковых проездов до линии застройки жилого дома составляет менее 25 метров.

1.6.5 Сведения о категории зданий, сооружений, помещений, оборудования и наружных установок по признаку взрывопожарной и пожарной опасности

В соответствии с требованиями [13, п.4.2] категории помещений определяются исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Здание 46 квартирного жилого дома:

- степень огнестойкости II;

- класс конструктивной пожарной опасности С1;
- класс функционально пожарной опасности Ф1.3.

1.6.6 Описание и обоснование противопожарной защиты (автоматических установок пожаротушения, пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, внутреннего противопожарного водопровода, противодымной защиты)

Для обеспечения пожарной безопасности жильцов и в соответствии со СП 54.13330.2016 [1] предусмотрено оборудовать все помещения квартир, кроме санузлов и ванных комнат автономными оптико-электронными пожарными извещателями типа ИП212-50М, которые устанавливаются на потолке или на стене не ниже 0,3 м от потолка с учётом габаритов извещателя. Питание извещателя предусмотрено от элемента питания типа «крона», который устанавливается в извещатель.

1.7 Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов

Проектные решения приняты согласно требованиям СП 42.13330.2016 «Градостроительство, Планировка и застройка городских и сельских поселений» [47] вводная часть, СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» [14].

Генеральный план и благоустройство территории выполнено с учетом создания условий для инвалидов и маломобильных групп населения:

- покрытие территории выполнено гладким с уклоном, не превышающем требования ВСН;
- перед входом выполнены пандус и скамья;
- на преддомовой территории предусмотрена автопарковка со специальными местами для автотранспорта маломобильных групп;
- дворовая территория снабжена пандусами и широкими ступеньками;
- перед входами установлены скамейки для отдыха.

2 Расчетно-конструктивный раздел в т. ч. проектирование фундаментов

2.1 Конструктивное решение

Конструктивная тип здания – бескаркасный (с несущими стенами).

Конструктивная схема здания - совмещенная, с опиранием перекрытий на продольные и поперечные стены.

Фундаменты – сборные ленточные

Стены подвала из сборных бетонных блоков.

Наружные стены - кирпичная кладка из полнотелого кирпича 380 мм с облицовкой лицевым керамическим кирпичом по утеплителю из минераловатных плит.

Плиты перекрытия - пустотные железобетонные сборные толщиной 220 мм.

2.2 Проектирование железобетонной многопустотной плиты перекрытия

Проектируемая панель междуэтажного перекрытия эксплуатируется при нормальной температуре (отапливаемое помещение) в неагрессивной среде с влажностью не выше 75%. Расчет арматуры осуществляется с учётом предварительного напряжения.

Размеры плиты номинальные 1,49x6,85 м.

Рабочая арматура:

Класс напрягаемой арматуры A600;

$R_s = 520 \text{ МПа}$;

$R_{s,n} = 600 \text{ МПа}$;

$E_s = 20 \cdot 10^4 \text{ МПа}$.

Для переменной стержней арматуры B500:

$R_s = 435 \text{ МПа}$;

$R_{s,n} = 500 \text{ МПа}$;

$R_{sw} = 300 \text{ МПа}$.

Бетон:

Класс бетона – B25;

$R_b = 14,5 \text{ МПа}$;

$R_{bt} = 1,05 \text{ МПа}$;

$R_{b,ser} = 18,5 \text{ МПа}$;

$R_{bt,ser} = 1,55 \text{ МПа}$;

$E_b = 30 \cdot 10^3 \text{ МПа}$;

$\gamma_{b1} = 0,9$.

Принимаем предварительно диаметр напрягаемой арматуры $d = 14 \text{ мм}$ и защитный слой 20 мм.

Подсчет нагрузок, действующих на 1 м^2 плиты, производим в таблице 2.1. Временную эксплуатационную нагрузку принимаем согласно [10, табл. 8.3].

Таблица 2.1 -Сбор нагрузок на 1 м² горизонтальной поверхности.

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Линолеум на вспененной теплозвукоизоляционной основе ГОСТ 18108-2016 на мастике, $\delta = 5$ мм;	0,09	1,2	0,108
2	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
3	Звукоизоляция - плита П-175 (ГОСТ 9573-2012), $\delta = 40$ мм;	0,07	1,2	0,084
4	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
5	Многопустотная сборная плита перекрытия с омоноличиванием швов ПК68.15-7а IVт, $\delta = 220$ мм	5,5	1,1	6,05
	Итого постоянная нагрузка g	6,74		7,646
Временная нагрузка				
1	Кратковременная нагрузка V_{sh}	0,5	1,3	0,65
2	Длительная нагрузка V_{lon}	1	1,3	1,3
	Итого временная нагрузка V	1,5		1,95
	Полная нагрузка q_{tot}	8,24		9,596

Нагрузка на 1 погонный метр длины плиты при номинальной её ширине 1,49 м с учетом коэффициента надежности по ответственности здания $\gamma_p = 1,0$:

- расчетная постоянная $g = 7,646 \cdot 1,49 \cdot 1,0 = 11,39$ кН/м;
- расчетная полная $q_{tot} = 9,596 \cdot 1,49 \cdot 1,0 = 14,30$ кН/м;
- нормативная постоянная $g_n = 6,74 \cdot 1,49 \cdot 1,0 = 10,0$ кН/м;
- нормативная полная $q_{tot,n} = 8,24 \cdot 1,49 \cdot 1,0 = 12,30$ кН/м;
- нормативная постоянная и длительная $(g_n + V_{lon,n}) = (6,74 + 1) \cdot 1,49 \cdot 1,0 = 11,53$ кН/м.

2.3 Определение внутренних усилий

Расчетный пролет плиты:

$$l_0 = 6,85 - 0,12 - 0,12 - 0,01 - 0,01 = 6,59 \text{ м.}$$

Расчетная ширина плиты

Согласно расчетной схеме, представленной на рисунке 2.1, определяем моменты и поперечные силы.

Плита рассчитывается как однопролетная шарнирно-опертая балка, загруженная равномерно-распределенной нагрузкой.

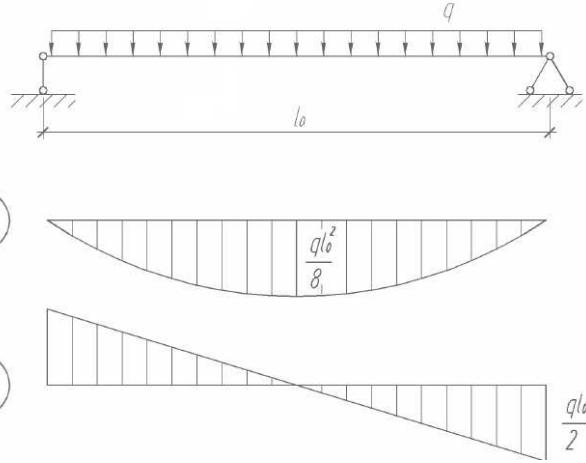


Рисунок 2.1 – Расчетная схема плиты

Момент от полной расчетной нагрузки, M_{tot} , кН · м, определим по формуле

$$M_{tot} = \frac{q_{tot} \cdot l_0^2}{8}, \quad (2.1)$$

где q_{tot} – полная расчетная нагрузка, кН;

l_0 – расчетная длина плиты перекрытия, м.

Принимаем: $q_{tot} = 14,30$ кН/м; $l_0 = 6,59$ м. Подставляем в формулу (2.1), получаем

$$M_{tot} = \frac{14,3 \cdot 6,59^2}{8} = 77,63 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Поперечную силу от полной расчетной нагрузки, Q_{tot} , кН·м, определим по формуле

$$Q_{tot} = \frac{q_{tot} \cdot l_0}{2}, \quad (2.2)$$

где q_{tot} – то же, что и в формуле (2.1);

l_0 – то же, что и в формуле (2.1);

Принимаем: $q_{tot} = 14,30$ кН/м; $l_0 = 6,59$ м. Подставляем в формулу (2.2), получаем

$$Q_{tot} = \frac{14,30 \cdot 6,59}{2} = 47,12 \text{ кН.}$$

Момент от полной нормативной нагрузки, M_n , кН·м, определим по формуле (2.1).

Принимаем: $q_{tot,n} = 12,30$ кН/м; $l_0 = 6,59$ м. Подставляем в формулу (2.1), получаем

$$M_n = \frac{12,30 \cdot 6,59^2}{8} = 66,77 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Момент от нормативной постоянной и длительной нагрузки, $M_{n.l}$, кН·м, определим по формуле (2.1).

Принимаем: $(g_n + V_{lon.n}) = 11,53$ кН/м; $l_0 = 6,59$ м. Подставляем в формулу (2.1), получаем

$$M_{n.l} = \frac{11,53 \cdot 6,59^2}{8} = 62,59 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

2.4 Определение расчетным геометрических характеристик

Расчетное (эквивалентное) сечение плиты показано на рисунке 2.2.

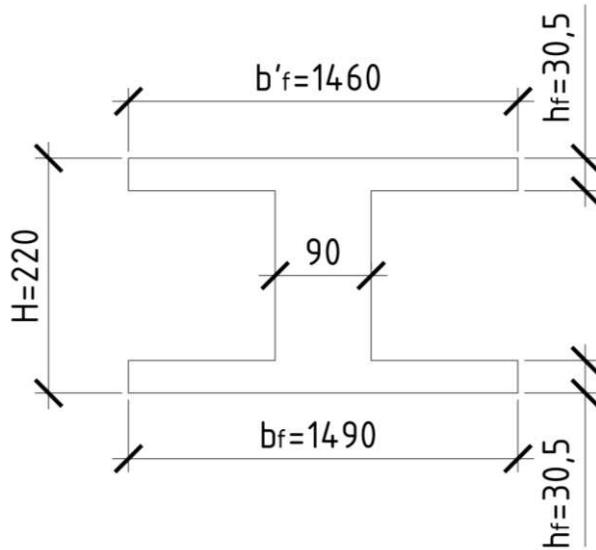


Рисунок 2.2 – Расчетное сечение плиты

К геометрическим характеристикам расчетного сечения относятся:

Ширина плиты b_f , мм, равна:

$$b_f = 1490 \text{ мм.}$$

Приведенная высота/ширина пустоты $h = b$, мм, равна

$$h = b = 159 \text{ мм.}$$

Суммарная площадь пустот, $A_{пуст}$, см^2 , определяется по формуле

$$A_{пуст} = \pi \cdot n \cdot r^2, \quad (2.3)$$

где r – радиус пустоты, мм;

n – количество пустот, шт.

Принимаем $r = 79,5$ мм; $n = 7$. Подставляем в формулу (2.3), получаем

$$A_{\text{пуст}} = 3,14 \cdot 7 \cdot 7,95^2 = 1389,19 \text{ см}^2.$$

Толщина верхней и нижней полок, h'_f, h_f , мм, определяется по формуле

$$h'_f = h_f = \frac{H-h}{2}, \quad (2.4)$$

где H – высота сечения, мм;

h – приведенная высота пустоты, мм.

Принимаем: $h = 159$ мм; $H = 220$ мм. Подставляем в формулу (2.4), получаем

$$h'_f = \frac{220-159}{2} = 30,5 \text{ мм.}$$

Рабочая высота сечения h_0 , мм:

$$h_0 = H - a, \quad (2.5)$$

где H – то же, что и в формуле (2.4);

a – расстояние от центра тяжести арматуры до нижней грани, мм.

Принимаем: $H = 220$ мм; $a = 20$ мм. Подставляем в формулу (2.5), получаем

$$h_0 = 220 - 20 = 200 \text{ мм.}$$

Рабочая ширина сечения b'_f , мм:

$$b'_f = b_f - a, \quad (2.6)$$

где b_f – ширина сечения, мм;

a – то же, что и в формуле (2.5).

Принимаем: $b_f = 1490$ мм; $a = 20$ мм. Подставляем в формулу (2.6), получаем

$$b'_f = 1490 - 20 = 1470 \text{ мм.}$$

Ширина сечения без пустот определяется по формуле

$$b_0 = b_f - b \cdot n, \quad (2.7)$$

где b_f – то же, что и в формуле (2.6);

b – ширина пустоты, мм;

n – то же, что и в формуле (2.3).

Принимаем: $b_f = 1490$ мм; $b = 159$ мм; $n = 7$ шт. Подставляем в формулу (2.7), получаем

$$b_0 = 1490 - 159 \cdot 7 = 377 \text{ мм.}$$

2.5 Расчет по прочности нормального сечения при действии изгибающего момента

При расчете по прочности расчетное поперечное сечение плиты принимается тавровым с полкой в сжатой зоне (свесы полок в растянутой зоне не учитываются).

При расчете принимается вся ширина верхней полки $b'_f = 147$ см, так как

$$\frac{b'_f - b}{2} \leq \frac{1}{6}l, \quad (2.8)$$

где b'_f - рабочая ширина сечения, мм;

b – то же, что и в формуле (2.7);

l – конструктивная длина плиты, мм.

Принимаем: $b'_f = 1470$ мм; $b = 377$ мм; $l = 6850$ мм. Подставляем в формулу (2.8), получаем

$$\frac{1470 - 377}{2} = 546,5 \text{ мм} < \frac{1}{6} \cdot 6850 = 1141,67 \text{ мм.}$$

Положение границы сжатой зоны определяется из условия:

$$M_{tot} \leq M_{x=h_f} = \gamma_{b1} \cdot R_b \cdot b'_f \cdot h'_f \cdot (h_0 - 0,5 \cdot h'_f), \quad (2.9)$$

где M_{tot} – момент от полной расчетной нагрузки, кН·м;

$M_{x=h_f}$ – момент внутренних сил в нормальном сечении плиты, при котором нейтральная ось проходит по нижней грани сжатой полки, кН·м;

γ_{b1} – коэффициент условий работы для бетонных и железобетонных конструкций;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, кН/см²;

b'_f – рабочая ширина сечения плиты, мм;

h'_f – толщина верхней и нижней полок, мм;

h_0 – рабочая высота сечения, мм.

Если это условие выполняется, граница сжатой зоны проходит в полке, и площадь растянутой арматуры определяется как для прямоугольного сечения шириной, равной b'_f .

Принимаем: $M_{tot} = 7763$ кН·см; $\gamma_{b1} = 0,9$; $R_b = 1,45$ кН/см²; $b'_f = 147$ см; $h'_f = 3,05$ см; $h_0 = 20$ см. Подставляем в формулу (2.9), получаем

$$7763 \text{ кН} \cdot \text{см} < 0,9 \cdot 1,45 \cdot 147 \cdot 3,05 \cdot (20 - 0,5 \cdot 3,05) = 10809,66 \text{ кН} \cdot \text{см}$$

Условие выполнено, т.е. расчет ведем как для прямоугольного сечения.
Коэффициент α_m определим по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_{tot}}{\gamma_{b1} \cdot R_b \cdot b'_f \cdot h_0^2}, \quad (2.10)$$

где M_{tot} – то же, что и в формуле (2.9);

γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.9);

R_b – то же, что и в формуле (2.9);

b'_f – то же, что и в формуле (2.9);

h_0 – то же, что и в формуле (2.9).

Принимаем: $M_{tot} = 7763 \text{ кН} \cdot \text{см}$; $R_b = 1,45 \text{ кН}/\text{см}^2$; $b'_f = 147 \text{ см}$; $h_0 = 20 \text{ см}$;
 $\gamma_{b1} = 0,9$. Подставляем в формулу (2.10), получаем

$$\alpha_m = \frac{7763}{0,9 \cdot 1,45 \cdot 147 \cdot 20^2} = 0,101.$$

Относительная высота сжатой зоны бетона ξ определяется по формуле

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \alpha_m}, \quad (2.11)$$

где α_m – коэффициент.

Принимаем $\alpha_m = 0,101$. Подставляем в формулу (2.11), получаем:

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,101} = 0,107.$$

Должно выполняться условие

$$\xi \leq \xi_R, \quad (2.12)$$

где ξ – относительная высота сжатой зоны бетона;

ξ_R – граничная относительная высота сжатой зоны бетона.

Определяем граничное значение относительной высоты сжатой зоны по формуле:

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}}, \quad (2.13)$$

где ε_{b2} – относительная деформация сжатого бетона при напряжениях, равных R_b , принимаемая равной 0,0035.

$\varepsilon_{s,el}$ – относительная деформация арматуры растянутой зоны, вызванная внешней нагрузкой при достижении в этой арматуре напряжения, равного R_s .

Для арматуры с условным пределом текучести значение определяется по формуле

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s + 400 - \sigma_{sp}}{E_s}, \quad (2.14)$$

где R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа;

σ_{sp} – предварительное напряжение в арматуре с учетом всех потерь и коэффициентом $\gamma_{sp} = 0,9$, МПа;

E_s – модуль упругости арматуры, МПа.

Предварительное напряжение арматуры определяем по формуле

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot R_{s,n}, \quad (2.15)$$

где $R_{s,n}$ – нормативное значение сопротивления растяжению (2.14).

Принимаем $R_{s,n} = 600$ МПа. Подставляем в формулу (2.15), получаем

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot 600 = 540 \text{ МПа.}$$

Так как минимальные потери напряжений 100 МПа, то в формулу σ_{sp} вводим с коэффициентом $\gamma_{sp} = 0,9$; т.е.

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot 540 - 100 = 386 \text{ МПа.}$$

Принимаем $R_s = 520$ МПа; $\sigma_{sp} = 386$ МПа. Подставляем в формулу (2.14), получаем

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{520 + 400 - 386}{20 \cdot 10^4} = 0,00267.$$

Принимаем $\varepsilon_{b2} = 0,0035$; $\varepsilon_{s,el} = 0,00267$. Подставляем в формулу (2.13), получаем

$$\xi_R = \frac{0,8}{1 + \frac{0,00267}{0,0035}} = 0,454.$$

Принимаем: $\xi = 0,107$; $\xi_R = 0,454$. Подставляем в формулу (2.12), получаем

$$0,107 < 0,454.$$

Условие выполнено.

Находим требуемую площадь напрягаемой арматуры $A_{sp,ef}$, см^2 , находим по формуле:

$$A_{sp,ef} = \frac{\gamma_{b1} \cdot R_b \cdot b'_f \cdot \xi \cdot h_0}{R_s \cdot \gamma_{s3}}, \quad (2.16)$$

где R_b – то же, что и в формуле (2.9);

γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.9);

γ_{s3} – коэффициент условий работы.

b'_f – то же, что и в формуле (2.7);

ξ – то же, что и в формуле (2.12);

h_0 – то же, что и в формуле (2.9).

В соответствии с требованием [4, п. 3.9], при расчете элементов с высокопрочной арматурой класса А600 при соблюдении условия $\xi < \xi_R$ расчетное сопротивление арматуры R_{sp} должно быть умножено на коэффициент γ_{s3} .

$$\gamma_{s3} = 1,25 - 0,25 \cdot \frac{\xi}{\xi_R}, \quad (2.17)$$

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

ξ_R – то же, что и в формуле (2.12).

Принимаем:

$$\gamma_{s3} = 1,25 - 0,25 \cdot \frac{0,107}{0,454} = 1,19.$$

Если $\frac{\xi}{\xi_R} < 0,6$, что для плит практически всегда соблюдается, можно принимать максимальное значение этого коэффициента, т.е. $\gamma_{s3} = 1,1$.

Принимаем: $\gamma_{b1} = 0,9$; $\gamma_{s3} = 1,1$; $R_b = 1,45 \text{ кН/см}^2$; $b'_f = 147 \text{ см}$; $\xi = 0,107$; $h_0 = 20 \text{ см}$. Подставляем в формулу (2.16), получаем

$$A_{sp,ef} = \frac{0,9 \cdot 1,45 \cdot 147 \cdot 0,107 \cdot 20}{52 \cdot 1,1} = 7,18 \text{ см}^2.$$

В соответствии с полученной площадью сечения по сортаменту принимаем 5Ø14А-600 с $A_s = 7,69 \text{ см}^2$.

2.6 Расчет по прочности наклонных сечений

Расчет предварительно напряженных элементов по сжатой бетонной полосе между наклонными сечениями производят из условия

$$Q_{tot} \leq \varphi_{b1} \cdot \gamma_{b1} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0, \quad (2.18)$$

где R_b – то же, что и в формуле (2.9);

φ_{b1} - коэффициент, принимаемый равным 0,3;

γ_{b1} - то же, что и в формуле (2.9);

b – то же, что и в формуле (2.7);

h_0 – то же, что и в формуле (2.9);

Q_{tot} – поперечная сила, действующая в нормальном сечении на расстоянии от опоры не менее h_0 кН.

Принимаем: $Q_{tot} = 47,12$ кН; $\gamma_{b1} = 0,9$; $\varphi_{b1} = 0,3$; $R_b = 1,45$ кН/см²; $b = 37,7$ см; $h_0 = 20$ см. Подставляем в формулу (2.18) и проверяем условие

$$Q_{tot} = 47,12 \text{ кН} \leq 0,3 \cdot 0,9 \cdot 1,45 \cdot 37,7 \cdot 20 = 295,19 \text{ кН.}$$

Условие выполняется.

Расчет предварительно напряженных изгибающихся элементов по наклонному сечению производят из условия

$$Q_{tot} \leq Q_b + Q_{sw}, \quad (2.19)$$

где Q_{tot} – то же, что и в формуле (2.18);

Q_b - поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении, кН;

Q_{sw} - поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой в наклонном сечении, кН.

Поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении, определяется по формуле

$$Q_b = 0,5 \cdot \gamma_{b1} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0, \quad (2.20)$$

где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, кН/см²;

γ_{b1} - то же, что и в формуле (2.9);

b – то же, что и в формуле (2.7);

h_0 – то же, что и в формуле (2.9);

Принимаем: $R_{bt} = 0,105$ кН/см²; $\gamma_{b1} = 0,9$; $b = 37,7$ см; $h_0 = 20$ см. Подставляем в формулу (2.20), получаем

$$Q_b = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,105 \cdot 37,7 \cdot 20 = 35,63 \text{ кН}$$

Действующая в сечении поперечная сила $Q_{tot} = 47,12$ кН $> Q_{b,min} = 35,63$ кН, следовательно необходимо установка поперечной арматуры по расчету (если поперечная сила, действующая в сечение меньше чем $Q_{b,min}$, то поперечную арматуру можно не устанавливать).

Допускается производить расчет наклонных сечений, не рассматривая наклонные сечения при определении поперечной силы от внешней нагрузки, из условия

$$Q_{tot} \leq Q_{b1} + Q_{sw1}, \quad (2.21)$$

где $Q_{b1} = Q_{b,min}$ – то же, что и в формуле (2.19);
 Q_{sw1} – то же, что и в формуле (2.19).

Поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой в наклонном сечении, определяется по формуле

$$Q_{sw1} = q_{sw} \cdot h_0 = Q_{tot} - Q_{b1}, \quad (2.22)$$

где q_{sw} – усилие в поперечной арматуре на единицу длины элемента, кН/см;
 h_0 – то же, что и в формуле (2.9);
 $Q_{b1} = Q_{b,min}$ – то же, что и в формуле (2.19);
 Q_{tot} – то же, что и в формуле (2.18).

Принимаем: $Q_{tot} = 47,12$ кН; $Q_{b1} = 35,63$ кН. Подставляем в формулу (2.22), получаем

$$Q_{sw1} = 47,12 - 35,63 = 11,49 \text{ кН.}$$

Выражает q_{sw} из формулы (2.22). Принимаем: $Q_{sw1} = 11,49$ кН; $h_0 = 20$ см. Подставляем и получаем

$$q_{sw} = \frac{11,49}{20} = 0,57 \text{ кН/см.}$$

Поперечная арматура учитывается в расчете, если

$$q_{sw} \geq q_{sw,min} = 0,25 \cdot \gamma_{b1} \cdot R_{bt} \cdot b, \quad (2.23)$$

где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению, кН/см²;
 γ_{b1} – то же, что и в формуле (2.9);
 b – то же, что и в формуле (2.7);
 q_{sw} – то же, что и в формуле (2.22).

Принимаем: $R_{bt} = 0,105$ кН/см²; $\gamma_{b1} = 0,9$; $b = 37,7$ см. Подставляем в формулу (2.23), проверяем условие

$$q_{sw} = 0,57 \text{ кН/см} < 0,25 \cdot 0,9 \cdot 0,105 \cdot 37,7 = 0,891 \text{ кН/см}$$

Так как условие не выполнено, то принимаем $q_{sw} = 0,891$ кН/см.

Площадь сечения поперечной арматуры, расположенной в одной нормальной к продольной оси элемента плоскости, пересекающей наклонное сечение определяется по формуле

$$A_{sw} = \frac{q_{sw} \cdot s_w}{R_{sw}}, \quad (2.24)$$

где q_{sw} – то же, что и в формуле (2.22);

s_w – шаг поперечной арматуры, см;

R_{sw} - расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению, кН/см².

Принимаем: $q_{sw} = 0,891$ кН/см; $s_w = 10$ см; $R_{sw} = 30$ кН/см².

Подставляем в формулу (2.24), получаем

$$A_{sw} = \frac{0,891 \cdot 10}{30} = 0,297 \text{ см}^2.$$

Принимаем на припорных участках плиты по четыре каркаса длинной равной 1/4 продольного размера плиты с поперечной рабочей арматурой, расположенной с шагом $s_w = 10$ см. Для 3Ø4B500 в одном сечении имеем $A_{sw,ef} = 0,377$ см².

Корректируем значения q_{sw} по формуле (2.24).

$$q_{sw} = \frac{30 \cdot 0,377}{10} = 1,131 \text{ кН/см.}$$

Отсюда Q_{sw1} равно

$$Q_{sw1} = 1,131 \cdot 20 = 22,62 \text{ кН.}$$

Принимаем: $Q_{b1} = 35,63$ кН; $Q_{sw1} = 22,62$ кН. Подставляем в формулу (2.21) и проверяем прочность

$$Q_{tot} = 47,12 \text{ кН} < 35,63 + 22,62 = 58,25 \text{ кН}$$

Условие выполнено, отсюда следует, что прочность по наклонным сечениям обеспечена.

2.7 Расчет плиты по предельным состояниям второй группы

2.7.1 Определение геометрических характеристик приведенного сечения

Круглое очертание пустот заменим эквивалентным квадратным со стороной равной

$$c = 0,9 \cdot d, \quad (2.25)$$

где d – диаметр пустоты, см².

Принимаем $d = 15,9$ см. подставляем в формулу (2.25), получаем

$$c = 0,9 \cdot 15,9 = 14,3 \text{ см.}$$

Размеры расчетного двутаврового сечения:

$$\begin{aligned} h'_f &= h_f = (22 - 14,3) \cdot 0,5 = 3,85 \text{ см}; \\ b &= 147 - 14,3 \cdot 7 = 46,9 \text{ см}; \\ b'_f &= 147 \text{ см}; \\ b_f &= 149 \text{ см}. \end{aligned}$$

Коэффициент α определяется по формуле

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}, \quad (2.26)$$

где E_s – модуль упругости арматуры, МПа;

E_b – модуль упругости бетона, МПа.

Принимаем: $E_s = 2 \cdot 10^5$ МПа; $E_b = 30 \cdot 10^3$ МПа. Подставляем в формулу (2.26), получаем

$$\alpha = \frac{2 \cdot 10^5}{30 \cdot 10^3} = 6,67.$$

Площадь приведенного сечения определена по формуле

$$A_{red} = A + \alpha \cdot A_s = b'_f \cdot h'_f + b_f \cdot h_f + b \cdot c + \alpha \cdot A_{sp}, \quad (2.27)$$

где A – площадь сечения бетона, см²;

α – отношение соответствующих модулей упругости арматуры и бетона;

A_s – площадь сечения арматуры, см²;

b_f – то же, что и в формуле (2.6);

b'_f – то же, что и в формуле (2.7);

b – то же, что и в формуле (2.7);

$h'_f = h_f$ – то же, что и в формуле (2.9);

c – сторона квадрата, см;

A_{sp} – площадь сечения напрягаемой арматуры, см².

Принимаем: $b'_f = 147$ см; $h'_f = 3,85$ см; $b_f = 149$ см; $h_f = 3,85$ см; $b = 46,9$ см; $c = 14,3$ см; $\alpha = 6,67$; $A_{sp} = 7,69$ см². Подставляем в формулу (2.27), получаем

$$A_{red} = 147 \cdot 3,85 + 149 \cdot 3,85 + 46,9 \cdot 14,3 + 6,67 \cdot 7,69 = 1861,56 \text{ см}^2.$$

Статический момент приведенного сечения относительно нижней грани определяется по формуле

$$S_{red} = b'_f \cdot h'_f \cdot (H - 0,5 \cdot h'_f) + b_f \cdot h_f \cdot 0,5 \cdot h_f + b \cdot c \cdot 0,5 \cdot H + \alpha \cdot A_{sp} \cdot a, \quad (2.28)$$

где α – то же, что и в формуле (2.27);
 b_f – то же, что и в формуле (2.6);
 b – то же, что и в формуле (2.7);
 b'_f – то же, что и в формуле (2.7);
 $h'_f = h_f$ - то же, что и в формуле (2.9);
 c – то же, что и в формуле (2.27);
 H - то же, что и в формуле (2.4);
 A_{sp} – то же, что и в формуле (2.27);
 a – защитный слой, см.

Принимаем: $b'_f = 147$ см; $h'_f = 3,85$ см; $b_f = 149$ см; $h_f = 3,85$ см; $b = 46,9$ см; $c = 14,3$ см; $H = 22$ см; $\alpha = 6,67$; $a = 2$ см; $A_{sp} = 7,69$ см².
Подставляем в формулу (2.28), получаем

$$S_{red} = 147 \cdot 3,85 \cdot (22 - 0,5 \cdot 3,85) + 149 \cdot 3,85 \cdot 0,5 \cdot 3,85 + 46,9 \cdot 14,3 \cdot 0,5 \cdot 22 + 6,67 \cdot 7,69 \cdot 2 = 19945,68 \text{ см}^3.$$

Удаление центра тяжести сечения от его нижней грани определяем по формуле

$$y_0 = \frac{S_{red}}{A_{red}}, \quad (2.29)$$

где S_{red} - статический момент приведенного сечения относительно нижней грани, см³;

A_{red} - площадь приведенного сечения, см².
Принимаем: $S_{red} = 19945,68$ см³; $A_{red} = 1861,56$ см². Подставляем в формулу (2.29), получаем

$$y_0 = \frac{19945,68}{1861,56} = 10,71 \text{ см.}$$

Момент инерции приведенного сечения относительно его центра тяжести определяем по формуле

$$I_{red} = \frac{b'_f \cdot (h'_f)^3}{12} + b'_f \cdot h'_f \cdot (H - y_0 - 0,5 \cdot h'_f)^2 + \frac{b \cdot c^3}{12} + b \cdot c \cdot (0,5 \cdot H - y_0)^2 + \frac{b_f \cdot (h_f)^3}{12} + b_f \cdot h_f (y_0 - 0,5 \cdot h_f)^2 + \alpha \cdot A_{sp} \cdot (y_0 - a)^2, \quad (2.30)$$

где b'_f – то же, что и в формуле (2.7);
 b_f – то же, что и в формуле (2.6);
 b – то же, что и в формуле (2.7);
 A_{sp} – то же, что и в формуле (2.27);
 α – то же, что и в формуле (2.27);

$h'_f = h_f$ - то же, что и в формуле (2.9);

y_0 - удаление центра тяжести сечения от его нижней грани, см;

H - то же, что и в формуле (2.4).

Принимаем: $b'_f = 147$ см; $h'_f = 3,85$ см; $b_f = 149$ см; $h_f = 3,85$ см; $b = 46,9$ см; $c = 14,3$ см; $H = 22$ см; $\alpha = 6,67$; $a = 2$ см; $A_{sp} = 7,69$ см². Подставляем в формулу (2.30), получаем

$$I_{red} = \frac{147 \cdot (3,85)^3}{12} + 147 \cdot 3,85 \cdot (22 - 10,71 - 0,5 \cdot 3,85)^2 + \frac{46,9 \cdot (14,3)^3}{12} + \\ 46,9 \cdot 14,3 \cdot (0,5 \cdot 22 - 10,71)^2 + \frac{149 \cdot (3,85)^3}{12} + 149 \cdot 3,85 \cdot (10,71 - 0,5 \cdot 3,85)^2 + \\ 6,67 \cdot 7,69 \cdot (10,71 - 2)^2 = 110961,85 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления приведенного сечения по нижней грани определяется по формуле

$$W_{red} = \frac{I_{red}}{y_0}, \quad (2.31)$$

где I_{red} - момент инерции приведенного сечения, см⁴;

y_0 - то же, что и в формуле (2.30).

Принимаем: $I_{red} = 110961,85$ см⁴; $y_0 = 10,71$ см. Подставляем в формулу (2.31), получаем

$$W_{red} = \frac{110961,85}{10,71} = 10360,58 \text{ см}^3.$$

То же, по верхней грани:

$$W_{red}^{sup} = \frac{I_{red}}{H - y_0}, \quad (2.32)$$

где I_{red} - то же, что и в формуле (2.31);

H - то же, что и в формуле (2.4);

y_0 - то же, что и в формуле (2.30).

Принимаем: $I_{red} = 110961,85$ см⁴; $H = 22$ см; $y_0 = 10,71$ см. Подставляем в формулу (2.32), получаем

$$W_{red}^{sup} = \frac{110961,85}{22 - 10,71} = 9828,33 \text{ см}^3.$$

2.7.2 Определение потерь предварительного напряжения арматуры

Первые потери предварительного напряжения включают потери от релаксации напряжений в арматуре, потери от температурного перепада при термической обработке конструкций, потери от деформации анкеров и деформации формы (упоров).

Вторые потери предварительного напряжения включают потери от усадки и ползучести бетона при натяжении арматуры на упоры.

Способ натяжения арматуры электротермический

Находим первые потери по формуле:

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \Delta\sigma_{sp1} + \Delta\sigma_{sp2} + \Delta\sigma_{sp3} + \Delta\sigma_{sp4}, \quad (2.33)$$

где $\Delta\sigma_{sp1}$ – потери от релаксации напряжений в арматуре, МПа;

$\Delta\sigma_{sp2}$ – потери от температурного перепада, МПа;

$\Delta\sigma_{sp3}$ – потери от деформации формы, МПа;

$\Delta\sigma_{sp4}$ – потери от деформации анкеров, МПа.

Потери от релаксации напряжений арматуры $\Delta\sigma_{sp1}$ определяют для арматуры классов А600-А1000 при электротермическом способе натяжения в соответствии с п. 9.1 [5]. Определяем их по формуле

$$\Delta\sigma_{sp1} = 0,03 \cdot \sigma_{sp}, \quad (2.34)$$

где σ_{sp} – предварительные напряжения, МПа.

Принимаем $\sigma_{sp} = 540$ МПа. Подставляем в формулу (2.34), получаем

$$\Delta\sigma_{sp1} = 0,03 \cdot 540 = 16,2 \text{ МПа.}$$

Потери от температурного перепада $\Delta\sigma_{sp2}$, МПа, в агрегатной технологии отсутствуют, следовательно:

$$\Delta\sigma_{sp2} = 0.$$

Потери от деформации формы $\Delta\sigma_{sp3}$, МПа, учитываются в расчете требуемого удлинения при электрическом натяжении, следовательно:

$$\Delta\sigma_{sp3} = 0.$$

Потери от деформации анкеров $\Delta\sigma_{sp4}$, МПа, учитываются при расчете удлинения, следовательно:

$$\Delta\sigma_{sp4} = 0.$$

Подставляем в формулу (2.33), получаем

$$\Delta\sigma_{sp(1)} = \Delta\sigma_{sp1} = 16,2 \text{ МПа} = 1,62 \text{ кН/см}^2.$$

Усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь $P_{(1)}$, кН, определим по формуле:

$$P_{(1)} = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp(1)}). \quad (2.35)$$

Принимаем: $A_{sp} = 7,69 \text{ см}^2$; $\sigma_{sp} = 54 \text{ кН/см}^2$; $\Delta\sigma_{sp(1)} = 1,62 \text{ кН/см}^2$. Подставляем в формулу (2.35), получаем

$$P_{(1)} = 7,69 \cdot (54 - 1,62) = 402,81 \text{ кН.}$$

Определяем вторые потери.

Потери от усадки бетона:

$$\Delta\sigma_{sp5} = \varepsilon_{b,sh} \cdot E_s, \quad (2.36)$$

где $\varepsilon_{b,sh}$ – деформация усадки бетона.

Принимаем: $\varepsilon_{b,sh} = 0,0002$; $E_s = 20 \cdot 10^4 \text{ МПа}$. Подставляем в формулу (2.36), получаем

$$\Delta\sigma_{sp5} = 0,0002 \cdot 20 \cdot 10^4 = 40 \text{ МПа.}$$

Потери от ползучести бетона $\Delta\sigma_{sp6}$ определяются по формуле

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot \varphi_{b,cr} \cdot \alpha \cdot \sigma_{bp}}{1 + \alpha \cdot \mu_{sp} \left(1 + \frac{y_s^2 \cdot A_{req}}{I_{req}} \right) \cdot (1 + 0,8 \cdot \varphi_{b,cr})}, \quad (2.37)$$

где $\varphi_{b,cr}$ – коэффициент ползучести бетона при классе бетона В25 и нормальной влажности 40–75 % $\varphi_{b,cr} = 2,5$;

σ_{bp} – напряжение в бетоне на уровне центра тяжести, кН/см²;

μ_{sp} – коэффициент армирования;

y_s – расстояние между центрами тяжести напрягаемой арматуры и поперечного сечения ($y_s = e_{0p}$);

α – то же, что и в формуле (2.27);

I_{req} – то же, что и в формуле (2.31);

A_{req} – то же, что и в формуле (2.29).

Расстояние от точки приложения усилия предварительного обжатия до центра тяжести приведенного сечения определяется по формуле

$$e_{0p} = y_0 - a, \quad (2.38)$$

где y_0 – то же, что и в формуле (2.30);

a – то же, что и в формуле (2.27).

Принимаем: $y_0 = 10,71 \text{ см}$; $a = 2 \text{ см}$. Подставляем в формулу (2.38), получаем

$$e_{0p} = 10,71 - 2 = 8,71 \text{ см.}$$

Напряжение в бетоне на уровне центра тяжести определяется по формуле

$$\sigma_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red}} + \frac{P_{(1)} \cdot e_{0p} \cdot y}{I_{red}}, \quad (2.39)$$

где $P_{(1)}$ - усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь, кН;

e_{0p} - эксцентриситет усилия $P_{(1)}$ относительно центра тяжести приведенного сечения, см;

y - расстояние от центра тяжести приведенного сечения до рассматриваемого волокна: $y = e_{op} + 2$, см;

I_{red} - то же, что и в формуле (2.31);

A_{red} - то же, что и в формуле (2.29).

Принимаем: $P_{(1)} = 402,81$ кН; $A_{red} = 1861,56$ см²; $e_{0p} = 8,71$ см; $y = 10,71$ см; $I_{red} = 110961,85$ см⁴. Подставляем в формулу (2.39), получаем

$$\sigma_{bp} = \frac{402,81}{1861,56} + \frac{402,81 \cdot 8,71 \cdot 10,71}{110961,85} = 0,555 \text{ кН/см}^2 = 5,5 \text{ МПа.}$$

Коэффициент армирования определяется по формуле

$$\mu_{sp} = \frac{A_{sp}}{A_{red}}, \quad (2.40)$$

где A_{sp} - то же, что и в формуле (2.27);

A_{red} - то же, что и в формуле (2.29).

Принимаем: $A_{sp} = 7,69$ см²; $A_{red} = 1861,56$ см². Подставляем в формулу (2.40), получаем

$$\mu_{sp} = \frac{7,69}{1861,56} = 0,0041.$$

Подставляем в формулу (2.37), получаем

$$\Delta\sigma_{sp6} = \frac{0,8 \cdot 6,67 \cdot 2,5 \cdot 5,55}{1 + 6,67 \cdot 0,0041 \left(1 + \frac{8,71^2 \cdot 1861,56}{110961,85}\right) \cdot (1 + 0,8 \cdot 2,5)} = 62,33 \text{ МПа.}$$

Суммарные потери $\Delta\sigma_{sp(2)}$, МПа определяем по формуле

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = \Delta\sigma_{sp1} + \Delta\sigma_{sp5} + \Delta\sigma_{sp6}, \quad (2.41)$$

где $\Delta\sigma_{sp5}$ - потери от усадки бетона, МПа;

$\Delta\sigma_{sp1}$ - то же, что и в формуле (2.33);

$\Delta\sigma_{sp6}$ - потери от ползучести бетона, МПа.

Принимаем: $\Delta\sigma_{sp5} = 40$ МПа; $\Delta\sigma_{sp1} = 16,2$ МПа; $\Delta\sigma_{sp6} = 62,33$ МПа.
Подставляем в формулу (2.41), получаем

$$\Delta\sigma_{sp(2)} = 16,2 + 40 + 62,33 = 122,53 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа.}$$

Полученные потери оказались не 100 МПа.

Усилие в арматуре с учетом всех потерь $P_{(2)}$, кН определяем по формуле

$$P_{(2)} = A_{sp} \cdot (\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp(2)}), \quad (2.42)$$

где A_{sp} – то же, что и в формуле (2.27);

σ_{sp} – то же, что и в формуле (2.34);

$\Delta\sigma_{sp(2)}$ – суммарные вторые потери, кН/ см².

Принимаем: $A_{sp} = 7,69$ см²; $\sigma_{sp} = 54$ кН/ см²; $\Delta\sigma_{sp(2)} = 12,25$ кН/ см².

Подставляем в формулу (2.42), получаем

$$P_{(2)} = 7,69 \cdot (54 - 12,25) = 321,06 \text{ кН.}$$

2.7.3 Расчет трещинообразования на стадии эксплуатации

Расчет предварительно напряженных изгибаемых элементов по раскрытию трещин производят в тех случаях, когда соблюдается условие:

$$M_n \leq M_{crc}, \quad (2.43)$$

где M_n - изгибающий момент от внешней нагрузки (нормативной);

M_{crc} - изгибающий момент, воспринимаемый нормальным сечением элемента при образовании трещин, кН · см.

Находим момент трещинообразования M_{crc} , кН · см, по формуле

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + P_{(2)} \cdot \left(\frac{W_{red}}{A_{red}} + e_{0p} \right), \quad (2.44)$$

где $R_{bt,ser}$ - расчетное сопротивление бетона осевому растяжению для предельных состояний, кН/см²;

W_{pl} - момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна, см³;

$P_{(2)}$ - усилие в арматуре с учетом всех потерь, кН;

W_{red} - момент сопротивления приведенного сечения по нижней грани, см³;

e_{0p} – то же, что и в формуле (2.39);

A_{red} – то же, что и в формуле (2.29).

Момент сопротивления приведенного сечения для крайнего растянутого волокна определяется по формуле

$$W_{pl} = 1,3 \cdot W_{red}, \quad (2.45)$$

где W_{red} – то же, что и в формуле (2.44).

Принимаем $W_{red} = 10360,58 \text{ см}^3$. Подставляем в формулу, получаем

$$W_{pl} = 1,3 \cdot 10360,58 = 13468,75 \text{ см}^3.$$

Подставляем в формулу (2.44) полученные значения, вычисляем

$$M_{crc} = 0,155 \cdot 13468,75 + 321,06 \cdot \left(\frac{10360,58}{1861,56} + 8,71 \right) = 6680,96 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Проверяем условие раскрытия трещин

$$M_n = 66,77 < M_{crc} = 66,8 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Условие выполняется, следовательно, от эксплуатационных нагрузок трещины не образуются.

2.7.4 Расчет прогибов

Расчет изгибаемых элементов по прогибам производят из условия

$$f \leq f_{ult}, \quad (2.46)$$

При расчете жесткости необходимо определить прогиб для плит, загруженных равномерной нагрузкой, f , мм, по формуле:

$$f = S \cdot \frac{1}{r} \cdot l_0^2, \quad (2.47)$$

где $\frac{1}{r}$ – полная кривизна плиты, см;

S – коэффициент, зависящий от расчетной схемы и вида нагрузки; при действии равномерно распределенной нагрузки $S = 5/48$;

l_0 – то же, что и в формуле (2.1).

Поскольку рассчитываем пустотную плиту, а деформации таких плит нормируются эстетическими требованиями, то полученную кривизну $\frac{1}{r}$, мм, определяем по формуле:

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r} \right)_1 + \left(\frac{1}{r} \right)_2 - \left(\frac{1}{r} \right)_3, \quad (2.48)$$

где $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ – кривизна от продолжительного действия постоянной и длительной нагрузки, см;

$\left(\frac{1}{r}\right)_1$ – кривизна от непродолжительного действия кратковременных нагрузок, см;

$\left(\frac{1}{r}\right)_2$ - кривизна от продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок, см.

Прогиб определяется с учетом эстетико-психологических требований, т.е. от действия только постоянных и временных длительных нагрузок по формуле

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{M_{nl}}{E_{b1} \cdot I_{red}}, \quad (2.49)$$

где M_{nl} - изгибающий момент от продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок, кН · см;

E_{b1} - модуль деформации сжатого бетона, МПа;

I_{red} – то же, что и в формуле (2.31).

Модуль деформации сжатого бетона определяется по формуле

$$E_{b1} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}}, \quad (2.50)$$

где E_b – то же, что и в формуле (2.26);

$\varphi_{b,cr}$ – то же, что и в формуле (2.37).

Принимаем: $E_b = 30 \cdot 10^3$ МПа; $\varphi_{b,cr} = 2,5$. Подставляем в формулу (2.50), получаем

$$E_{b1} = \frac{30 \cdot 10^3}{1 + 2,5} = 8,57 \cdot 10^3 \text{ МПа} = 8,57 \cdot 10^2 \text{ кН/см}^2.$$

Подставляем полученные значения в формулу (2.49), получаем

$$\left(\frac{1}{r}\right)_2 = \frac{6259}{8,57 \cdot 10^2 \cdot 110961,85} = 6,58 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{см}}.$$

В запас жёсткости плиты оценим её прогиб только от постоянной и длительной нагрузок (без учёта выгиба от усилия предварительного обжатия). Подставляем значения в формулу (2.47), получаем

$$f = \frac{5}{48} \cdot (6,58 \cdot 10^{-5}) \cdot 659^2 = 2,977 \text{ см.}$$

Проверяем условие (2.46).

$$f = 2,977 < f_{ult} = \frac{1}{200} \cdot 659 = 3,259.$$

Условие выполняется.

2.8 Расчёт кирпичного простенка 1-го этажа

Выполняем расчёт для самого нагруженного кирпичного простенка – стены по оси Д в осях 2 - 4.

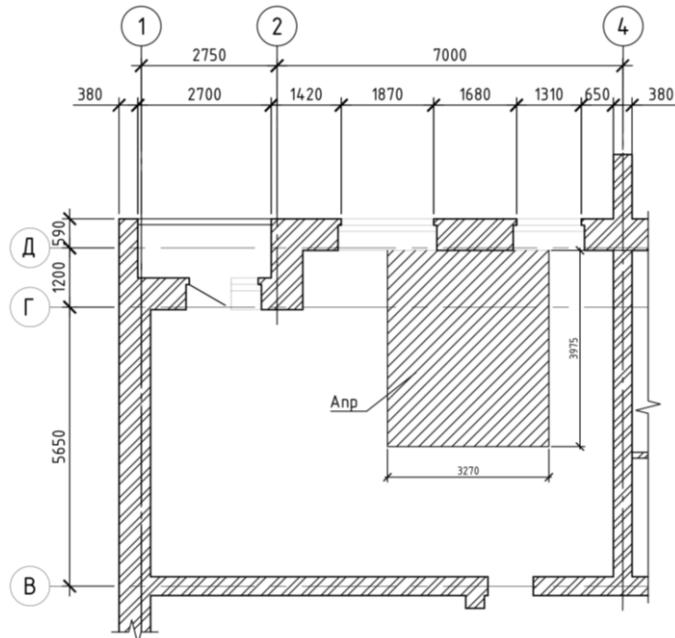


Рисунок 2.3 – Простенок

Кирпичная кладка из полнотелого кирпича 380 мм с облицовкой лицевым керамическим кирпичом по утеплителю из минераловатных плит.

Высота 1-го этажа – 2,8 м. В стене имеются оконные проёмы размером 1,51x1,87 и 1,51x1,31 м.

2.8.1 Сбор нагрузок на простенок

Нагрузки от покрытия представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сбор нагрузок от покрытия

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Металличерепица МП Монтеррей ($\rho = 78,5 \text{ кН/м}^3$)	0,0471	1,05	0,049
2	Обрешетка из досок 100x32 мм ($\rho = 5,2 \text{ кН/м}^3$)	0,048	1,1	0,053

Окончание таблицы 2.2

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
3	Плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА ($\rho = 0,35$ кН/м ³)	0,077	1,2	0,092
4	Стропила 200x75 мм ($\rho = 5,2$ кН/м ³)	0,078	1,1	0,086
5	Пошивка из досок ($\rho = 5,2$ кН/м ³)	0,104	1,1	0,114
6	Штукатурка по сетке ($\rho = 17$ кН/м ³)	0,51	1,1	0,561
	Итого	0,864		0,955
	Временная нагрузка			
	Снеговая	1,5	1,4	2,1

Расчетная нагрузка на покрытие:

$$N_{\text{пост,пкр}} = 0,955 \cdot 6,81 = 6,5 \text{ кН.}$$

Временная нагрузка на покрытие:

$$N_{\text{вр, пкр}} = 2,1 \cdot 6,81 = 14,3 \text{ кН.}$$

Нагрузки от межэтажное перекрытие приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 -Сбор нагрузок от междуэтажного перекрытия

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Линолеум на вспененной теплозвукоизоляционной основе ГОСТ 18108-2016 на мастике, $\delta = 5$ мм;	0,09	1,2	0,108
2	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
3	Звукоизоляция - плита П-175 (ГОСТ 9573-2012), $\delta = 40$ мм;	0,07	1,2	0,084
4	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
5	Многопустотная сборная плита перекрытия с омоноличиванием швов ПК68.15-7а IVт, $\delta = 220$ мм	5,5	1,1	6,05
	Итого постоянная нагрузка g	6,74		7,646
	Временная эксплуатационная нагрузка	1,5	1,3	1,95

Расчетная нагрузка на покрытие:

$$N_{\text{пост,пр}} = 7,646 \cdot 6,81 = 52,07 \text{ кН.}$$

Временная нагрузка на покрытие:

$$N_{\text{вр, пр}} = 1,95 \cdot 6,81 = 13,28 \text{ кН.}$$

Нагрузка от всех вышележащих перекрытий:

$$N_{\text{пр}} = (52,07 + 13,28) \cdot 5 = 326,75 \text{ кН.}$$

Нагрузка от веса стен:

Кладка стены - $\rho = 18 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_f = 1,1$, $\gamma_n = 1,0$; Утеплитель - $\rho = 0,4 \text{ кН/м}^3$, $\gamma_f = 1,2$, $\gamma_n = 1,0$.

- вес кладки стены в пределах ширины простенка $b_{\text{пр}} = 1,68 \text{ м}$ от отметки 0.000 м до отметки + 16,735 м:

$$1,0 \cdot 1,68 \cdot 16,735 \cdot (0,5 \cdot 18 \cdot 1,1 + 0,12 \cdot 0,4 \cdot 1,2) = 279,96 \text{ кН.}$$

- вес кладки двух междуоконных поясов ($H_{\text{ок}} = 1,51 \text{ м}$, $b_{\text{ок1}} = 1,87 \text{ м}$, $b_{\text{ок2}} = 1,31 \text{ м}$, высота пояса = $H_{\text{ст}} - H_{\text{ок}} = 2,8 - 1,51 = 1,29 \text{ м}$):

$$1,0 \cdot 1,29 \cdot 5 \cdot (1,87 + 1,31) \cdot (0,5 \cdot 18 \cdot 1,1 + 0,12 \cdot 0,4 \cdot 1,2) = 204,24 \text{ кН.}$$

Итого вес кладки стены

$$N_{\text{ст}} = 279,96 + 204,24 = 484,2 \text{ кН}$$

Нагрузка от оконных проемов вышележащих этажей, определяются по формуле

$$N_{\text{ок}} = A_{\text{ок}} \cdot \gamma_{\text{ок}} \cdot \gamma_f, \quad (2.51)$$

где $A_{\text{ок}}$ – площадь оконных проемов, м^2 ;

$\gamma_{\text{ок}}$ – удельный вес остекления, кН/м^3 ;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке.

Принимаем: $A_{\text{ок}} = 4,8 \text{ м}^2$; $\gamma_{\text{ок}} = 0,7 \text{ кН/м}^3$.

$$N_{\text{ок}} = 4,8 \cdot 0,7 \cdot 1,1 = 3,7 \text{ кН.}$$

От оконных проемов от вышележащих этажей нагрузка равна:

$$5 \cdot N_{\text{ок}} = 3,7 \cdot 5 = 18,5 \text{ кН.}$$

Полная нагрузка от конструкции стен, покрытия и перекрытия:

$$N = 14,3 + 6,5 + 326,75 + 484,2 + 18,5 = 850,25 \text{ кН.}$$

Эксцентризитет нагрузки относительно центра тяжести сечения простенка, e_1 мм, от нагрузки на перекрытие равен:

$$e_1 = \frac{h}{2} - 60, \quad (2.52)$$

где h – высота сечения простенка, мм

Принимаем $h = 380$ мм.

$$e_1 = \frac{380}{2} - 60 = 130 \text{ мм.}$$

Расчетный изгибающий момент M , кН·м, равен:

$$M = \frac{e_1 \cdot N \cdot H_1}{H_{\text{эт}}}, \quad (2.53)$$

где e_1 – эксцентризитет, м;

$N_{\text{пр}}$ – продольная нагрузка от перекрытия, кН;

H_1 – отметка низа перемычки, м;

$H_{\text{эт}}$ – высота этажа, м.

Принимаем $e_1 = 0,13$ м; $N_{\text{пр}} = 326,75$ кН; $H_1 = 2,26$ м; $H_{\text{эт}} = 2,8$ м.

$$M = \frac{0,13 \cdot 326,75 \cdot 2,26}{2,8} = 34,29 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Эксцентризитет e_0 в от суммарной нагрузки с покрытия, перекрытий и от веса стены будет определяться по формуле

$$e_0 = \frac{M}{N}, \quad (2.54)$$

где M – расчетный изгибающий момент, кН·м;

N – полная нагрузка от конструкции стен, покрытия и перекрытия, кН.

Принимаем: $M = 33,51$ кН·м; $N = 842,9$ кН. Подставляем в формулу, получаем

$$e_0 = \frac{34,29}{850,25} = 0,04 \text{ м.}$$

2.8.2 Расчет простенка по несущей способности (определение требуемых марок кирпича и раствора)

Расчет выполняется по формулам СП 15.13330.2012 - «Каменные и армокаменные конструкции» [48]. Имеем: $m_g = 1,0$; $l_0 = H = 2,26$ м.

Расчётные характеристики:

Площадь сечения простенка без учета четвертей:

$$A = 1,68 \cdot 0,38 = 0,64 \text{ м}^2.$$

Расчётное сопротивление сжатию кладки из обыкновенного кирпича марки 100 на растворе марки 75 [48, табл. 2]:

$$R = 1,5 \text{ МПа} = 1500 \text{ кПа.}$$

Упругая характеристика кладки: $\alpha = 1000$ [48, табл. 16]

Расчет внецентренно сжатых неармированных элементов каменных конструкций следует производить по формуле

$$\frac{N}{m_g \cdot \varphi_1 \cdot A_c \cdot \omega} \leq R, \quad (2.55)$$

где A_c – площадь сжатой части сечения при прямоугольной эпюре напряжений, см²;

N - то же, что и в формуле (2.54);

m_g - коэффициент, учитывающий влияние длительной нагрузки;

φ_1 - коэффициент продольного изгиба;

ω - коэффициент, принимаемый по [48, табл. 20].

Площадь сжатой части сечения определяется по формуле

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right). \quad (2.56)$$

где A - площадь сечения простенка, м²;

e_0 – эксцентриситет от суммарной нагрузки с покрытия, перекрытий и от веса стены, м;

h - толщина стены, м.

Принимаем: $A = 0,64 \text{ м}^2$; $e_0 = 0,04 \text{ м}$; $h = 0,38 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.56), получаем

$$A_c = 0,64 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 0,04}{0,38} \right) = 0,79 \text{ м}^2.$$

Коэффициент продольного изгиба определяется по формуле

$$\varphi_1 = \frac{(\varphi + \varphi_c)}{2}. \quad (2.57)$$

где φ – коэффициент продольного изгиба для всего сечения в плоскости действия изгибающего момента, определяемый по расчетной высоте элемента [48, табл. 19];

φ_c – коэффициент продольного изгиба для сжатой части сечения, определяемый по фактической высоте элемента по [48, табл. 18] в плоскости действия изгибающего момента при отношении;

Приведенная гибкость простенка определяется по формуле

$$\lambda_h = \frac{l_0}{h}, \quad (2.58)$$

где l_0 – высота от уровня пола до уровня верха окна, м;

h - то же, что и в формуле (2.56).

Принимаем: $l_0 = 2,26$ м; $h = 0,38$ м. Подставляем в формулу (2.58), получаем

$$\lambda_h = \frac{2,26}{0,38} = 5,95.$$

Гибкость сжатой части сечения простенка определяется по формуле

$$\lambda_{hc} = \frac{H}{h_c}, \quad (2.59)$$

где h_c – высота сжатой части поперечного сечения в плоскости действия изгибающего момента;

H – то же, что и в формуле (2.58).

Для прямоугольного сечения высота сжатой части поперечного сечения определяется по формуле

$$h_c = h - 2e_0, \quad (2.60)$$

где h - то же, что и в формуле (2.56);

e_0 – то же, что и в формуле (2.56).

Принимаем: $h = 0,38$ м; $e_0 = 0,039$ м. Подставляем в формулу (2.60), получаем

$$h_c = 0,38 - 2 \cdot 0,039 = 0,302 \text{ м.}$$

Принимаем: $H = 2,26$ м; $h_c = 0,302$ м. Подставляем в формулу (2.59), получаем

$$\lambda_{ic} = \frac{2,26}{0,302} = 7,48.$$

Принимаем: $\varphi = 0,961$; $\varphi_c = 1,04$. Подставляем в формулу (2.57), получаем

$$\varphi_1 = \frac{(0,961+1,04)}{2} = 1,0.$$

Принимаем: $N = 850,25$ кН; $A_c = 0,79$ см²; $m_g = 1,0$; $\varphi_1 = 1,0$; $\omega = 1,0$.

$$\frac{850,25}{1 \cdot 1 \cdot 0,79 \cdot 1} = 1076,27 \text{ кПа} \leq 1500 \text{ кПа.}$$

Условие прочности выполнено. Принимаем кирпичную кладку толщиной 380 мм, выполненную из полнотелого керамического кирпича марки М100 на цементно-песчаного растворе марки М75.

2.9 Проектирование фундамента мелкого заложения

2.9.1 Исходные данные

Инженерно-геологический разрез здания представлен на рисунке 2.4. Физико-механические характеристики грунтов приведены в таблице 2.4.

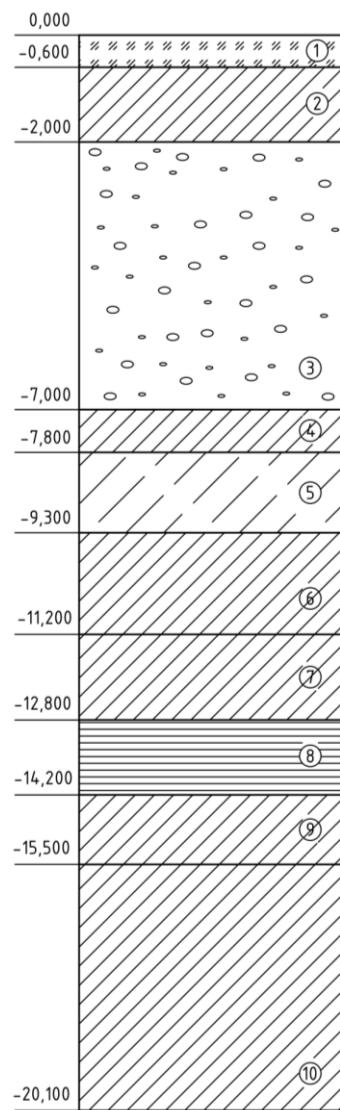


Рисунок 2.4 - Инженерно-геологический разрез

Таблица 2.4 – Физико-механические характеристики грунтов

№	Наименование	h , м	Плотность, т/м ³			Удельный вес, кН/м ³		Влажность			e	S_r	I_L	c , кПа	φ , град	E , МПа	R_0 , кПа
			ρ	ρ_d	ρ_s	γ	γ_{SB}	W	W_L	W_p							
1	Плодородный слой	0,6	1,5	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Суглинок тугопластичный	1,4	1,71	1,39	2,71	17,1	-	0,23	0,32	0,20	0,953	0,65	0,30	21	19	2,90	160
3	Суглинок гравелистый	5	1,74	-	-	17,4	-	0,22	0,30	0,20	-	-	0,18	4	28	22	400
4	Суглинок полутвердый	0,8	1,77	1,45	2,71	17,7	-	0,22	0,33	0,20	0,852	0,73	0,23	35	19	4,93	210
5	Супесь твердая	1,5	1,82	1,53	2,7	18,2	-	0,19	0,25	0,19	0,77	0,68	-	16	22	5,6	200
6	Суглинок тугопластичный	1,2	1,84	1,48	2,71	18,4	-	0,24	0,32	0,20	0,837	0,79	0,38	31	18	4,4	200
7	Суглинок тугопластичный водонасыщенный	0,7	1,84	1,48	2,71	-	4,57	0,24	0,32	0,20	0,837	1	0,38	31	18	4,4	200
8	Глина полутвердая	1,6	1,96	1,58	2,74	19,6	-	0,24	0,39	0,20	0,716	0,91	0,21	51	20	6,51	350
9	Суглинок мягкопластичный	1,4	1,83	1,44	2,71	18,3	-	0,27	0,31	0,19	0,878	0,83	0,64	24	18	3,47	140
10	Супесь пластичная	1,3	1,83	1,49	2,7	18,3	-	0,23	0,26	0,20	0,815	0,76	0,58	17	22	5,1	170
11	Суглинок тугопластичный	4,6	1,84	1,48	2,71	18,4	-	0,24	0,32	0,20	0,837	0,79	0,38	31	18	4,4	200

2.9.2 Определение нагрузок на фундамент

Сбор нагрузок на наиболее нагруженную стену по оси 5-7/А привезен в таблицах 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.

Таблица 2.5 - Сбор нагрузок от покрытия

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Металличерепица МП Монтеррей ($\rho = 78,5$ кН/м ³)	0,0471	1,05	0,049
2	Обрешетка из досок 100x32 мм ($\rho = 5,2$ кН/м ³)	0,048	1,1	0,053
3	Плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА ($\rho = 0,35$ кН/м ³)	0,077	1,2	0,092
4	Стропила 200x75 мм ($\rho = 5,2$ кН/м ³)	0,078	1,1	0,086
5	Пошивка из досок ($\rho = 5,2$ кН/м ³)	0,104	1,1	0,114
6	Штукатурка по сетке ($\rho = 17$ кН/м ³)	0,51	1,1	0,561
Итого постоянная		0,864		0,955
Временная нагрузка				
Снеговая нагрузка		1,5	1,4	2,1
Итого времененная		1,5		2,1
Итого полная		2,364		3,055

Нагрузка на покрытие:

$$N_{kp} = 3,055 \cdot 6,81 = 20,80 \text{ кН.}$$

Таблица 2.6 - Сбор нагрузок от междуэтажного перекрытия

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Линолеум на вспененной теплозвукоизоляционной основе ГОСТ 18108-2016 на мастике, $\delta =$ 5 мм;	0,09	1,2	0,108

Окончание таблицы 2.6

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м ²
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
2	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
3	Звукоизоляция - плита П-175 (ГОСТ 9573-2012), $\delta = 40$ мм;	0,07	1,2	0,084
4	Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150, $\delta = 30$ мм;	0,54	1,3	0,702
5	Многопустотная сборная плита перекрытия с омоноличиванием швов ПК68.15-7а IVт, $\delta = 220$ мм	5,5	1,1	6,05
	Итого постоянная нагрузка	6,74		7,646
	Временная эксплуатационная нагрузка	1,5	1,3	1,95
	Итого временная нагрузка	1,5		1,95
	Итого полная	8,24		9,414

Нагрузка от всех перекрытий:

$$N_{\text{пр}} = 9,414 \cdot 6 \cdot 6,81 = 384,66 \text{ кН.}$$

Таблица 2.7 – Сбор нагрузок от стен

№ п/п	Наименование	Нормативная нагрузка, кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка, кН/м
1	2	3	4	5
Постоянная нагрузка				
1	Кирпичная стена, 380 мм ($\rho = 18$ кН/м ³)	145,52	1,1	160,07
	Итого полная	145,52		160,07

Нагрузка от стен:

$$N_{\text{ст}} = 160,07 \cdot 1 = 160,7 \text{ кН.}$$

Также под наружную стену устанавливаем пять блока ФБС 24.6.6. Их собственный вес равен

$$N_{\text{под}} = V \cdot n \cdot \rho \cdot \gamma_f, \quad (2.61)$$

где V – объем блока, м³;

ρ – плотность, кН/м³;

n – количество блоков, шт;

γ_f – коэффициент надежности по нагрузке.

Принимаем: $V = 0,83 \text{ м}^3$; $n = 5$ шт; $\rho = 25 \text{ кН/м}^3$; $\gamma_f = 1,1$. Подставляем в формулу (2.61), получаем

$$N_1 = 0,83 \cdot 5 \cdot 25 \cdot 1,1 = 114,125 \text{ кН.}$$

Суммарная нагрузка на фундамент составляет:

$$N_{\text{общ}} = 20,8 + 384,66 + 160,07 + 114,125 = 679,655 \text{ кН.}$$

2.9.3 Определение глубины заложения фундамента

Минимальную глубину заложения фундаментов во всех грунтах, кроме скальных, рекомендуется принимать не менее 0,5м, считая от поверхности планировки и на 0,4 м от пола подвала.

Уровень земли находится на отметке - 1.580 м. Здание имеет подвал глубиной – 4,2 м, следовательно, в любом случае подошва фундамента будет ниже глубины промерзания, т.к. для г. Красноярск $d_{\text{fn}} = 2,5$ м.

Назначаем глубину заложения фундамента в соответствии с конструктивными особенностями здания равной 3,3 м, учитывая, что высота фундамента должна быть кратной 0,3 м. Высоту плиты принимаем 0,5 м.

Таким образом, поставим фундаментную плиту во 3-й слой –суглинок гравелистый, с заглублением в него на 1,3 м и отметка подошвы фундамента составит -4.880 м.

2.9.4 Определение предварительных размеров фундамента и расчетного сопротивления грунта

Предварительная площадь подошвы фундамента вычисляется по формуле

$$A = \frac{N_{\text{общ}}}{R_0 - \gamma_{\text{cp}} \cdot d}, \quad (2.62)$$

где $N_{\text{общ}}$ – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обрезе фундамента, кН;

R_0 – расчетное сопротивление грунта, kН/м^2 ;

γ_{cp} – среднее значение удельного веса грунта и бетона, $\gamma_{\text{cp}} = 20 \text{ кН/м}^3$;

d – глубина заложения, м.

Принимаем: $N_{\text{общ}} = 679,655 \text{ кН}$; $R_0 = 400 \text{ кПа}$; $\gamma_{\text{cp}} = 20 \text{ кН/м}^3$; $d = 3,3 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.62), получаем

$$A = \frac{679,655}{400 - 20 \cdot 3,3} = 2,82 \text{ м}^2.$$

Для ленточного фундамента расчет выполняется на 1 п.м. длины фундамента, поэтому ширину подошвы находят по формуле

$$b = \sqrt{\frac{A}{1 \text{ пог.м}}} = \sqrt{A}, \quad (2.63)$$

где A – площадь подошвы фундамента, м^2 .

Принимаем $A = 2,82 \text{ м}^2$. Подставляем в формулу (2.63), получаем

$$b = \sqrt{2,82} = 1,679 \text{ м.}$$

Принимаем ширину подошвы 2 м.

Уточняем расчетное сопротивление грунта по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_g d_1 \gamma'_{II} + M_c c_{II}], \quad (2.64)$$

где γ_{c1}, γ_{c2} – коэффициенты условия работы;

k – коэффициент, зависящий от c и φ ;

k_z – коэффициент, принимаемый равным 1,0 при ширине фундаментов $d < 10 \text{ м}$;

M_γ, M_g, M_c – коэффициенты, зависящие от φ ;

b – ширина подошвы фундамента, м;

d_1 – приведенная глубина заложения фундаментов от пола подвала, м;

γ_{II} – расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента (средневзвешенное – при слоистом напластовании до глубины $z = b$);

γ'_{II} – средневзвешенное значение удельного веса грунта выше подошвы фундамента;

c_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента.

Средневзвешенное значение удельного веса грунта выше подошвы фундамента определяется по формуле

$$\gamma'_{II} = \sum \gamma_i \cdot \frac{h_i}{d}, \quad (2.65)$$

где γ_i – удельный вес i -го грунта, kH/m^3 ;

h_i – мощность i -го слоя грунта, м;

d – глубина заложения фундамента, м.

Принимаем: $\gamma_1 = 15 \text{ кН/m}^3$; $\gamma_2 = 17,1 \text{ кН/m}^3$; $\gamma_3 = 17,4 \text{ кН/m}^3$; $h_1 = 0,6 \text{ м}$; $h_2 = 1,4 \text{ м}$; $h_3 = 1,3 \text{ м}$; $d = 3,3 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.65), получаем

$$\gamma'_{II} = \frac{15 \cdot 0,6}{3,3} + \frac{17,1 \cdot 1,4}{3,3} + \frac{17,4 \cdot 1,3}{3,3} = 16,84.$$

Средневзвешенное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента:

$$\gamma_{II} = \sum \gamma_i \cdot \frac{h_i}{b}, \quad (2.66)$$

где γ_i – то же, что и в формуле (2.65);

h_i – то же, что и в формуле (2.65);

b – ширина подошвы фундамента, м.

Принимаем: $\gamma_3 = 17,4 \text{ кН/м}^3$; $h_3 = 3,7 \text{ м}$; $b = 2,0 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.66), получаем

$$\gamma_{II} = \frac{17,4 \cdot 3,7}{2} = 32,19.$$

Приведенная глубина заложения фундаментов от пола подвала определяется по формуле

$$d_1 = h_s + \frac{h_{cf} \cdot \gamma_{cf}}{\gamma'_{II}}, \quad (2.67)$$

где h_s - толщина слоя грунта выше подошвы фундамента со стороны подвала, м;

h_{cf} - толщина конструкции пола подвала, м;

γ_{cf} - расчетное значение удельного веса конструкции пола подвала, kН/м^3 ;

γ'_{II} - то же, что и в формуле (2.64).

Принимаем: $h_s = 2,8 \text{ м}$; $h_{cf} = 0,3 \text{ м}$; $\gamma_{cf} = 18 \text{ кН/м}^3$; $\gamma'_{II} = 16,84 \text{ кН/м}^3$.

Подставляем значения в формулу (2.67), получаем

$$d_1 = 2,8 + \frac{0,3 \cdot 18}{16,84} = 3,12 \text{ м.}$$

Принимаем: $\gamma_{c1} = 1,25$; $\gamma_{c2} = 1,1$; $k = 1$; $k_z = 1$; $M_\gamma = 0,98$; $M_q = 4,93$; $M_c = 7,40$; $b = 2,4 \text{ м}$; $d_1 = 3,12 \text{ м}$; $\gamma_{II} = 32,19$; $\gamma'_{II} = 16,84$; $c_{II} = 4$. Подставляем в формулу (2.64), получаем

$$R_1 = \frac{1,25 \cdot 1}{1} \cdot [0,98 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 32,19 + 4,93 \cdot 3,12 \cdot 16,84 + 7,4 \cdot 4] = 439,65 \text{ кПа.}$$

Так как расчетное сопротивление 439,65 кПа превышает $R_0 = 400 \text{ кПа}$, но не более чем на 10-15%, то принятые размеры подошвы фундамента оставляют для дальнейшего проектирования.

Принимаем фундаментную плиту ФЛ20.24-2 с размерами $b = 2,0 \text{ м}$, $l = 2,4 \text{ м}$, $h = 0,5 \text{ м}$.

2.9.5 Приведение нагрузок к подошве фундамента

Для ленточного фундамента приведение нагрузок к подошве заключается в добавлении к нагрузке от вышележащих конструкций погонной нагрузки от фундамента

Приведенное продольное усилие определяется по формуле

$$N' = N_{\text{общ}} + N_{\phi}, \quad (2.68)$$

где $N_{\text{общ}}$ – нагрузка, передающаяся от вышележащих конструкций, кН;

N_{ϕ} – нагрузка от веса фундамента, кН.

Нагрузка от веса фундамента равна:

$$N_{\phi} = d \cdot b \cdot \gamma_{\text{cp}}, \quad (2.69)$$

где d – то же, что и в формуле (2.65);

b – то же, что и в формуле (2.66);

γ_{cp} – то же, что и в формуле (2.62).

Принимаем: $d = 3,3$ м; $b = 2,0$ м; $\gamma_{\text{cp}} = 20$ кН/м³. Подставляем в формулу (2.69), получаем

$$N_{\phi} = 3,3 \cdot 2,0 \cdot 20 = 132,0 \text{ кН.}$$

Приведенное продольное усилие равно:

$$N' = 679,655 + 132,0 = 811,66 \text{ кН.}$$

Моментов и горизонтальных нагрузок при работе ленточного фундамента под стену не возникает, так как ось фундамента совпадает с осью стены, а эксцентрикитеты нагрузок, предаваемых на стены покрытиями и перекрытиями, при расчете фундаментов не учитываются.

2.9.6 Определение давлений под подошвой фундамента

Для ленточного фундамента проверка производится только по условию:

$$P_{\text{cp}} \leq R, \quad (2.70)$$

Среднее давление на грунт определяется по формуле

$$P_{\text{cp}} = \frac{N'}{b}, \quad (2.71)$$

где N' – приведенное продольное усилие, кН;

b – то же, что и в формуле (2.66).

Принимаем: $N' = 811,66$ кН; $b = 2,0$ м. Подставляем в формулу (2.70), проверяем условие

$$P_{cp} = \frac{811,66}{2} = 405,83 > 439,66 \text{ кН.}$$

Условие выполнено.

2.9.7 Определение средней осадки методом послойного суммирования

Расчет основания по деформациям заключается в проверке условия

$$S \leq S_u, \quad (2.72)$$

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

S_u – предельная совместная деформация основания и сооружения. Для многоэтажных кирпичных зданий значение S_u равняется 18 см.

Разбиваем грунт на слои:

$$h_i \leq 0,4 \cdot b, \quad (2.73)$$

где h_i – мощность i -го слоя, м;

b – то же, что и в формуле (2.66).

Давление на уровне подошвы фундамента определяется по формуле

$$\sigma_{zg,0} = \gamma'_{II} \cdot d, \quad (2.74)$$

где γ'_{II} – то же, что и в формуле (2.64);

d – то же, что и в формуле (2.65).

Принимаем: $\gamma'_{II} = 16,83$; $d = 3,3$ м. Подставляем в формулу (2.74), получаем

$$\sigma_{zg,0} = 16,84 \cdot 3,3 = 55,57 \text{ кПа.}$$

Давление нижележащего слоя определяется по формуле

$$\sigma_{zg,i} = \sigma_{zg,0} + \sum \gamma_i \cdot h_i, \quad (2.75)$$

где $\sigma_{zg,0}$ – давление на уровне подошвы фундамента, кПа;

γ_i – то же, что и в формуле (2.65);

h_i – то же, что и в формуле (2.73).

Дополнительное давление под подошвой фундамента определяется по формуле

$$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg,0}, \quad (2.76)$$

где p_{cp} – среднее давление от фундамента, кН;

$\sigma_{zg,0}$ – то же, что и в формуле (2.75).

Принимаем: $p_{cp} = 405,83$ кН; $\sigma_{zg,0} = 55,57$ кПа. Подставляем в формулу (2.76), получаем

$$p_0 = 405,83 - 55,57 = 350,26 \text{ кН.}$$

Напряжение на границах слоев определяется по формуле

$$\sigma_{zp,i} = \alpha_i \cdot p_0, \quad (2.77)$$

где α_i – коэффициент рассеивания, принимаемый в зависимости от отношений $2z/b$;

p_0 – дополнительное давление под подошвой фундамента, кН.

Осадка каждого слоя определяется по формуле

$$S_i = \frac{\sigma_{zp,cp,i} \cdot h_i}{E_i} \cdot \beta, \quad (2.78)$$

где $\sigma_{zp,cp,i}$ – среднее напряжение между слоями, кПа;

E_i – модуль деформации i – го слоя, кПа;

h_i – то же, что и в формуле (2.73);

β – коэффициент, принимаемый равным 0,8.

Толщина слоя должна быть не более $0,4 \cdot 2,0 = 0,8$ м.

Условная граница сжимающей толщи:

$$\sigma_{zp,i} \leq 0,1 \cdot \sigma_{zg,i}, \quad (2.79)$$

где $\sigma_{zp,i}$ – напряжение на границах слоев, кПа;

$\sigma_{zg,i}$ – давление нижележащего слоя, кПа.

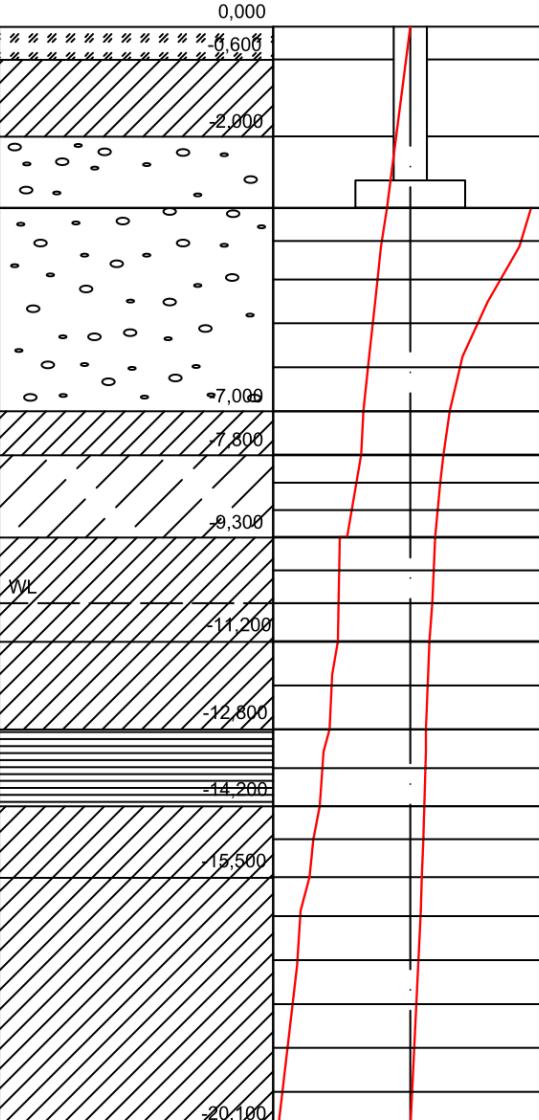
$$\sigma_{zp,10} = 29,77 \text{ кПа} \leq 0,1 \cdot 307,812 = 30,78 \text{ кПа.}$$

$$\sum S_i = 10,64 \text{ см} < 18 \text{ см.}$$

Условие выполняется.

Результаты расчета сводим в таблицу 2.8.

Таблица 2.8 - Расчет осадки фундамента



The diagram illustrates the soil profile and the foundation load distribution. It shows various soil layers (I, II, III, IV, V, VI, VII) with their respective thicknesses and depths. A red line represents the foundation load distribution, starting from the surface at 0,000 and extending downwards. The foundation is shown as a rectangular area at the surface level.

	Толщина слоя, м	Удельный вес, кН/м ³	Природное давление σ_{zg} , кПа	Расстояние от подошвы z , м	$\frac{2z}{b}$	α	Напряжение по гр. слоев σ_{zg} , кПа	Среднее напряжение в слое, кПа	Модуль деформации E , МПа	Осадка слоя, S_i , см
0,600										
-2,000										
0,6	17,4	66,012	0	0	1	350,26	338,70	22	7,39	
0,7	17,4	78,192	0,6	0,6	0,934	327,14	290,71	22	7,40	
0,8	17,4	92,112	1,3	1,3	0,726	254,29	220,31	22	6,41	
0,8	17,4	106,032	2,1	2,1	0,532	186,34	150,79	22	4,39	
-7,000										
7,800										
0,8	17,7	120,192	3,7	3,7	0,329	115,23	101,22	4,93	13,14	
0,5	18,2	129,292	4,5	4,5	0,275	96,32	87,91	5,6	6,28	
0,5	18,2	127,712	5	5	0,249	87,21	80,03	5,6	5,72	
0,5	18,2	138,392	5,5	5,5	0,227	79,51	73,03	5,6	5,22	
0,6	18,4	138,752	6	6	0,208	72,85	67,07	4,44	7,25	
XVI										
-11,200										
0,6	18,4	149,432	6,6	6,6	0,19	66,55	61,30	4,44	6,63	
0,7	18,4	162,312	7,2	7,2	0,175	61,30	56,04	4,44	7,07	
-12,800										
0,8	19,6	177,992	7,9	7,9	0,16	56,04	51,31	6,51	5,04	
0,8	19,6	193,672	8,7	8,7	0,145	50,79	47,11	6,51	4,63	
-14,200										
0,7	18,3	206,482	9,5	9,5	0,133	46,58	43,61	3,15	7,75	
0,7	18,3	219,292	10,2	10,2	0,124	43,43	40,63	3,15	7,22	
-15,500										
0,8	18,3	233,932	10,9	10,9	0,116	40,63	38,35	5,1	4,81	
0,8	18,3	248,572	11,7	11,7	0,108	37,83	36,60	5,1	4,59	
-20,100										
0,6	18,4	259,612	12,5	12,5	0,103	36,08	35,02	4,44	3,79	
0,8	18,4	274,332	13,1	13,1	0,101	35,38	33,89	4,44	4,88	
0,8	18,4	289,052	13,9	13,9	0,097	33,98	31,87	4,44	4,59	
0,8	18,4	303,772	14,7	14,7	0,0925	32,40	16,20	4,44	2,34	
0,8	18,4	307,812	15,5	15,5	0,085	29,77	14,89	4,44	2,15	
	0,8	318,492	16,3	16,3						

2.9.8 Расчет стоимости и трудоемкости возведения ленточного фундамента

При определении объемов и стоимости учитываются следующие виды работ и материалы:

- механическая разработка грунта;
- ручная доработка грунта;
- обратная засыпка;
- устройство песчаного основания;
- устройство сборного фундамента;

Таблица 2.9 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения 1 пог.м ленточного фундамента

Номер расценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-час	
				Ед. изм.	Всего	Ед. изм.	Всего
ФЕР 01–01–003–08	Разработка грунта экскаватором и ковшом емкостью 0,65 м ³	1000 м ³	0,0232	19131,71	443,86	10,48	0,24
ФЕР 01–01–111–02	Ручная разработка грунта	100 м ³	0,004	9177,09	36,71	129	0,52
ФЕР 08–01–002–01	Устройство песчаного основания под фундаменты	м ³	0,33	122,26	40,35	2,59	0,85
ФССЦ 02.3.01.02–0015	Песок природный для строительных: работ средний	м ³	0,363	210,50	76,41	-	-
ФЕР 07–01–001–03	Укладка плит ленточных фундаментов при глубине котлована до 4 м, массой до 3,5 т	100 м ³	0,0099	50010,89	495,11	118,18	1,17
ФССЦ 05.1.05.04–0071	Плиты железобетонные ленточных фундаментов ФЛ 20.24-4	шт	1	11127,06	11127,06	-	-
ФЕР 01–01–034–02	Обратная засыпка грунта	1000 м ³	0,0173	4784,74	82,78	6,71	0,12
Итого				12302,27			2,90

2.10 Проектирование свайного фундамента

2.10.1 Выбор высоты ростверка и длины свай

Глубину заложения ростверка d_p выбираем исходя из конструктивных требований равной 3,02 м. Отметку головы сваи принимаем на 0,3 м выше подошвы ростверка с последующей срубкой. В качестве несущего слоя выбираем суглинок гравелистый, залегающий с отметки – 3,58 м. Принимаем составные сваи длиной 14 м (С140.30-Св-ВП); отметка нижнего конца составит – 18,3 м, а заглубление в суглинок тугопластичный – 1,22 м.

Инженерно-геологический разрез и отметки ростверка у свай представлены на рисунке 2.5.

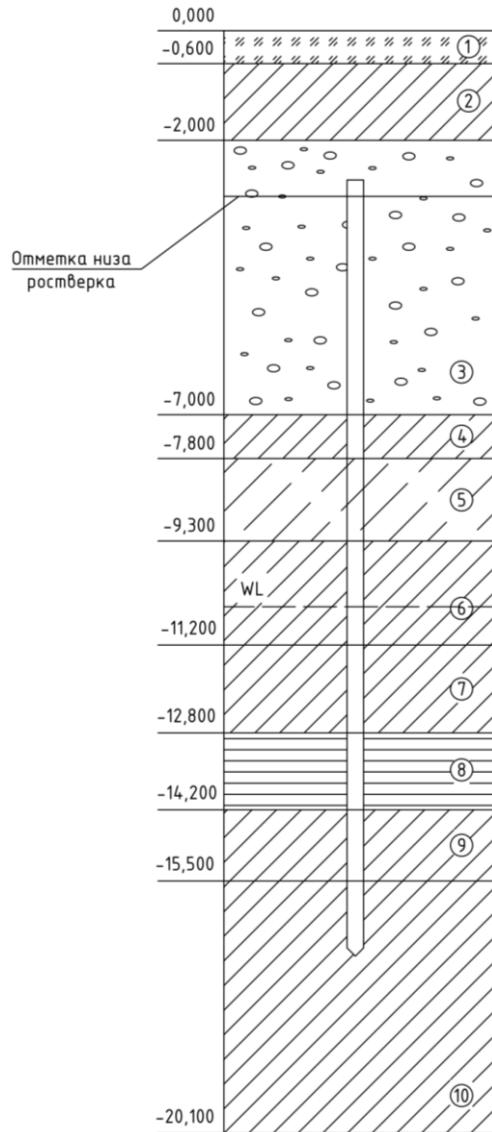


Рисунок 2.5 – Инженерно-геологический разрез и отметки ростверка у свай

Данные для расчета несущей способности сваи приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Данные для расчета несущей способности сваи

The diagram shows a geological profile with layers labeled 1 through 10. Layer 1 is a thin layer at the surface. Layer 2 is a thick layer with a grid pattern. Layer 3 is a layer with circles. Layer 4 is a layer with diagonal lines. Layer 5 is a layer with vertical lines. Layer 6 is a layer with horizontal lines. Layer 7 is a layer with diagonal lines. Layer 8 is a layer with vertical lines. Layer 9 is a layer with horizontal lines. Layer 10 is a thick layer at the bottom.

	Толщина слоя h_i , м	Расстояние от поверхности до середины слоя z_i , м	f_i , кПа	$f_i h_i$, кН
-0,600	0,98	4,45	28	27
-2,000	1	5,09	29	29
	1	6,08	31	31
	1	7,58	33	33
-7,000	0,8	8,98	37	30
-7,800	0,5	9,63	38	19
-9,300	1	10,38	40	40
	0,9	11,33	42	38
-11,200	1	12,28	44	44
	0,6	13,08	45	27
-12,800	1	13,88	47	47
	0,4	14,58	48	19
-14,200	1	15,28	50	50
	0,3	15,93	51	15
-15,500	1	16,58	52	52
	1,22	17,69	54	66
$\sum f_i h_i = 583 \text{ кН}$				
$R = 2910 \text{ кПа до острия}$				
-20,100				

2.10.2 Определение несущей способности сваи

Несущая способность сваи определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{R,R} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{R,f} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (2.80)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте;

$\gamma_{R,R}$ – коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи;

R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;

A – площадь поперечного сечения сваи, м^2 ;

u – периметр поперечного сечения сваи, м;

$\gamma_{R,f}$ – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи;
 f_i – расчетное сопротивление грунта на боковой поверхности сваи в пределах i –го слоя грунта, кПа;

h_i – толщина i –го слоя грунта, м.

Принимаем: $\gamma_c = 1$; $\gamma_{R,R} = 1$; $\gamma_{R,f} = 1$; $R = 2910$ кПа; $A = 0,09$ м²; $u = 1,2$ м; $\sum f_i \cdot h_i = 583$ кПа. Подставляем в формулу (2.80), получаем

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 2910 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 1 \cdot 583) = 961,5 \text{ кН.}$$

Расчетная нагрузка, допускаемая на сваю, определяется по формуле

$$N_{cb} \leq \gamma_n \cdot F_d / \gamma_{c,g}, \quad (2.81)$$

где N_{cb} – расчетная нагрузка на сваю от здания;

F_d – несущая способность свай;

$\gamma_{c,g}$ – коэффициент надежности, зависит от способа определения несущей способности сваи, принимается равным 1,4.

γ_n - коэффициент надежности по ответственности сооружения, не меньше 1,0.

Принимаем: $F_d = 961,5$ кН; $\gamma_{c,g} = 1,4$ кН; $\gamma_n = 1,0$. Допускаемая нагрузка на сваю согласно расчету, составит:

$$N_{cb} = 1 \cdot 961,5 / 1,4 = 686,8 \text{ кН.}$$

Ограничиваем значение допустимой нагрузки на сваю, принимая ее 600 кН, так как свая составная.

2.10.3 Определение шага свай в фундаменте и размещение их в фундаменте

Шаг свай в фундаменте определяется по формуле

$$a = \frac{\frac{\gamma_0 \cdot F_d}{\gamma_n \cdot \gamma_k} - 1,1 \cdot 10 \cdot g_{cb}}{N_i + 1,1 \cdot 0,7 \cdot d_p \cdot \gamma_{cp}}, \quad (2.82)$$

где N_i - погонная нагрузка на рядовой фундамент, кН/м;

F_d – то же, что и в формуле (2.81);

γ_k – коэффициент надежности;

γ_0 - коэффициент условий работы, принимаемый равным при рядовом расположении свай 1,15;

γ_n – то же, что и в формуле (2.81);

d_p – глубина заложения ростверка, м;

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

$g_{\text{св}}$ – масса свай, т.

Погонную нагрузку на рядовой фундамент определяют по формуле

$$N_p = N_{\text{общ}} + d_p \cdot b_p \cdot \gamma_{\text{ср}}, \quad (2.83)$$

где $N_{\text{общ}}$ – то же, что и в формуле (2.62);

d_p – то же, что и в формуле (2.82);

b_p – ширина ростверка, м;

$\gamma_{\text{ср}}$ – то же, что и в формуле (2.82).

Принимаем: $N_{\text{общ}} = 679,655$ кН; $d_p = 3,02$ м; $b_p = 0,5$ м; $\gamma_{\text{ср}} = 20$ кН/м³.

Подставляем в формулу (2.83), получаем

$$N_p = 679,655 + 3,02 \cdot 0,5 \cdot 20 = 709,86 \text{ кН.}$$

Принимаем: $N_p = 709,86$ кН; $\frac{F_d}{\gamma_k} = 600$ кН; $\gamma_0 = 1,15$; $\gamma_n = 1$; $d_p = 3,02$ м; $\gamma_{\text{ср}} = 20$ кН/м³; $g_{\text{св}} = 3,175$ т. Подставляем в формулу (2.82), получаем

$$a = \frac{\frac{1,15}{1} \cdot 600 - 1,1 \cdot 10 \cdot 3,175}{709,86 + 1,1 \cdot 0,7 \cdot 3,02 \cdot 20} = 0,96 \text{ м.}$$

Шаг свай находится в пределах от 3d до 6d, сваи располагаются в 1 ряд. В нашем случае расстояние между сваями может быть от 0,9 м до 1,8 м.

Ширину ростверка принимают в зависимости от ширины стен, свес ростверка за грань сваи должен быть не менее 100 мм. Ширина сваи 300 мм. Принимаем ширину ростверка 500 мм. Высота ростверка 400 мм.

2.10.4 Конструирование монолитного ростверка

Размеры ростверка приняты 400*500 мм, нагрузка на ростверк составляет 709,86 кН/м. Класс бетона ростверка по прочности принимаем B15.

Рассчитывается ленточный ростверк на изгиб, как многопролетная балка с опорами на сваях. Опорный момент определяется по формуле

$$M_{\text{оп}} = \frac{N_p \cdot L_p^2}{12}, \quad (2.84)$$

где N_p – расчетная нагрузка на ростверк, кН;

L_p – расчетная величина пролета, м.

Расчетная величина пролета определяется по формуле

$$L_p = 1,05 \cdot (a - d_{\text{св}}), \quad (2.85)$$

где a – шаг свай, м;

$d_{\text{св}}$ – сторона сечения сваи, м.

Принимаем: $a = 1$ м; $d_{\text{св}} = 0,3$ м. Подставляем в формулу (2.85), получаем

$$L_p = 1,05 \cdot (1 - 0,3) = 0,735 \text{ м.}$$

Принимаем: $N_p = 709,86 \text{ кН}$; $L_p = 0,735 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.84), получаем

$$M_{\text{оп}} = \frac{709,86 \cdot 0,735^2}{12} = 31,96 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Пролетный момент определяется по формуле

$$M_{\text{пр}} = \frac{N_p \cdot L_p^2}{24}, \quad (2.86)$$

где N_p – то же, что и в формуле (2.84);

L_p – то же, что и в формуле (2.84).

Принимаем: $N_p = 709,86 \text{ кН}$; $L_p = 0,735 \text{ м}$. Подставляем в формулу (2.86), получаем

$$M_{\text{пр}} = \frac{709,86 \cdot 0,735^2}{24} = 15,98 \text{ кН}\cdot\text{м.}$$

Сечение арматуры определяем по формуле

$$A_s = \frac{M_{\text{пр}}}{\xi \cdot h_{\text{оп}} \cdot R_s}, \quad (2.87)$$

где $M_{\text{пр}}$ – пролетный момент, $\text{kH}\cdot\text{м}$;

$h_{\text{оп}}$ – рабочее сечение ростверка, м;

R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению, $\text{kH}/\text{м}^2$;

ξ – коэффициент, определяемый в зависимости от α_m .

Коэффициент α_m определяется по формуле

$$\alpha_m = \frac{M_{\text{оп}}}{b_p \cdot h_{\text{оп}}^2 \cdot R_b}, \quad (2.88)$$

где $M_{\text{оп}}$ – опорный момент, $\text{kH}\cdot\text{м}$;

$h_{\text{оп}}$ – то же, что и в формуле (2.87);

b_p – ширина ростверка, м;

R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию, $\text{kH}/\text{м}^2$.

Принимаем: $M_{\text{оп}} = 31,96 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $h_{\text{оп}} = 0,4 \text{ м}$; $b_p = 0,5 \text{ м}$; $R_b = 11000 \text{ кН}/\text{м}^2$.
Подставляем в формулу (2.88), получаем

$$\alpha_m = \frac{31,96}{0,5 \cdot 0,4^2 \cdot 11000} = 0,036.$$

Принимаем: $M_{\text{пр}} = 15,98 \text{ кН}\cdot\text{м}$; $h_{\text{оп}} = 0,4 \text{ м}$; $\xi = 0,982$; $R_s = 350000 \text{ кН}/\text{м}^2$. Подставляем в формулу (2.87), получаем

$$A_s = \frac{15,98}{0,982 \cdot 0,4 \cdot 350000} = 0,000116 \text{ м}^2 = 1,16 \text{ см}^2.$$

По сортаменту подбираю арматуру для компоновки сварной сетки С1 по наибольшей стороне - А400, диаметром 14 с $A_s = 1,539 \text{ см}^2$, с шагом 200 мм. Поперечная арматура класса А240 диаметром 10 мм с шагом 400 мм назначается конструктивно.

Продольная рабочая арматура сетки С2 класса А400 диаметром 10 мм ставится с шагом 200 мм, а поперечная арматура класса А240 диаметром 10 мм с шагом 300 мм назначается конструктивно.

2.10.5 Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа

Выбираем для забивки свай подвесной механический молот. Отношение массы ударной части молота m_4 к массе сваи m_2 должно быть не менее 0,75 (как для свай любой длины при прорезке рыхлых и слабых грунтов и заглублении в грунты средней плотности). Так как $m_2 = 3,175 \text{ т}$ для рядового свайного фундамента, принимаем трубчатый дизель-молот С-1048 с массой ударной части $m_4 = 2,5 \text{ т}$.

Отказ в конце забивки сваи определяется по формуле

$$S_a = \frac{E_d \cdot \eta \cdot A}{F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)} \cdot \frac{m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3}, \quad (2.89)$$

где E_d – энергия удара, кДж;

η – коэффициент, принимается равным 1500 кН/м;

A – то же, что и в формуле (2.80);

F_d – то же, что и в формуле (2.81);

m_1 – полная масса молота, т;

m_2 – масса сваи, т;

m_3 – масса наголовника, принимаемая 0,2 т.

Принимаем: $E_d = 69,3 \text{ кДж}$; $\eta = 1500 \text{ кН}/\text{м}$; $A = 0,09 \text{ м}^2$; $F_d = 961,5 \text{ кН}$; $m_1 = 7,65 \text{ т}$; $m_2 = 3,175 \text{ т}$; $m_3 = 0,2 \text{ т}$. Подставляем в формулу (2.89), получаем

$$S_a = \frac{69,3 \cdot 1500 \cdot 0,09}{961,5 \cdot (961,5 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{7,65 + 0,2 \cdot (3,175 + 0,2)}{7,65 + 3,175 + 0,2} = 0,068 \text{ м} = 6,8 \text{ см}.$$

Отказ больше 0,002 м, поэтому сваебойный молот (С-1048) выбран верно.

2.10.6 Определение объемов и стоимости работ

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 2.11 – Расчет стоимости и трудоемкости возведения 1 пог.м свайного фундамента

№ расценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
ФЕР 01-01-003-08	Разработка грунта экскаватором и ковшом емкостью 0,65 м ³	1000 м ³	0,0137	19131,71	262,10	10,48	0,144
ФЕР 01-01-111-02	Ручная разработка грунта	100 м ³	0,0025	9177,09	22,94	129	0,322
ФЕР 05-01-027-02	Погружение одиночных составных железобетонных свай длиной до 20 м в грунты группы 2	м ³	1,28	14429,03	18469,16	17,51	22,41
ФССЦ 05.1.05.09 -0001	Сваи забивные железобетонные составные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой, верхние СВ6-30и, бетон В22,5 (М300)	шт	1	7429,77	7429,77	-	-
ФССЦ 05.1.05.09 -0010	Сваи забивные железобетонные составные сплошного квадратного сечения с ненапрягаемой арматурой, нижние СН8-30и, бетон В22,5 (М300)	шт	1	9726,61	9726,61	-	-
ФЕР 05-01-010-01	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных свай площадью сечения до 0,1 м ²	шт	1	356,87	356,87	2,04	2,04

Окончание таблицы 2.11

№ расценок	Наименование работ и затрат	Ед. изм.	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				Единицы	Всего	Единицы	Всего
ФЕР 06-01-001-01	Устройство бетонной подготовки	100 м ³	0,000 84	29426,27	24,72	198	0,166
ФССЦ 04.1.02.01 -0003	Смеси бетонные мелкозернистого бетона (БСМ), класс В7,5 (М100)	м ³	0,101	3894,53	393,35	-	-
ФЕР 06-01-001-22	Устройство монолитного ростверка	100 м ³	0,002	89253,93	178,51	476,68	0,953
ФССЦ 08.4.03.02 -0003	Сталь арматурная, горячекатаная, гладкая, класс А-I, диаметр 10 мм	т	0,006 2	56096,34	347,80	-	-
ФССЦ 08.4.03.03 -0031	Сталь арматурная, горячекатаная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 10 мм	т	0,002 4	66838,01	160,41	-	-
ФССЦ 08.4.03.03 -0033	Сталь арматурная, горячекатаная, периодического профиля, класс А-III, диаметр 14 мм	т	0,004 8	66696,90	320,15	-	-
ФССЦ 04.1.02.05 -0026	Смеси бетонные тяжелого бетона (БСТ), крупность заполнителя 10 мм, класс В15 (М200)	м ³	0,203	5546,10	1125,86	-	-
ФЕР 01-01-034-02	Обратная засыпка грунта	1000 м ³	0,014 2	4784,74	67,94	6,71	0,095
Итого:					38886,2		26,13

2.10.7 Технико-экономическое сравнение вариантов

При проектировании фундаментов рассчитаны два варианта:

1. Фундаменты мелкого заложения - ленточные
2. Сваи забивные С140.30.

Технико-экономическое сравнение принятого варианта фундаментов производим исходя из их стоимости и трудоемкости. Сравнительная анализ представлен в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Сравнение вариантов 1 пог.м фундаментов

Показатель	Ленточный фундамент	Свайный фундамент
Стоимость, руб.	12302,27	38886,2
Трудоемкость, чел-ч	2,90	26,13

Столбчатый фундамент более экономичный на 68 % по стоимости и менее трудоемок по сравнению со свайным. Таким образом, главным критерием в данном случае будет экономичность фундамента, поэтому предпочтение отдаляем фундаменту неглубокого заложения.

3 Технологическая карта на устройство кирпичной кладки

3.1 Область применения

Технологическая карта разработана на возведение кирпичной кладки жилого 5-ти этажного дома в п. Емельяново Емельяновского района, Красноярского края.

Данная технологическая карта предназначена для нового строительства.

Организация и технология работ разработана на возведение кирпичных стен, укладку плит перекрытий и лестниц, затраты труда на все сопутствующие работы учтены в калькуляции.

Использованные материально-технические ресурсы (машины и техническое оборудование, технологическая оснастка, приспособления, материалы и изделия) указаны в п 3.5 данного раздела.

По конструктивному решению здание – стеновое, с поперечными и продольными несущими стенами, воспринимающими нагрузки от покрытия, ветра и снега.

Здание представляет собой 5-ти этажное строение с подземным этажом прямоугольной формы, с размерами в осях 14,65x34,0 м.

3.2 Общие положения

Технологическая карта разработана на основании следующих документов:

- МДС 12-29.2006 «Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты» [35];
- СП 48.13330.2011 «Организация строительства» [28];
- СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции» [29];
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» [33].

3.3 Организация и технология выполнения работ

3.3.1 Подготовительные работы

До начала производства кирпичной кладки на площадке строительства должны быть проведены подготовительные работы:

- установлены грузоподъемные механизмы;
- завезены и складированы строительные материалы, инвентарные приспособления и инструменты;
- устроены подъезды, временные автодороги и складские площадки;
- закончены все работы нулевого цикла;
- получено разрешение на производство кирпичной кладки.

3.3.2 Основные работы

Кладка наружных и внутренних несущих стен, а также перегородок выполняется в соответствии с правилами производства и приемки работ [48], обеспечивающих требуемую прочность возводимых конструкций и высокое качество работ.

В рабочее место каменщика при кладке стен включается участок возводимой стены и часть примыкающей к ней площади. На ней размещают материалы, приспособления, инструмент и передвигается сам каменщик. Место каменщика состоит делится на три зоны: рабочую — свободной полосы вдоль кладки, где работают каменщики; зоны материалов — полосы, на которой размещают необходимые материалы для возведения кладки; транспортную — зона работы такелажников, обеспечивающие каменщиков материалами и закладными деталями. Общая ширина рабочего места в пределах от 2,5 до 2,6 м.

Запас кирпича на рабочем месте должен соответствовать 2 - 4-часовой потребности в них. Раствор загружают в ящики непосредственно перед началом работы.

Работы по каменной кладке наружных, внутренних несущих стен и перегородок выполняются в следующей последовательности:

- разметка мест устройства стен и перегородок, дверных, оконных проемов и закрепление их на перекрытии;
- установка рейки - порядовки (при необходимости);
- натягивание причального шнура;
- подача и раскладывание кирпича;
- перелопачивание, расстилание и разравнивание кладочного раствора;
- укладка кирпича в конструкцию внутренней стены и перегородки;
- проверка правильности выложенной кладки;
- укладка железобетонных перемычек над дверными и оконными проемами по ходу кладки.

Работы по возведению типового этажа выполняет звено «двойка», состоящее из каменщиков в следующем квалификационном составе:

- каменщик 4 разряда - 1 человек;
- каменщик 3 разряда - 2 человека.

Схема организации работы представлена в графической части.

До начала работы каменщик 4 разряда устанавливает и закрепляет угловые и промежуточные порядовки и указывает на них отмечки дверных проемов.

Для этого каменщик в вертикальном шве кладки закрепляет струбцину, а через 3 - 4 ряда - другую. Затем между установленными струбцинами вставляет порядовку и винтовым зажимом прижимает ее к кладке. Винтами на нижнем конце порядовки регулирует ее вертикальное положение.

Корректность установки каменщик контролирует по отвесу и уровню или нивелиру. Засечки для каждого ряда на всех порядовках обязаны быть в одной горизонтальной плоскости. Порядовки ставят на углах, в местах пересечения и примыкания стен, на прямых участках стен - на расстоянии 10 - 15 м одна от другой.

Кладку стен ведут под причалку с предварительной выкладкой угловых и промежуточных маяков в виде убежной штрабы на высоту 6 рядов.

Количество маяков зависит от организации труда в бригаде. После кладки маяков к порядовкам натягивают шнур-причалку. При кладке стен шнур-причалку устанавливают для каждого ряда, натягивая его и переставляя с помощью передвижного хомута на уровне верха укладываемых кирпичей с отступом от вертикальной плоскости кладки на 1 - 2 мм.

После установки и выверки порядовок, натягивания причалки и устройства маяков выполняют следующие операции: раскладывают кирпичи на стене, расстилают раствор под наружный верстовой ряд и приступают к кладке.

Кладку любых конструкций и их элементов, а также укладку кирпича под опорными частями конструкций независимо от системы перевязки следует начинать и заканчивать тычковым рядом. Толщина горизонтальных швов должна составлять 12 мм, вертикальных - 10 мм.

В процессе кладки стены работа в звене распределяется следующим образом:

При раскладке кирпича для кладки ложкового ряда наружной версты каменщик 3 разряда берет по одному кирпичу с поддона и раскладывает их ложковой гранью параллельно оси стены на ее внутренней стороне (версте) стопками по два кирпича с расстоянием между ними в 1 кирпич, оставляя место для расстилки раствора, после чего приступает к подготовке раствора. Затем ковшовой лопатой подает раствор на стену и, поставив лопату на боковую грань, расстилает его шириной 10 - 11 см на длину 100 - 130 см толщиной 2 - 2,5 см с отступом от лицевого края стены на 1,0 - 2,0 см.

Каменщик 4-го разряда ведет кладку ложкового ряда наружной версты способом «вприжим». Кельмой, каменщик 4-го разряда разравнивает растворную постель на длине 50 - 60 см, затем подносит кирпич к месту укладки и кельмой подгребает часть раствора к тычковой грани ранее уложенного кирпича, прижимая кирпич к полотну кельмы и одновременно, осаживая кирпич до уровня ранее уложенных нажимом руки, вытаскивает кельму. Нажатием укладываемого кирпича каменщик образует из раствора вертикальный поперечный шов. Выжатого на поверхность стены раствора при кладке впустошовку (под штукатурку) не должно быть

Кладку ложкового ряда внутренней версты каменщик 4 разряда ведет способом «вприсык», загребая раствор тычковой гранью кирпича в том же порядке, как и для наружной версты.

При наличии проемов каменщик 4 разряда закладывает в кладку просмоленные пробки, а также трехчетвертки для образования вертикального ограничения стены.

До начала монтажа плит перекрытия должны быть выполнены организационно-подготовительные мероприятия.

Кроме того, должны быть выполнены следующие работы:

- смонтированы и закреплены по проекту все конструкции в пределах этажа, расположенные ниже уровня монтируемого перекрытия;
- доставлены на площадку и подготовлены к работе механизмы, инвентарь и приспособления;

- рабочие и ИТР ознакомлены с технологией работ и обучены безопасным методам труда.

Монтаж плит перекрытия производят с транспортных средств. Монтировать плиты начинают от лестничной клетки. Строповку производят за технологические отверстия.

С помощью универсального грузозахватного устройства с кантователем плита в воздухе переводится в горизонтальное положение и подается на место монтажа в проектном положении

Перед началом монтажа опорную поверхность очищают от наплывов раствора, грязи, наледи, снега, а летом смачивают водой. Плиты перекрытий укладывают на растворную постель толщиной не более 20 мм, расстилаемую по верху стеновых панелей. Укладка плит перекрытия разрешается только после постоянного или временного закрепления конструкций, на которые они опираются. При этом крепление должно обеспечивать восприятие монтажных нагрузок.

Положение в плане установленных плит перекрытий проверяют по разметке, определяющей их положение на опорах, при этом следят за совмещением закладных деталей. Незначительные отклонения устраниют, рихтуя плиту монтажными ломами. Горизонтальность контролируют, укладывая в двух взаимно перпендикулярных плоскостях строительный уровень.

После окончательной выверки плиты перекрытия соединяют между собой П-образными скобами, вставляемыми в анкерные петли плит перекрытия в углах сверху, после чего плиты расстроповывают и далее выполняют электродуговую сварку подъёмных петель с выпусками и закладными деталями смежных плит перекрытия.

3.4 Требования к качеству работ

Контроль качества работ по кирпичной кладке наружных и внутренних несущих стен, и перегородок на этаже включает в себя:

- приемку предшествующих кирпичной кладке ранее выполненных монтажных работ;
- контроль качества применяемых для кладки и монтируемых перемычек строительных материалов и изделий;
- контроль производственных операций, связанных с производством каменных работ и укладки перемычек над проемами;
- приемочный контроль выполненных каменных работ с оформлением актов освидетельствования скрытых работ.

Приемку ранее выполненных работ, предшествующих возведению наружных и внутренних несущих стен, и перегородок, производить в соответствии с требованиями [29, п. 9] и рабочих чертежей проекта.

Контроль качества монтажа плит перекрытия включает:

- входной контроль качества конструкций и используемых материалов;
- операционный контроль качества выполняемых работ;
- приёмочный контроль выполненных работ.

3.5 Потребность в материально-технических ресурсах

3.5.1 Машины и технологическое оборудование

Подбор крана для кирпичей, конструкций и изделий представлен в п. 4.2 данного проекта.

Необходимые машины и оборудование представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Машины и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Выгрузка и подача материала к месту кладки, а также перестановку подмостей	Кран башенный КБ-306	Высота подъема – 43,1 м; Вылет стрелы - 23 м; Грузоподъемность – 4,4 т	1
Доставка раствора на площадку	Автобетоносмеситель КАМАЗ-6540	Вместимость – 9 м ³	1
Сварочные работы	Сварочный аппарат Сварог ARC 205	Сварочный ток MMA – 10-180 А	1

3.5.2 Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Для подбора грузозахватных приспособлений пользуемся каталогом средств монтажа сборных конструкций зданий и сооружений.

Схемы строповок представлены в графической части.

Таблица 3.2 - 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	Количество
Подъем элементов	Строп четырехветвевой 4СК1-5,0/5000	Грузоподъемность – 5 т	2
Подъем элементов	Строп четырехветвевой 4СК1-3,2/2000	Грузоподъемность – 3,2 т	1
	Строп четырехветвевой 4СК10-4	Грузоподъемность – 10 т	1
	Подстропок ВК-3,2	Грузоподъемность – 3,2 т	4
	Подстропок ПК4-3,4	Грузоподъемность – 4 т	4

Окончание таблицы 3.2

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Кирпичная кладка стен	Подача раствора для кирпичной кладки	Ящик стальной ТР-0,5 1600x1100x650 мм Вместимость – 0,5 м ³	2
	Инвентарные подмости индивидуального изготовления	1500x1600 мм	16
		2000x3500 мм	10
	Кельма		6
	Молоток-кирочка		2
	Отвес строительный ОТ-400		2
	Рейка-порядовка		2
	Правило		2
	Рулетка ЗПК 2-30-АНТ/1		2
	Лопата растворная		2
Обеспечение безопасности	Шнур причальный		2
	Каска строительная		11
	Пояс монтажный		11

3.5.3 Материалы и изделия

Потребность в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяется по рабочей документации с учетом действующих норм расхода материалов в строительстве (в том числе ведомственных и местных норм). Перечень необходимых материалов и изделий представлен в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – 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
Кирпичная кладка	Кирпич керамический рядовой КоРПо 1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530-2012	м ³	0,394 тыс.шт	460,71
Кирпичная кладка	Кирпич керамический лицевой КОЛПо 1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530-2012	м ³	0,42 тыс. шт	85,7
Подача кладочного раствора на рабочие места в ящиках монтажным краном	Раствор кладочный, цементно-песчаный, М75, ГОСТ 28013-98	м ³	0,24	347,72

Окончание таблицы 3.3

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
Укладка сборных железобетонных перемычек	Перемычки (прил.А), ГОСТ 948-2016	шт	100	4,06
Укладка плит перекрытия	Плиты перекрытий (лист 3), ГОСТ 26434-2015	шт	100	2,93
Сварка закладных деталей плит перекрытия	Электроды диаметром: 6 мм Э42	т	0,01	0,029
Укладка сборных железобетонных лестниц	Лестничный марш, 1ЛМ 27.11.14-4-г; лестничные площадки 2ЛП22.12-4-г и 2ЛП22.18-4-г, ГОСТ 9818-2015	шт	100	0,1

3.6 Техника безопасности и охрана труда

При производстве каменных и монтажных работ должны выполняться требования СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство» [50] и СНиП12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования» [49].

Выполнение каменных работ предусматривает мероприятия по предупреждению воздействия на рабочих следующих опасных вредных производственных факторов:

- расположение рабочих мест вблизи перепада по высоте 1,3м и более;
- падение вышерасположенных материалов, конструкций и инструментов;
- самопроизвольное обрушение элементов конструкций; движущееся части машин и передвигаемые ими конструкции и материалы.

При наличии опасных и вредных производственных факторов, безопасность каменных работ должна быть обеспечена на основе выполнения содержащихся в организационно – технологической документации (ГЮС, ППР и др.) следующих решений по охране труда:

- организация рабочего места с указанием конструкции и места установки необходимых средств подмащивания, грузозахватных устройств, средств контейнеризации и тары;
- последовательность выполнения работ с учетом обеспечения устойчивости возводимых конструкций;
- определение конструкций и мест установки средств защиты от падения человека с высоты и падения предметов вблизи здания;
- дополнительные меры безопасности по обеспечению устройства каменной кладки в холодное время года.

Конструкция грузозахватных приспособлений должна исключать возможность их самопроизвольного раскрытия, опрокидывания и выпадения материалов.

Кладку стен ведут с подмостей, начиная с высоты не более 1,2 м от уровня пола первого этажа или перекрытия.

На подмостях между стеной, сложенными материалами и установленным инвентарем следует оставлять проход шириной не менее 60 см.

Поднимать кирпич на подмости краном следует пакетами на поддонах при помощи четырехстеночных футляров, исключающих возможность выпадения кирпича.

При кладке стен с внутренних подмостей надлежит по всему периметру здания устраивать наружные защитные инвентарные козырьки в виде настила на кронштейнах, навешиваемых на стальные крюки, которые заделываются в кладку по мере ее возведения на расстоянии не более 3 м друг от друга.

Рабочие, занятые на установке и снятии защитных козырьков, должны работать с предохранительными поясами. Ходить по козырькам, использовать их в качестве подмостей, а также складывать на них материалы – не допускается.

Запрещается при кладке стен:

- оставлять материалы и инструменты на стенах во время перерыва в кладке;
- выкладывать стену стоя на ней;
- сбрасывать поддоны, футляры и другое с подмостей и транспортных средств.

Средства подмащивания, расположенные вблизи проездов транспортных средств, должны быть ограждены отбойными брусьями с таким расчетом, чтобы они находились на расстоянии не ближе 0,6 м от габарита транспортных средств.

Средства подмащивания должны иметь ровные рабочие настилы с зазором между досками не более 5 мм, а при расположении настила на высоте 1,3 м и более - ограждения и бортовые элементы.

Запрещается при монтаже:

- выполнять монтажные работы на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе и тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ;
- монтажникам ходить по торцам панелей стен;
- в радиусе 10 м от места проведения электросварочных работ размещать легковозгораемые материалы.
- производить электросварочные работы в незащищенных местах во время дождя, грозы или сильного снегопада, а также на высоте при скорости ветра 15 м/с и более;
- совмещение на одном рабочем месте сварочные работы и укладку теплоизоляционного вкладыша.

Начиная со второго этажа следует устанавливать инвентарные переносные ограждения по контуру дома и проема.

При перемещении плиты перекрытия монтажники должны находиться вне контура устанавливаемой плиты со стороны противоположной подаче.

Устанавливать плиты нужно без толчков, не допуская ударов по другим конструкциям.

Монтажник, находящийся на перекрытии, обязан закрепить карабин предохранительного пояса к специально натянутому стальному тросу или за надежно установленные части по указанию мастера.

Первую монтируемую плиту перекрытия монтажники принимают с лестницы или с передвижных подмостей. Последующие плиты монтируют с установленных плит перекрытия.

Рабочие места сварщиков следует отделить от смежных рабочих мест и проходов несгораемыми экранами (ширмами, щитами) высотой не менее 1,8 м.

Ящики с раствором следует устанавливать только в местах примыкания плит перекрытия друг к другу, т.е. над панелями внутренних стен.

3.7 Технико-экономические показатели

Технико-экономические показатели выполнения кирпичной кладки представлены в графической части раздела

3.7.1 Калькуляция трудовых затрат и машинного времени

Калькуляцию составляем на основании действующих сборников ЕНиР. Целью составления калькуляции является определение трудоемкости работ при монтаже отдельных элементов и комплекса работ по монтажу конструкций в целом.

Таблица 3.4 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обосн ование (ЕНиР)	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На ед. изм.		На объем работ	
		Ед. изм	Кол-во		Нор ма врем ени, чел- ч	Норма времен и, маш- ч	Затрат ы труда раб, чел.-ч	Затрат ы времен и маш, маш.-ч
§E1-9	Выгрузка кирпича глиняного обыкновенного пакетами (650 шт.) с автомашины башенным кранами грузоподъемностью 5 т	1 пакет	1267,1	Маш. 6 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	0,14	0,28	177,39	354,77
§E1-7, №18	Выгрузка железобетонных перемычек башенным краном при массе до 1 т	100 т	0,732	Маш. 6 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	6,4	13	4,6848	9,52
§E1-7, №20	Выгрузка лестниц башенным краном при массе до 2 т	100 т	0,133	Маш. 6 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	4,4	9	0,5852	1,20

Продолжение таблицы 3.4

Обосн ование (ЕНиР)	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На ед. изм.		На объем работ	
		Ед. изм	Кол-во		Нор ма врем ени, чел- ч	Норма времен и, маш- ч	Затраты труда раб, чел.-ч	Затраты времен и маш, маш.-ч
§E1-7, №24	Выгрузка плит перекрытия башенным краном при массе до 4 т	100 т	8,83	Маш. 6 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	1,9	3,8	16,777	33,55
§E1-7; №31	Подача материалов (грузов) башенными кранами грузоподъемностью до 10 т	1000 шт	836,95	Маш. 5 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	0,19 6	0,392	164,04	328,1
§E3-8, табл. 2, №2	Кладка наружных стен толщиной 640 мм из керамических кирпичей с облицовкой кирпичом	1 м ³	891,28	Каменщик 4 разр. -1; 3 разр. - 1	3,1	-	2763	
§E11- 41,	Изоляция теплоизоляционными плитами стен	1 м ²	1392,6 3	Термоизолир овщики 4р -1, 3р -1, 2р - 1	0,48	-	668,46	-
§E3-3, табл. 3, №4а	Кладка наружных стен толщиной 380 мм из керамических кирпичей	1 м ³	96,88	Каменщик 3 разр. - 2	3,2	-	310,02	-
§E3-3, табл. 3, №3б	Кладка внутренних стен толщиной 380 мм из керамических кирпичей под штукатурку	1 м ³	581,88	Каменщик 3 разр. - 2	3,2	-	1862	-
§E3- 12, №2	Кладка перегородок толщиной 120 мм из керамического кирпича	1 м ²	2406,4	Каменщик 4 разр. - 1; 2 разр. - 1	0,66	-	1588,2	-
§E3- 16, №2	Укладка железобетонных перемычек оконных и дверных проемов башенным краном до 1 т	1 проем	406	Каменщик 4 разр. -1; 3 разр. - 1; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,66	0,22	267,96	89,32
§E1-7, №11	Подача кладочного раствора в ящиках емкостью до 0,5 м ³	1 м ³	347,72	Маш. 6 разр - 1; Такелажник 2 разр - 2	0,20 8	0,416	72,33	144,65
§E3- 20, табл. 2, №3	Устройство и разборка инвентарных подмостей для кладки	10 м ³ кладки	157,0	Маш. 6 разр. - 1; Плотник 4 разр. - 1; 2 разр. - 2	0,31	0,93	48,67	146,01
§E4-1- 7, №1	Укладка плит перекрытий площадью до 3 м ²	1 эл	1	Монтажн. 4 разр. - 1; 3 разр. - 2; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,44	0,11	0,44	0,11
§E4-1- 7, №2	Укладка плит перекрытий площадью до 5 м ²	1 эл	14	Монтажн. 4 разр. - 1; 3 разр. - 2; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,56	0,14	7,84	1,96

Окончание таблицы 3.4

Обосн ование (ЕНиР)	Наименование работ	Объем работ		Состав звена	На ед. изм.		На объем работ	
		Ед. изм	Кол-во		Нор ма врем ени, чел- ч	Норма времен и, маш- ч	Затрат ы труда раб, чел.-ч	Затрат ы времен и маш, маш.-ч
§E4-1-7, №3	Укладка плит перекрытий площадью до 10 м ²	1 эл	77	Монтажн. 4 разр. - 1; 3 разр. - 2; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,88	0,22	67,76	16,94
§E4-1-7, №4	Укладка плит перекрытий площадью до 15 м ²	1 эл	201	Монтажн. 4 разр. - 1; 3 разр. - 2; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,72	0,18	144,72	36,18
§E4-1-10, №7	Устройство лестничных площадок массой до 1 т	1 эл	11	Монтажн. 4 разр. - 2; 3 разр. - 1; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	0,92	0,23	10,12	2,53
§E4-1-10, №8	Устройство лестниц массой до 2,5 т	1 эл	10	Монтажн. 4 разр. - 2; 3 разр. - 1; 2 разр. - 1; Маш. 6 разр. - 1	1,4	0,35	14	3,5
§E4-1-11, №1	Устройство лестничных ограждений	1 м	34,68	Монтажн. 4р -1 Электросварщик Зр - 1	0,37	-	12,832	-
§E4-1-26, №36	Заливка швов плит перекрытия	100 м шва	24,73	Монтажн. 4 разр. - 1; 3 разр. - 1	6,4	-	158,27	-
						Итого	8360,11	1168,33

4 Организация строительного производства

4.1 Область применения строительного генерального плана

Объектный строительный генеральный план разработан на период возведения надземной части блок-секции 5-ти этажного жилого дома в п. Емельяново Емельяновского района, Красноярского края.

При разработке данного раздела дипломного проекта были использованы следующие нормативные документы: [28]; [26]; [31]; [33].

Все решения при разработке строительного генерального плана учитывают удобство и безопасность при выполнении строительно-монтажных работ, санитарно-гигиенические, противопожарные, экологические и экономические требования.

Работы по возведению надземной части жилого дома ведутся краном КБ 306.

4.2 Выбор грузоподъемных механизмов

Выбор крана для монтажа здания и подъёма оборудования производим по наиболее тяжелому элементу – плита перекрытия ПК 68.18-8а $m = 4$ т.

Для возведения жилого здания используем башенный кран.

Необходимая грузоподъемность крана определяется по формуле

$$Q = P_{\text{гр}} + P_{\text{гр.пр}} + P_{\text{н.м.пр}} + P_{\text{к.у}}, \quad (4.1)$$

где $P_{\text{гр}}$ - масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$P_{\text{гр.пр}}$ - масса грузозахватных и вспомогательных устройств (траверсы, стропы, кондукторы, лестницы и т.д.), установленных на элементе до его подъема, т;

$P_{\text{н.м.пр}}$ - масса навесных монтажных приспособлений, т;

$P_{\text{к.у}}$ - масса конструкций усиления жесткости поднимаемого элемента, т.

Принимаем: $P_{\text{гр}} = 4$ т; $P_{\text{гр.пр}} = 0,08985$ т; $P_{\text{н.м.пр}} = 0,0134$ т, подставляем в формулу (4.1), получаем

$$Q = 4 + 0,08985 + 0,0134 = 4,103 \text{ т.}$$

Высота подъема крюка определяется по формуле

$$h_{\text{п}} = h_3 + h_{\text{гр}} + h_{\text{гр.пр}} + 2,3, \quad (4.2)$$

где h_3 - расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_{\text{гр}}$ - высота элемента в положении подъема, м;

$h_{\text{гр.пр}}$ - высота грузозахватного устройства (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана), м;

2,3 - запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными конструкциями и установки его в проектное положение, м.

Принимаем: $h_3 = 22,38$ м; $h_{\text{гр}} = 1,5$ м; $h_{\text{гр.пр}} = 1,8$ м, подставляем в формулу (4.2), получаем

$$h_{\text{п}} = 22,38 + 1,5 + 1,8 + 2,3 = 27,98 \text{ м.}$$

Требуемый вылет крюка определяется по формуле

$$R_p = B + f + f^* + d + R_{\text{пов}}, \quad (4.3)$$

где B - ширина здания в осях или половина ширины здания при работе кранов с двух сторон, м;

f, f^* - расстояния от осей до выступающих частей здания, м;

d - расстояние между выступающей частью здания и хвостовой частью крана при его повороте, принимаемое равным 0,7 м при высоте выступающей части здания до 2 м и 0,4 м при высоте выступающей части здания более 2 м;

$R_{\text{пов}}$ - радиус, описываемый хвостовой частью крана при его повороте, принимаемый по паспортным данным крана, м.

Принимаем: $B = 14,65$ м; $f = f^* = 1,89$ м; $d = 0,4$ м; $R_{\text{пов}} = 3,6$ м (для крана КБ-306). Подставляем в формулу (4.3), получаем

$$R_p = 14,65 + 1,89 + 1,89 + 0,4 + 3,6 = 22,43 \text{ м.}$$

По полученным данным подбираем по каталогам башенный кран: КБ-306 со следующими рабочими параметрами: высота подъема – 43,1 м; грузоподъемность – 4,4 т; вылет крюка – 23 м.

4.2.1 Размещение грузоподъёмного механизма на строительной площадке

Поперечная привязка башенного крана определяется по формуле

$$B = R_{\text{пов}} + l_{\text{без}}, \quad (4.4)$$

где $- R_{\text{пов}}$ – то же, что и в формуле (4.3);

$l_{\text{без}}$ - минимальное допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания, м.

Принимаем: $R_{\text{пов}} = 3,6$ м; $l_{\text{без}} = 0,7$ м. Подставляем в формулу (4.4), получаем

$$B = 3,6 + 0,7 = 4,3 \text{ м.}$$

Продольная привязка крана заключается в определении длины рельсовых путей и нахождении крайних стоянок крана. Тогда общая предварительная длина рельсового пути определяется по формуле

$$L_{\text{пп}} = l_{\text{кр}} + H + 2 \cdot l_{\text{торм}} + 2 \cdot l_{\text{туп}}, \quad (4.5)$$

где $l_{\text{кр}}$ - расстояние между двумя наиболее удаленными засечками, м;

H - база крана (принимается по паспортным данным крана), м;

$l_{\text{торм}}$ - минимально допустимое расстояние от базы крана до тупикового упора, принимаемое 1,5 м;

$l_{\text{туп}}$ - минимально допустимое расстояние от тупикового упора до конца рельса, принимаемое 0,5 м.

Принимаем: $l_{\text{кр}} = 23,33$ м; $H = 4,5$ м; $l_{\text{торм}} = 1,5$ м; $l_{\text{туп}} = 0,5$ м.
Подставляем в формулу (4.5), получаем

$$L_{\text{пп}} = 23,33 + 4,5 + 2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 0,5 = 31,83 \text{ м.}$$

Полученную предварительную длину рельсовых путей корректируют с учетом кратности длины полузвена – 6,25 м, при этом минимально допустимая длина рельсовых составляет 31,25 м, тогда окончательная длина рельсового пути:

$$L_{\text{пп}} = 6,25 \cdot n, \quad (4.6)$$

где n - количество полузвеньев, шт.

Принимаем: $L_{\text{пп}} = 31,83$ м. Подставляем в формулу (4.6), получаем

$$n = \frac{31,83}{6,25} = 5,1.$$

Принимаем 6 полузвеньев, тогда окончательная длина рельсов равна:

$$L_{\text{пп}} = 6,25 \cdot 6 = 37,5 \text{ м.}$$

4.3 Определение величины опасных зон при организации строительной площадки

Величину границы опасной зоны в местах, над которыми происходит перемещение грузов подъемными кранами (опасная зона действия крана) принимают от крайней точки горизонтальной проекции наружного наименьшего габарита перемещаемого груза с прибавлением наибольшего габаритного

размера перемещаемого (падающего) груза и минимального расстояния отлета груза при его падении, согласно [31].

$$R_{\text{оп}} = R_p + 0,5B_r + L_r + X, \quad (4.7)$$

где R_p – максимальный требуемый вылет крюка крана, м;

B_r – наименьший габарит перемещаемого груза, м;

L_r – наибольший габарит перемещаемого груза, м;

X – величина отлета падающего груза, м.

Принимаем: $R_p = 23$ м; $B_r = 1,79$ м; $L_r = 6,78$ м; $X = 7,18$ м. Подставляем в формулу (4.7), получаем

$$R_{\text{оп}} = 23 + 0,5 \cdot 1,79 + 6,78 + 7,18 = 37,86 \text{ м.}$$

Монтажной зоной называется пространство, в котором возможно падение элемента со здания при его установке и временном закреплении, и определяют по формуле

$$R_{\text{монтаж}} = L_r + X, \quad (4.8)$$

где L_r – то же, что и в формуле (4.7);

X – то же, что и в формуле (4.7).

Принимаем: $L_r = 1,2$ м; $X = 5,12$ м. Подставляем в формулу (4.8), получаем

$$R_{\text{монтаж}} = 1,2 + 5,12 = 6,32 \text{ м.}$$

4.4 Проектирование складов

Необходимый запас материалов на складе определяется по формуле

$$P = P_{\text{общ}} / T \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.9)$$

где $P_{\text{общ}}$ – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчётный период;

T – продолжительность расчётного периода, дн.;

T_n – норма запаса материала, дн.;

K_1 – коэффициент неравномерности поступления материала на склад;

K_2 – коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчётного периода.

Полезная площадь склада определяется по формуле

$$F = P / V, \quad (4.10)$$

где P – необходимый запас на складе;

V – количество материала, укладываемого на 1 м²площади склада.

Общая площадь склада определяется по формуле

$$S = F/\beta, \quad (4.11)$$

где F – полезная площадь склада, м²;

β – коэффициент использования склада.

Таблица 4.1 – Подсчёт площади складов (для надземной части здания)

Наименование изделий, материалов, конструкций	Ед.изм.	Общее кол-во материалов, Р _{общ}	Продолжительность периода Т, дн.	Норма запаса материала Т _н , дн.	Коэфф.		Количество мат-а на складе Р _{скл}	β	Нормат. площадь склада на 1м ² , V	Полезная площадь склада, F, м ²	Фактическая пло-
					K ₁	K ₂					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Кирпич	тыс. шт	836,95	49	5	1,1	1,3	122,13	0,6	0,75	91,59	152,66
Лестничные марши	шт	10	49	5	1,1	1,3	1,46	0,6	0,8	1,17	1,95
Плиты перекрытий и покрытий	шт	293	49	5	1,1	1,3	42,75	0,6	1,2	51,30	85,51
Перемычки	шт	700	49	5	1,1	1,3	102,14	0,6	0,8	81,71	136,19
									Итого	236,78	388,30

Примечание: кирпич складируют на поддонах в 2 яруса.

4.5 Внутрипостроечные дороги

Для внутрипостроечных перевозок используется автомобильный транспорт.

Постоянные подъезды полностью не обеспечивают строительство из-за несовпадения трассировки и габаритов, поэтому устраивают временные дороги.

Схема движения транспорта и расположения дорог в плане обеспечивает подъезд в зону действия монтажных и погрузочно-разгрузочных механизмов, к складам, бытовым помещениям. При трассировке дорог соблюдаются минимальные расстояния:

- между дорогой и складской площадкой - 1 м;
- между дорогой и забором, ограждающим строительную площадку – 1,5 м.

На генплане условными знаками обозначены въезды (выезды) транспорта, стоянки при разгрузке, а также места установки знаков.

Радиусы закругления дорог - 12 м, но при этом ширина проездов в пределах кривых увеличивается с 3,5 до 5 м. Дорога планируется грунтовой и профилированной.

Ширина проезжей части однополосных дорог - 3,5 м. На участках дорог, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличена до 6,5 м.

4.6 Расчет потребности во временных инвентарных зданиях

Согласно графику движения рабочих кадров, наибольшее число работающих на стройплощадке 29 человек: рабочие – 22 чел. (16 в наиболее многочисленную смену), служащие – 1 чел, ИТР – 2 чел, МОП и охрана – 4 чел.

Требуемая площадь временных помещений определяется по формуле

$$F_{\text{тр}} = N \cdot F_{\text{н}}, \quad (4.12)$$

где N – общая численность рабочих (работающих), чел.;
 $F_{\text{н}}$ – норма площади на одного рабочего (работающего), м^2 .

Таблица 4.2 - Определение площади временных сооружений

№	Наименование помещений	Численность рабочих	Норма площади на одного рабочего, м^2	Требуемая площадь, м^2	Размеры ВxL м.	Шифр	Принятый тип помещений
1	Прорабская	3	24 на 5 чел	14,4	7,5x3,1	5055-4	Инвентарный
2	Гардеробная	16	0,9	14,4	7,5x3,1	5055-1	Инвентарный
3	Помещение для отдыха и обогрева	16	1	16	7,4x3	312-00	Инвентарный
4	Душевая	16	0,43	6,88	9x3	ГОССД-6	Инвентарный
5	КПП	4	7	14	6x3	ИКЗЭ-5	Неинвентарный
6	Столовая	21	0,6	12,6	9x3	ГОССС-20	Инвентарный
7	Туалет	21	0,07	1,47	7,5x3,1	5055-27А	Неинвентарный

4.7 Электроснабжение строительной площадки

Расчет мощностей, необходимый для обеспечения строительной площадки электроэнергией производим по формуле:

$$P = \alpha \left(\sum \frac{K_1 \cdot P_c}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_2 \cdot P_t}{\cos \varphi} + \sum K_3 \cdot P_{\text{ов}} + \sum K_4 \cdot P_{\text{н}} \right), \quad (4.13)$$

где α – коэффициент, учитывающий потери мощности в сети и зависящий от ее протяженности, сечения (1,1);

K_1, K_2, K_3, K_4 – коэффициенты спроса, определяемые числом потребителей и несовпадением времени их работы (принимаются по паспортным и техническим данным);

P_c – мощности силовых потребителей, кВт;

P_t – мощности, требуемые для технологических нужд, кВт;

$P_{\text{ов}}$ – мощности, требуемые для наружного освещения, кВт;

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности в сети, зависящий от характера загрузки и числа потребителей.

Таблица 4.3 - Определение нагрузок по установленной мощности электроприемников

Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол-во	Удельная мощность на единицу измерения, кВт	Коэф. спроса, K_c	$\cos \varphi$	Требуемая мощность, кВт
1	2	3	4	5		6
Силовые потребители						
Сварочный аппарат	шт.	1	20	0,35	0,7	10
Мойка для колес	шт	1	-	-	-	3,1
Башенный кран	шт.	1	60	0,2	0,5	24
Внутреннее освещение						
Административные и бытовые помещения	м^2	136,95	0,015	0,8	1	1,64
Наружное освещение						
Кирпичная кладка	м^2	5585,25	0,003	1	1	16,76
Территория строительства	м^2	10642,4	0,0002	1	1	2,13
Склады открытые	м^2	962,27	0,003	1	1	2,89
					Итого	60,51

Общая нагрузка по установленной мощности составит:

$$P = 1,1 \cdot 60,51 = 66,57 \text{ кВт.}$$

Принимаем трансформаторную подстанцию 2КТП ПВ 180/6 (10) - 0,4, мощностью 180 кВт.

Количество прожекторов определяется по формуле

$$n = P \cdot E \cdot S / P_{\text{л}}, \quad (4.14)$$

где P – удельная мощность, Вт/м²;

E – освещенность, лк;

S – размеры площадки, подлежащей освещению, м²;

$P_{\text{л}}$ – мощность лампы прожектора, Вт.

В качестве светильника используем прожектор ПЗС-35.

Принимаем: $P = 0,4 \text{ Вт/м}^2$; $E = 2 \text{ лк}$; $S = 10053,2 \text{ м}^2$; $P_{\text{л}} = 500 \text{ Вт}$. Подставляем в формулу (4.14), получаем

$$n = 0,4 \cdot 2 \cdot 10053,2 / 500 = 17 \text{ шт.}$$

Принимаем для освещения строительной площадки 17 прожекторов. Наиболее экономичным источником электроснабжения являются районные сети высокого напряжения. Электроснабжение от внешних источников производится по воздушным линиям электропередач.

4.8 Временное водоснабжение

Суммарный расход воды, л/с, вычисляем по формуле

$$Q_{общ} = Q_{пр} + Q_{маши} + Q_{хоз-быт} + Q_{пож}, \quad (4.15)$$

где $Q_{пр}$, $Q_{пр}$, $Q_{маши}$, $Q_{хоз-быт}$, $Q_{пож}$ – расход воды, соответственно на производство, охлаждение двигателей строительных машин, хозяйственно-бытовые и противопожарные нужды, л/с.

Расход воды на производственные нужды рассчитываем по формуле

$$Q_{пр} = 1,2 \sum \frac{q_i \cdot V \cdot K_q}{t \cdot 3600}, \quad (4.16)$$

где 1,2 – коэффициент, учитывающий потери воды;

V – объем строительно-монтажных работ (по календарному графику производства работ);

q_i – норма удельного расхода воды на единицу потребителя, л;

K_q – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены (суток) для данной группы потребителей;

t – количество часов потребления в смену, сут.

Таблица 4.4 - Расчет воды на производственные нужды

Потребители	Ед. изм.	V	Норма удельного расхода воды, q ₁ , л	Коэффициент часовой неравномерности водоснабжения, K _q	Кол-во часов потребления в смену, t	Потребление воды л/с
Поливка кирпича	1000 шт	836,95	220	1,6	8	10,23
Автомашины грузовые	маш-сут	1	400	1,6	8	0,02
					Итого	10,25

$$Q_{пр} = 1,2 \cdot 10,25 = 12,3 \text{ л/с.}$$

Расход воды на охлаждение двигателей строительных машин находим по формуле

$$Q_{\text{маш}} = W \cdot q_2 \cdot K_{\text{ч}} / 3600, \quad (4.17)$$

где W - количество машин;

q_2 – норма удельного расхода воды на машины, л;
 $K_{\text{ч}}$ – то же, что и в формуле (4.16).

$$Q_{\text{маш}} = 1 \cdot 400 \cdot 1,6 / 3600 = 0,18 \text{ л/с.}$$

Расход воды на хозяйствственно-бытовые нужды определяются по формуле

$$Q_{\text{хоз-быт}} = Q_{\text{хоз-пит}} + Q_{\text{душ}}, \quad (4.18)$$

где $Q_{\text{хоз-пит}}$ – расход воды на хозяйственно питьевые нужды, л/с;

$Q_{\text{душ}}$ – расход воды на душевые установки, л/с.

Расход воды на хозяйственно питьевые нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{хоз-пит}} = N_{\text{макс}}^{\text{см}} \cdot q_3 \cdot K_{\text{ч}} / (8 \cdot 3600), \quad (4.19)$$

где $N_{\text{макс}}^{\text{см}}$ – максимальное количество рабочих в смену, принимаемое по графику движения рабочих, чел;

q_3 – норма потребления воды на 1 человека в смену (для канализованных площадок $q_3=25 - 30$ л), л;

$K_{\text{ч}}$ – то же, что и в формуле (4.16).

$$Q_{\text{хоз-пит}} = 11 \cdot 25 \cdot 2,7 / (8 \cdot 3600) = 0,03 \text{ л/с.}$$

Расход воды на душевые установки находим по формуле

$$Q_{\text{душ}} = N_{\text{макс}}^{\text{см}} \cdot q_4 \cdot K_{\text{ч}} / (t_{\text{душ}} \cdot 3600), \quad (4.20)$$

где q_4 – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем, равная 30 л;

$N_{\text{макс}}^{\text{см}}$ – то же, что и в формуле (4.20).

$K_{\text{ч}}$ – то же, что и в формуле (4.16);

$t_{\text{душ}}$ – продолжительность пользования душем (0,5 - 0,7 ч), ч.

$$Q_{\text{душ}} = 11 \cdot 25 \cdot 0,3 / (0,6 \cdot 3600) = 0,05 \text{ л/с.}$$

Расход воды на хозяйственно питьевые нужды равны:

$$Q_{\text{хоз-быт}} = 0,03 + 0,05 = 0,08 \text{ л/с.}$$

Так как в нашем случае расход воды на противопожарные цели превышает ее расход на производственные и хозяйственны бытовые нужды, $Q_{\text{расч}}$ принимаем равным $Q_{\text{расч}} = Q_{\text{пож}} = 10 \text{ л/с}$.

По расчетному расходу воды диаметр магистрального ввода временного водопровода равен:

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{Q_{\text{расч}} / (\pi \cdot v)}, \quad (4.21)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – расчетный расход воды, л/с;

v – скорость движения воды по трубам (для труб малого диаметра $v = 0,7 - 1,2 \text{ м/с}$).

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{10}{3,14 \cdot 1,2}} = 112,87 \text{ мм.}$$

Принимаем $D = 114 \text{ мм}$, по ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия» [34].

Источниками водоснабжения являются существующие водопроводы, сооружаемые в подготовительный период.

4.9 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Перечень мероприятий и проектных решений по определению технических средств и методов работы, обеспечивающих выполнение нормативных требований охраны труда, разработан в соответствии с [32].

Производственное оборудование, приспособления и инструмент, применяемые для организации рабочего места, отвечают требованиям безопасности труда.

Производственные территории, участки работ и рабочие места обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда.

Опасные зоны, в которые вход людей, не связанных с данным видом работ, запрещен, огораживаются и обозначаются.

Временные административно-хозяйственные и бытовые здания и сооружения размещены вне опасной зоны от работы монтажного крана.

Туалеты размещены таким образом, что расстояние от наиболее удаленного места вне здания не превышает 200 м.

На строительной площадке должны создаваться безопасные условия труда, исключающие возможность поражения людей электрическим током в соответствии с нормами.

Строительная площадка, проходы, проезды и рабочие места освещены.

На строительной площадке размещаются стены с противопожарным инвентарем и места первичных средств пожаротушения, так же предусмотрены пожарные гидранты с радиусом действия 150 м, расположенные 2 м от проезжей части.

При перемещении и подаче на рабочее место грузоподъемными кранами кирпича, керамических камней и мелких блоков следует применять поддоны, контейнеры и грузозахватные устройства, исключающие падение груза при подъеме.

На участке, где ведутся монтажные работы, не допускается выполнение других работ и нахождение посторонних лиц.

Монтаж конструкций каждого последующего яруса (участка) здания или сооружения следует производить только после надежного закрепления всех элементов предыдущего яруса (участка) согласно проекту.

Производство работ внутри зданий и сооружений с применением горючих веществ и материалов одновременно с другими строительно-монтажными работами, связанными с применением открытого огня (сварка и т.п.), не допускается.

4.10 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов

Предусматривается установка границ строительной площадки, которая обеспечивает максимальную сохранность за территорией строительства деревьев, кустарников, травяного покрова.

Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта. Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарной растительности.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных ёмкостях.

При организации строительного производства необходимо осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей природной среды, которые должны включать рекультивацию земель, предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение или очистку вредных выбросов в почву, водоемы и атмосферу.

На территории строящихся объектов не допускается непредусмотренное проектной документацией сведение древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом корневых шеек и стволов растущих деревьев и кустарников.

Выпуск воды со строительных площадок непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва не допускается. При выполнении планировочных работ почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в специально отведенных местах.

Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути должны устраиваться с учетом требований по предотвращению повреждений сельскохозяйственных угодий и древесно-кустарниковой растительности.

Используемая вода после помывки колес, удаляемая из оборудования и с площадки пункта мойки, осуществляется в приямок в грунте. По окончании строительства приямок засыпается грунтом и утрамбовывается.

4.11 Технико-экономические показатели стройгенплана

Технико-экономические показатели данного стройгенплана представлены в графической части.

4.12 Определение продолжительности строительства здания

Нормативную продолжительность строительства определяем по [26]. Продолжительность строительства кирпичного пятиэтажного жилого дома общей площадью 2811,12 м² в п. Емельяново Емельяновского района Красноярского края, согласно [26, ч. 2, разд. 3], находится методом интерполяции. Для пятиэтажного дома мощностью 2500 м² продолжительность строительства составляет 7 мес, а для мощности 4000 м² – 8 мес, следовательно, для нашего здания продолжительность строительства составит 7,2 месяца.

5 Экономика строительства

5.1 Определение прогнозной стоимости строительства объекта по укрупненным нормативам цены строительства

В этом подразделе, нужно определить стоимость строительства общеобразовательной школы по укрупненным нормативам в соответствии с нормами: «Государственные сметные нормативы. Укрупненные нормативы цены строительства НЦС 81-02-01-2020 (Жилые здания)» от 30 декабря 2019 года №909/пр [43].

При использовании [43] руководствуемся методикой разработки и применения укрупненных нормативов цены строительства, а также порядок их утверждения [42], утвержденными Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29.05.2019 №314/пр.

По таблице 01-01-005 и расценке 01-01-005-02 определяем стоимость 1 м² общей площади квартир:

- НЦС = 45,89 тыс. руб. на 1 м²;
- Общая площадь квартир равна 2033,7 м², согласно заданию на проектирование;
- коэффициент, учитывающий строительство в стесненных условиях, равный 1,06, согласно [43, п.30];
- поправочный коэффициент для перехода от базового района к Красноярскому краю 0,93, согласно [43, п.31];
- регионально-климатический коэффициент 1,03, согласно [43, п.32];
- коэффициент, учитывающий выполнение мероприятий по снегоборьбе, равный 1, согласно [43, п.33];
- НДС = 20%, согласно Налоговому Кодексу РФ [41].

Также, нужно учесть стоимость благоустройства придомовой территории в соответствии с НЦС 81-02-16-2020 [51], используя как коэффициенты, приведённые выше, так и индивидуальные для каждого показателя отдельно, а именно:

- коэффициенты, учитывающие строительство в стесненных условиях, а также учитывающие переход от базового района и климатические условия согласно [51, п.25-27];

Согласно информации Министерства экономического развития РФ (Прогноз индексов дефляторов и индексов цен производителей по видам экономической деятельности до 2024 г., пункт инвестиции в основной капитал (капитальные вложения) - строительство), $I_{np} = 104,2\%$.

Прогнозный расчет стоимости строительства объекта с использованием НЦС оформлен согласно [42, прил. 5] и представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Прогнозная стоимость строительства

№	Наименование объекта строительства	Обоснование	Единицы измерения	Кол.	Стоимость изм. По состоянию на 01.01.2020 тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозном) уровне, тыс.руб.
1	5 этажный жилой дом					
	Стоймость 1 м ²	НЦС 81-02-01-2020 табл. 01-01-005, расценка 01-01-005-02	1 м ² общей площади квартир	2033,7	45,89	93326,493
	Коэффициент на стесненность	п.30 ТЧ НЦС 81-02-01-2020			1,06	98926,08
	Стоймость строительства ЖД с учетом стесненности					98926,08
	Поправочные коэффициенты					
	Поправочный коэффициент перехода от базового района Московская область к Красноярскому краю	п.31 ТЧ НЦС 81-02-01-2020			0,93	
	Регионально-климатический коэффициент	п.32 ТЧ НЦС 81-02-01-2020			1,03	
	Зональный коэффициент	п.33 ТЧ НЦС 81-02-01-2020			1,0	
	Стоймость строительства с учетом поправочных коэффициентов					94761,22
2	Благоустройство					
	МАФ для ЖД	НЦС 81-02-16-2020 табл. 16-02-001, расценка 16-02-001-01	100 м ² территории	0,253	456,9	115,596
	Площадки, дорожки, тротуары	НЦС 81-02-16-2020 табл. 16-06-001, расценка 16-06-001-07	100 м ² покрытия	2,2	301,84	664,05
	Стоймость благоустройства					779,646
	Поправочный коэффициент перехода от базового района Московская область к Красноярскому краю	п.25 ТЧ НЦС 81-02-16-2020			0,99	
	Регионально-климатический коэффициент	п.26 ТЧ НЦС 81-02-16-2020			1,01	
	Зональный коэффициент	п.27 ТЧ НЦС 81-02-16-2020			1,00	
	Стоймость благоустройства с учетом коэффициентов					779,568
	Итого стоимость ЖД					95540,79

Окончание таблицы 5.1

№	Наименование объекта строительства	Обоснование	Единицы измерения	Кол.	Стоимость изм. По состоянию на 01.01.2020 тыс. руб.	Стоимость в текущем (прогнозном) уровне, тыс.руб.
	Всего по состоянию на 01.01.2020					95540,79
	Продолжительность строительства		мес.	7,2		
	Начало строительства	01.03.2020				
	Окончание строительства	06.10.2020				
	Расчет индекса дефлятора на основании показателей Минэкономразвития России	Информация Министерства экономического развития Российской Федерации			1,042	
	Всего стоимость строительства с учетом срока строительства					99553,50
	НДС	Налоговый кодекс Российской Федерации	%	20		19910,70
	Всего с НДС					119444,2

Прогнозная стоимость строительства пятиэтажного жилого дома в Красноярском край поселке Емельяново составила 119 444,2 тыс. руб.

5.2 Составление сметной документации и ее анализ

Локальный сметный расчёт разрабатывается на основании МДС 81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации» [36]. В нём содержатся положения по ценообразованию и составлению сметной документации на различные виды работ.

Также, при разработке локального сметного расчета применяются сборники ФЕР (Федеральные Единичные Расценки) и ФССЦ (Федеральный Сборник Сметных Цен), которые можно найти на сайте Федерального реестра сметных нормативов.

Расчёт ведется базисно-индексным методом с применением единичных расценок и текущих или прогнозных индексов.

Первым этапом составления сметной документации является составление локальной сметы.

Составление сметы производим в ценах 2000 года с применением индексов к СМР для перевода.

Сметная стоимость пересчитана в цены I кв. 2020 г. с использованием индекса: СМР = 8,34 по приложению №1 к письму Минстроя РФ от 20.03.20 №10379-ИФ/09 [44].

Неучтенные позиции в открытых расценках добавляем из Сборника сметных цен.

Размеры накладных расходов и сметной прибыли приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда ([37] и [38] соответственно).

Т.к. в ходе работы составляется только локальный сметный расчет, необходимо включить в него лимитированные затраты и НДС.

К лимитированным затратам относят:

- затраты на возведение временных зданий и сооружений [39] – 1,1%;
- дополнительные затраты при производстве СМР в зимнее время [40] – 1,7%;

- резерв средств на непредвиденные работы и затраты – 2%

Налог на добавленную стоимость - 20% [41].

Локальная сметный расчёт на устройство надземной части из кирпича приведен в приложении В данного проекта.

После составления локального сметного расчета, необходимо проанализировать структуру сметной стоимости работ по устройству надземной части здания из кирпича (табл. 5.2).

Таблица 5.2 - Структура локального сметного расчета на работы по устройству надземной части из кирпича по составным элементам

Элементы	Стоимость, руб	Удельный вес, %
Прямые затраты всего, в том числе:	20472591,31	73,37
материалы	18967182,01	67,97
эксплуатация машин	645529,43	2,31
основная заработка плата	859879,87	3,08
Накладные расходы	1075334,72	3,85
Сметная прибыль	624078,1845	2,24
Лимитированные затраты	1080901,61	3,87
НДС	4650581,164	16,67
Итого	27903486,98	100

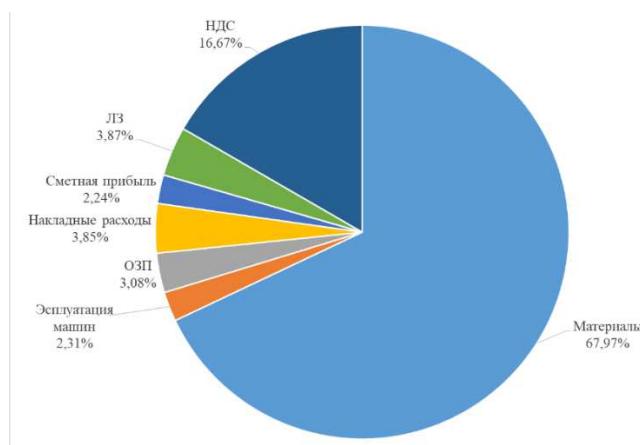


Рисунок 5.1 – Анализ структуры локального сметного расчета на работы по устройству надземной части из кирпича по составным элементам

Проанализировав таблицу 5.2 и построив диаграмму (рис. 5.1), можно определить, что наибольший удельный вес составляют материалы (67,97%), а наименьший – сметная прибыль (2,24%).

5.3 Технико-экономические показатели строительства

В таблице 5.3 приведены основные технико-экономические показатели объекта строительства, которые в дальнейшем могут служить для анализа необходимости строительства данного объекта, а также сравнения с другими аналогичными объектами на стадии проекта.

Таблица 5.3 – Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
1. Объемно-планировочные показатели:		
Площадь застройки	м ²	1090,5
Этажность	эт.	5
Материал стен		кирпич
Высота этажа	м	2,8
Строительный объем, всего в том числе надземной части	м ³ м ³	11040,81 10078,40
Общая площадь квартир	м ²	2033,7
Жилая площадь квартир	м ²	930,23
Количество квартир в том числе однокомнатных двухкомнатных четырехкомнатных	шт шт шт шт	46 34 11 1
Средний размер квартир однокомнатных двухкомнатных четырехкомнатных	м ² м ² м ² м ²	44,78 39,99 54,17 104,89
Планировочный коэффициент		0,457
Объемный коэффициент		11,8689
2. Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (УНЦС), всего в том числе стоимость работ по устройству надземной части из кирпича	тыс. руб. тыс. руб.	119 444,2 27 903, 49
Прогнозная стоимость 1 м ² площади (общей)	руб.	58722,16
Прогнозная стоимость 1 м ² площади (жилой)	руб.	128380,36
Прогнозная стоимость 1 м ³ строительного объема	руб.	10816,53

Окончание таблицы 5.3

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
Сметная себестоимость работ по устройству надземной части из кирпича на 1 м ² площади	руб.	8049,76
Сметная рентабельность производства (затрат) работ по устройству надземной части из кирпича	%	2,76
3. Показатели трудовых затрат		
Трудоемкость устройства надземной части из кирпича	чел.-ч	11953,88
Нормативная выработка на 1 чел.-ч	руб/чел.-ч	2334,26
4. Прочие показатели проекта		
Продолжительность строительства	мес	7,2

Планировочный коэффициент K_{pl} определяется по формуле (5.1) и представляет собой отношение жилой площади $S_{жил}$ к полезной $S_{общ}$, зависит от внутренней планировки помещений: чем рациональнее соотношение жилой и вспомогательной площади, тем экономичнее проект.

$$K_{пр} = \frac{S_{жил}}{S_{общ}}, \quad (5.1)$$

где $S_{жил}$ – жилая площадь здания, м²;
 $S_{общ}$ – общая площадь квартир, м².

$$K_{пр} = \frac{930,23}{2033,7} = 0,457.$$

Объемный коэффициент $K_{об}$ определяется по формуле (5.2) и выражен отношением объема здания $V_{стр}$ к жилой площади здания, зависит от общего объема здания.

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{жил}}, \quad (5.2)$$

где $V_{стр}$ – строительный объем здания, м³;
 $S_{жил}$ – то же, что и в формуле (5.1).

$$K_{об} = \frac{11040,81}{930,23} = 11,8689.$$

Эти коэффициенты являются относительными. Уменьшение этих показателей приводит к увеличению размеров жилой площади за счет вспомогательной, т.е. ухудшению бытовых условий проживания в таком здании.

Прогнозная стоимость строительства объекта посчитана в пункте 5.1 данного проекта. Стоимость СМР определена локальным сметным расчетом на работы по устройству надземной части из кирпича.

Удельные показатели прогнозной стоимости (1 м^2 жилой площади, 1 м^2 общей площади, 1 м^3 строительного объема) определяются путем деления прогнозной стоимости соответственно на жилую площадь, общую площадь и строительный объем здания.

Рыночная (возможная) стоимость 1 м^2 площади (общей) определяется на текущий момент времени.

Сметная себестоимость работ по устройству надземной части из кирпича, приходящаяся на 1 м^2 площади, определяется по формуле

$$C/c = \frac{ПЗ+НР+ЛЗ}{S_{общ.зд}}, \quad (5.3)$$

где $ПЗ$ – величина прямых затрат (по смете), руб;

$НР$ – величина накладных расходов (по смете), руб;

$ЛЗ$ – величина лимитированных затрат (по смете), руб;

$S_{общ.зд}$ – общая площадь здания, м^2 .

$$C/c = \frac{20\ 472\ 591,31 + 1\ 075\ 334,72 + 1\ 080\ 901,61}{2811,12} = 8049,76 \text{ руб.}$$

Сметная рентабельность производства (затрат) работ по устройству надземной части из кирпича определяется по формуле

$$R_3 = \frac{СП}{ПЗ+НР+ЛЗ} \cdot 100\%, \quad (5.4)$$

где $СП$ - величина сметной прибыли (определяется по локальному сметному расчету), руб;

$ПЗ$ – то же, что и в формуле (5.3);

$НР$ – то же, что и в формуле (5.3);

$ЛЗ$ – то же, что и в формуле (5.3);

$$R_3 = \frac{624\ 078,18}{20\ 472\ 591,31 + 1\ 075\ 334,72 + 1\ 080\ 901,61} = 2,76\%.$$

Трудоемкость производства работ по устройству надземной части из кирпича определяется по итогам локального сметного расчета.

Трудоемкость производства работ по устройству надземной части из кирпича на 1 м^2 площади (общей) определяется как отношение трудоемкости производства работ по устройству надземной части из кирпича к общей площади здания.

Нормативная выработка на 1 чел-ч определяется по формуле

$$B = \frac{C_{CM}}{TZO_{CM}}, \quad (5.5)$$

где C_{CM} - стоимость строительно-монтажных работ по итогам сметы, руб;
 TZO_{CM} - затраты труда основных рабочих по смете, чел.-ч.

$$B = \frac{27\ 903\ 486,98}{11\ 953,88} = 2334,26 \text{ руб/чел-ч.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Бакалаврская работа выполнена согласно теме: «Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п. Емельяново Емельяновского р-на.».

В ходе разработки была выявлена необходимость строительства жилого дома в п. Емельяново.

Далее, были разработаны объёмно-планировочные и конструктивные решения здания, отвечающие необходимым нормативным требованиям. Также, в первом разделе был составлен перечень мероприятий по охране окружающей среды на этапе строительства.

Мной были описаны объёмно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие безопасность объекта и людей, находящихся в нем, во время пожара, а именно: эвакуационные выходы, лестницы, проходы, зоны безопасности для МГН и т.д.

В конце первого раздела были разработаны решения по доступу маломобильных групп населения в здание.

После этого, в расчётно-конструктивном разделе была рассчитана многопустотная плита перекрытия, нагруженная весом людей и оборудования, находящегося в доме.

Также, я рассчитала 2 вида фундамента:

-фундамент мелкого заложения из блоков ФБС и фундаментных плит ФЛ по кирпичную несущую стену;

- свайный ленточный фундамент под кирпичную несущую стену.

В разделе «Технология строительства» была разработана технологическая карта на устройство надземной части из кирпича, подсчитаны объемы работ, калькуляция трудозатрат и машинного времени, подобраны необходимые механизмы и инструменты. Также, была определена расчётная продолжительность строительства, составляющая 7,2 месяцев.

Объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части и необходимые расчёты к нему представлены в разделе «Организация строительства».

В конце работы, я определила прогнозную стоимость объекта по укрупненным нормативам цены строительства с учетом благоустройства, а также составила локальный сметный расчёт на устройство надземной части из кирпича. Итогом раздела «Экономика строительства» стали технико-экономические показатели строительства.

Задачи, поставленные при выполнении бакалаврской работы, выполнены в полном объеме. Полученные конструктивные решения обеспечивают прочность и устойчивость здания. А решения по технологической карте и строительному генеральному плану гарантируют рациональный подход к использованию материалов и организации строительства.

Теоретическая и проектная ценность полученных результатов заключается в применении новых решений, направленных на создание комфортных условий проживания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3). – Введ. 04.06.2017. – Москва : Стандартинформ, 2017 – 30с.
- 2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва : Минрегион России, 2012 – 93с.
- 3 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. – Введ. 08.05.2017. – Москва : Минстрой России, 2016 – 75с.
- 4 СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1). – Введ. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России, 2011 – 46с.
- 5 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусенному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – Введ. 08.04.2003. – Москва : Минздравмедпром России, 2003 – 27с.
- 6 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий. – Введ. 25.10.2001. – Москва : Минздравмедпром России, 2001 – 8с.
- 7 СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (с Изменением N 1). – Введ. 01.05.2009. – Москва : МЧС России, 2009 – 16 с.
- 8 СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Введ. 21.11.2012. – Москва : МЧС России, 2012 – 16 с.
- 9 СП 131.13330.2018 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 29.05.2019. – Москва : Минстрой России, 2018. – 109с.
- 10 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Введ. 04.06.2017. – Москва : Минстрой России, 2016. – 90с.
- 11 СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 01.01.1998. – Москва : Минстрой России,
- 12 СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемнопланировочным и конструктивным решениям. – Введ. 24.06.2013. – Москва : МЧС России, 2013. – 187с.
- 13 СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1). – Введ. 01.05.2009. – Москва : МЧС России, 2009. – 31с.
- 14 с. Актуализированная редакция СНиП 35-012001. – Введ. 15.05.2017. – Москва : Минстрой России, 2016. – 38с.
- 15 ГОСТ 30674-99. Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – Введ. 01.01.2001. – Москва : Госстрой России, 2001. – 54с.

16 ГОСТ 475-2016 Блоки дверные деревянные и комбинированные. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2017. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 33 с.

17 ГОСТ Р 57327-2016 Двери металлические противопожарные. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 01.07.2017. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 19 с.

18 ГОСТ 30970-2014 Блоки дверные из поливинилхлоридных профилей. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2015. – Москва : Стандартинформ, 2015. – 35с.

19 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Взамен СП 24.13330.2010; введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 86с.

20 СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями № 1, 2, 3). - Введ. 01.07.2017. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 162с.

21 СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий сооружений /Госстрой России. – Москва : ГУП ЦПП, 2005. – 130 с.

22 Проектирование фундаментов неглубокого заложения: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 290300, 290500, 291400, 291500 / сост. Козаков Ю.Н., Шишканов Г.Ф. – Красноярск : КрасГАСА, 2008. – 60 с.

23 Основания и фундаменты. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: учебно–методическое пособие для курсового и дипломного проектирования / сост. Козаков. – СФУ, 2012. – 52 с.

24 СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ . 26.09.2019. – Москва: Минстрой России, 2018. – 150 с.

25 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.

26 СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. – Госстрой России – Москва : АПП ЦИТП, 1991.

27 Разработка строительных генеральных планов: методические указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / Л. Н. Панасенко, О.В. Слакова. – Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2007.

28 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 20.05.2011. – Москва : Минрегион России, 2010. – 25 с.

29 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3) . – Введ. 01.07.2013. – Москва : Минрегион России, 2018. – 184 с.

30 Дикман Л.Г. Организация строительного производства: учебник для строительных вузов / Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 608 с.

31 РД-11-06-2007 Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ./. – Введ. 01.07.2007. – Москва : Ростехнадзор, 2007. – 199 с.

32 ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР. – Москва : Стройиздат, 1987.

33 СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. – Введ. 01.07.2003. – Москва : Госстрой России, 2003. – 156с.

34 ГОСТ 3262-75 Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия (с Изменениями № 1, 2, 3, 4, 5, 6). – Введ. 01.01.1977. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 6 с.

35 МДС 12 - 29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты. – Москва : ЦНИИОМТП, 2007 . – 15 с.

36 МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 03.09.2004. – Москва : Госстрой России 2004. – 61 с.

37 МДС 81-33.2004 Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004. – Москва : Госстрой России 2004. – 30 с.

38 МДС 81-25.2001 Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 28.02.2001. – Москва : Госстрой России 2001. – 13 с.

39 ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений. – Введ. 15.05.2001. – Москва : Госстрой России, 2001.

40 ГСН 81-05-02-2007. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. – Введ. 2001-06-01. – Москва : Госстрой России, 2001.

41 Налоговый кодекс Российской Федерации: официальный текст. действующая редакция.- Офиц. Изд.- М.:Экзамен, 2007.

42 Методика разработки и применения укрупненных нормативов цены строительства, а также порядок их утверждения.– Введ. 29.05.2019 г.- Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2019

43 НЦС 81-02-01-2020. Укрупненные нормативы цены строительства. Сборник №01. Жилые здания.– Введ. 30.12.2019 г.– М.:Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2020.

44 О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2020 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пуско-наладочных работ, индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ [Электронный ресурс] : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от

20.03.2020 г. №10379-ИФ/09 // Минстрой России [сайт] – Режим доступа:
<https://www.minstroyrf.ru>

45 ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. - Москва : Стандартинформ, 2013. – 27 с.

46 ГОСТ 13579-2018 Блоки бетонные для стен подвалов. Технические условия. – Введ. 01.05.2019. - Москва : Стандартинформ, 2018. – 13 с.

47 СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (с Изменениями N 1, 2). - Введ. 01.07.2017. - Москва : Стандартинформ, 2017. – 85 с.

48 СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81* (с Изменениями N 1, 2, 3). – Введ. 01.01.2013. – Москва : ЦНИИСК, 2012. – 81 с.

49 СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – Введ. 01.09.2001. – Москва.

50 СНиП 12-04-2004 Безопасность труда в строительстве. Часть 4. Строительное производство. – Введ. 01.01.2003. – Москва.

51 НЦС 81-02-16-2020. Укрупненные нормативы цены строительства. Сборник №16. Малые архитектурные формы.– Введ. 30.12.2019 г.– М.:Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2020.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

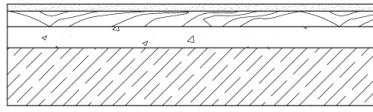
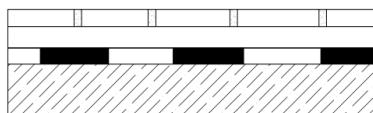
Таблица А.1 – Ведомость отделки помещений

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера				Примечание
	Потолок	Площадь, м ²	Стены или перегородки	Площадь, м ²	
1-5 этажи					
Санузлы	Затирка, окраска ВА белого цвета	146,7	Штукатурка Облицовка плиткой на всю высоту	793,6	
Кухни	Затирка, окраска ВА белого цвета	370,2	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	1089,1	
Общие комнаты, спальни, прихожие	Затирка, окраска ВА белого цвета	154,8	Штукатурка. Оклейка обоями	3677,6	
Кладовые	Затирка, окраска ВА белого цвета	90,9	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	648,2	
Тамбуры входов	Затирка, окраска ВА белого цвета	10,6	Шпаклевка, грунтовка по ГКЛ. Окраска ВА светлых тонов.	88,2	
Лестничные клетки	Штукатурка по сетке, окраска ВА белого цвета	11,1	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	242,4	
Мусорокамеры на этажах	Затирка, окраска ВА белого цвета	20,04	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	98,8	
Мусорокамеры на отм. -1,220	Штукатурка по сетке, окраска ВА светлых тонов	4,47	Штукатурка по сетке. Облицовка плиткой на всю высоту	36,8	
Мансардный этаж					
Санузлы	Штукатурка по сетке, окраска ВА белого цвета	30,58	Штукатурка Облицовка плиткой на всю высоту	71,9	
Кухни	Штукатурка по сетке, окраска ВА белого цвета	77,7	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	319,6	

Окончание таблицы А.1

Наименование или номер помещения	Вид отделки элементов интерьера				Примечание
	Потолок	Площадь, м ²	Стены или перегородки	Площадь, м ²	
Мансардный этаж					
Общие комнаты, спальни, прихожие	Штукатурка по сетке, окраска ВА белого цвета	142,3	Штукатурка. Оклейка обоями	1080,2	
Кладовые	Штукатурка по сетке, окраска ВА белого цвета	20,72	Штукатурка. Окраска ВА светлых тонов.	190,7	
Цокольный этаж					
Свободные помещения	Затирка, окраска ВА белого цвета	435,95	Штукатурка. Окраска ВА.	436,4	

Таблица А.2 – Экспликация полов

Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
Спальни, Общ. комнаты, кухни, прихожие, кладовые	1		Покрытие пола: линолеум на вспененной теплозвукоизоляционной основе ГОСТ 18108-2016 на мастике - 5 мм; Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150 - 30 мм; Звукоизоляция - плита П-175 (ГОСТ 9573-2012) - 40 мм; Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150 - 30 мм; Ж/б плита перекрытия – 220 мм	1889,3
Санузлы	2		Покрытие пола: керамическая плитка ГОСТ 6787 - 2001 на kleю - 8 мм; Гидроизоляция: мастика Гипердесмо 1 слой Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150 - 30 мм; Звукоизоляция - плита П-175 (ГОСТ 9573-2012) - 40 мм; Стяжка из цементно-песчаного р-ра М150 - 30 мм; Ж/б плита перекрытия – 220 мм	85,55

Окончание таблицы А.2

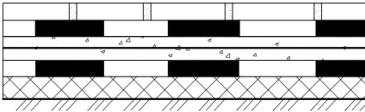
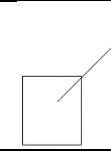
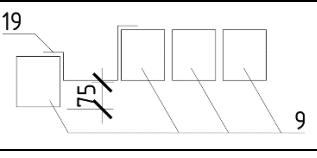
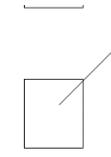
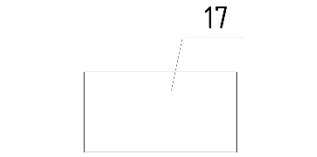
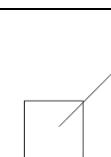
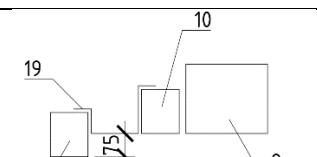
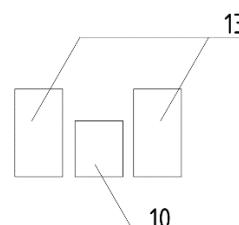
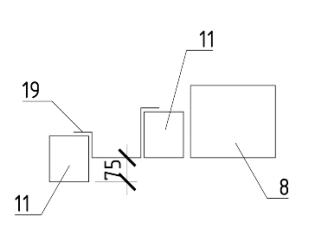
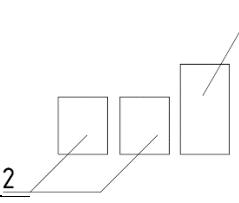
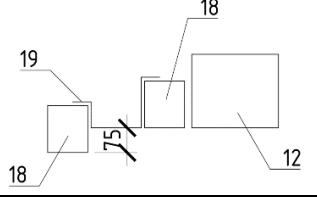
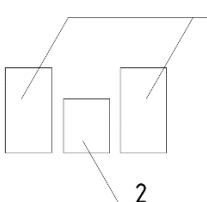
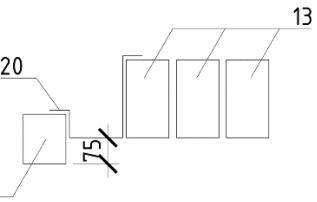
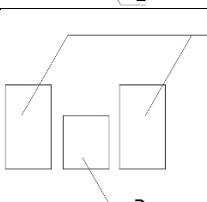
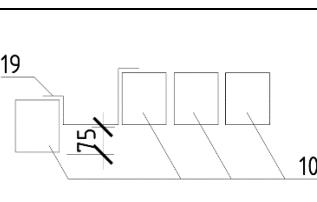
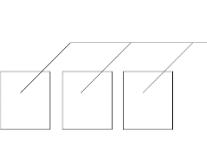
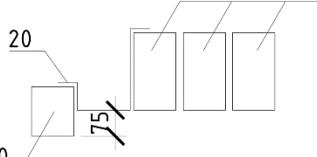
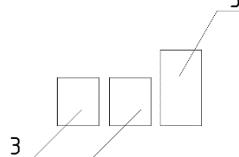
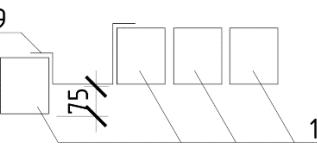
Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Данные элементов пола (наименование, толщина, основание и др.), мм	Площадь, м ²
Цокольный этаж	3		<p>Покрытие пола: бетон /В20/ мозаичного состава -20 мм;</p> <p>Гидроизоляция: мастика Гипердесмо 1 слой (присыпать песком сразу после нанесения);</p> <p>Бетонная стяжка кл. В7,5 со шлифованной поверхностью, армированная сеткой 4С $\frac{5\text{Bp I}-1}{5\text{BPI}-100}$ по ГОСТ 23279-85 - 80 мм;</p> <p>Технологический слой - полиэтилен 2 слоя;</p> <p>Утеплитель: пеноплекс Y =35кг/м³ - 100 мм;</p> <p>Грунт основания с втрамбованным щебнем или гравием крупностью 40-60 мм</p>	760,3
Помещения мусорокамер	4		<p>Покрытие пола: керамическая плитка ГОСТ 6787 - 89 на kleю - 8 мм;</p> <p>Стяжка по уклону из цементно-песчаного р-ра М150 - 30 мм;</p> <p>Гидроизоляция: мастика Гипердесмо 1 слой (присыпать песком сразу после нанесения);</p> <p>Бетонная стяжка кл. В7,5 со шлифованной поверхностью, армированная сеткой 4С $\frac{5\text{Bp I}-1}{5\text{BPI}-100}$ по ГОСТ 23279-85 - 80 мм;</p> <p>Технологический слой - полиэтилен 2 слоя;</p> <p>Утеплитель: пеноплекс Y =35кг/м³ - 100 мм;</p> <p>Грунт основания с втрамбованным щебнем или гравием крупностью 40-60 мм</p>	4,47

Таблица А.3 – Ведомость перемычек

Марка	Сечение	Марка	Сечение
ПР-1		ПР-12	
ПР-2		ПР-13	
ПР-3		ПР-14	
ПР-4		ПР-15	
ПР-5		ПР-16	
ПР-6		ПР-17	
ПР-7		ПР-18	
ПР-8		ПР-19	
ПР-9		ПР-20	

Окончание таблицы А.3

Марка	Сечение	Марка	Сечение
ПР-10		ПР-21	
ПР-11		ПР-22	

Таблица А.4 - Спецификация элементов перемычек

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
1	ГОСТ 948-2016	2ПБ 10-1	104	43	
2	ГОСТ 948-2016	2ПБ 13-2	148	54	
3	ГОСТ 948-2016	2ПБ16-2	67	65	
4	ГОСТ 948-2016	3ПБ 13-37	43	85	
5	ГОСТ 948-2016	3ПБ 18-37	11	119	
6	ГОСТ 948-2016	3ПБ 16-37	2	102	
7	ГОСТ 948-2016	2ПБ 19-3	114	81	
8	ГОСТ 948-2016	5ПБ 25-37	78	338	
9	ГОСТ 948-2016	2ПБ 17-2	48	71	
10	ГОСТ 948-2016	2ПБ 22-3	19	92	
11	ГОСТ 948-2016	2ПБ 25-3	40	103	
12	ГОСТ 948-2016	6ПБ 35-37	6	634	
13	ГОСТ 948-2016	3ПБ 21-8	7	137	
14	ГОСТ 948-2016	3ПБ 25-8	6	162	
15	ГОСТ 948-2016	3ПБ 27-8	27	180	
16	ГОСТ 948-2016	2ПБ 26-4	9	109	
17	ГОСТ 948-2016	3ПБ 27-71	1	568	
18	ГОСТ 948-2016	2ПБ29-4	24	120	
19	ГОСТ 5781 - 82	Скоба Ø 6 А-І, L= 520, шаг 300	58	0,114	
20	ГОСТ 5781 - 82	Скоба Ø 6 А-І, L= 600, шаг 300	12	0,132	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Теплотехнический расчет стены

Таблица Б.1 Конструкция ограждающей стены

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ⁰ С
1	Кирпичная кладка из лицевого сплошного кирпича глиняного обыкновенного (Кирпич КолПо 1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530-2012)	0,12	0,81
2	Плиты теплоизоляционные ТЕХНОБЛОК	x	0,041
3	Кирпичная кладка из рядового сплошного кирпича глиняного обыкновенного (Кирпич КОРПо 1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530-2012) на цементно-песчаном растворе, М75	0,38	0,81
4	Штукатурка сложного раствора	0,02	0,87

Расчеты производятся в соответствии с требованиями СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» [3].

Величина градусо-суток отопительного периода ГСОП, °С·сут, определяется по формуле

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) \cdot z_{\text{от}}, \quad (\text{Б.1})$$

где $z_{\text{от}}$ – продолжительность отопительного периода, сут;

$t_{\text{в}}$ – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;

$t_{\text{от}}$ – средняя температура наружного воздуха, °С, для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С.

Принимаем: $t_{\text{в}} = 21$ °С; $t_{\text{от}} = -6,7$ °С; $z_{\text{от}} = 233$ сут.

Подставляя значения в формулу (Б.1), получаем

$$\text{ГСОП} = (21 + 6,7) \cdot 233 = 6454,1 \text{ °С·сут.}$$

Т.к. величина ГСОП отличается от табличного, базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции $R_o^{\text{тр}}$, м² °С/Вт, следует определять по формуле

$$R_o^{\text{тр}} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (\text{Б.2})$$

где a – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы 3 [3];

b – коэффициент, значение которого следует принимать по данным таблицы 3 [3];

ГСОП – то же, что и в формуле (Б.1).

Принимаем: $a = 0,00035$; ГСОП = $6454,1 \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$; $b = 1,4$.

Подставляя значения в формулу (Б.2), получаем

$$R_o^{\text{тр}} = 0,00035 \cdot 6454,1 + 1,4 = 3,66 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле

$$R_o^{\text{тр}} = \left(\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right), \quad (\text{Б.3})$$

где $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})$;

$\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждения, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})$;

δ_n – толщина слоя, м;

λ_n – коэффициент теплопроводности материалов слоев, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})$;

Принимаем: $R_o^{\text{тр}} = 3,6 \text{ } (\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$; $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ } \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})$; $\alpha_{\text{н}} = 23 \text{ } \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})$.

Подставляя значения в формулу (Б.3), получаем

$$3,66 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{x}{0,041} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} \right) = \left(0,755 + \frac{x}{0,041} \right),$$

$$3,66 = \left(0,755 + \frac{x}{0,041} \right),$$

$$x = 0,119 \text{ м.}$$

Принимаем: утеплитель толщиной 120 мм.

$$R_o^{\text{тр}} \leq R_o^{\text{усл}},$$

$$R_o^{\text{усл}} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,12}{0,81} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{1}{23} \right) = 3,72 \text{ } (\text{м}^2 \cdot \text{ }^{\circ}\text{C})/\text{Вт},$$

$$3,66 \leq 3,72.$$

Условие выполнено.

Теплотехнический расчет кровли

Таблица Б.2 Конструкция кровли

Номер слоя	Наименование	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ⁰ С
1	Плиты ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	x	0,039
2	Пошивка из досок	0,02	0,18
3	Штукатурка по сетке	0,03	0,87

Расчеты производятся в соответствии с требованиями [3].

Величина градусо-суток отопительного периода ГСОП, °С·сут, определяется по формуле (Б.1).

Принимаем: $t_e = 21^\circ\text{C}$; $t_{om} = -6,7^\circ\text{C}$; $z_{om} = 233$ сут.

Подставляя значения в формулу (Б.1), получаем

$$\text{ГСОП} = (21 + 6,7) \cdot 233 = 6454,1 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут.}$$

Т.к. величина ГСОП отличается от табличного, базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_o^{tp} , м² °С/Вт, следует определять по формуле (Б.2).

Принимаем: $a = 0,0005$; ГСОП = 6454,1 °С·сут; $b = 2,2$.

Подставляя значения в формулу (Б.2), получаем

$$R_o^{\text{tp}} = 0,0005 \cdot 6454,1 + 2,2 = 5,43 \text{ } \text{м}^2 \cdot \text{°C/Bt.}$$

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции определяется по формуле (А.3).

Принимаем: $R_o^{\text{tp}} = 5,43$ (м² · °C)/Вт; $\alpha_B = 8,7$ Вт/(м² · °C); $\alpha_H = 23$ Вт/(м² · °C).

Подставляя значения в формулу (Б.3), получаем

$$5,43 = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{x}{0,039} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,03}{0,87} + \frac{1}{23} \right) = \left(0,304 + \frac{x}{0,039} \right),$$

$$5,43 = \left(0,304 + \frac{x}{0,039} \right),$$

$$x = 0,202 \text{ м.}$$

Принимаем: утеплитель толщиной 220 мм.

$$R_o^{\text{tp}} \leq R_o^{\text{ycl}},$$

$$R_o^{\text{ycl}} = \left(\frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{0,039} + \frac{0,02}{0,18} + \frac{0,03}{0,87} + \frac{1}{23} \right) = 5,95 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт},$$

$$5,43 \leq 5,95.$$

Условие выполнено.

Теплотехнический расчет заполнения оконных проемов

Расчеты производятся в соответствии с требованиями [3].

Величина градусо-суток отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$, определяется по формуле (Б.1).

Принимаем: $t_e = 21 \text{ } ^{\circ}\text{C}$; $t_{om} = -6,7 \text{ } ^{\circ}\text{C}$; $z_{om} = 233 \text{ сут}$.

Подставляя значения в формулу (Б.1), получаем

$$\text{ГСОП} = (21 + 6,7) \cdot 233 = 6454,1 \text{ } ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}.$$

Т.к. величина ГСОП отличается от табличного, базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции R_o^{tp} , $\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, следует определять по формуле (Б.2).

Принимаем: $a = 0,00005$; ГСОП = $6454,1 \text{ } ^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$; $b = 0,3$.

Подставляя значения в формулу (Б.2), получаем

$$R_o^{\text{tp}} = 0,00005 \cdot 6454,1 + 0,3 = 0,623 \text{ } \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

В качестве светопрозрачных ограждающих конструкций здания – окно, для жилых домов принята следующая конструкция:

Блоки оконные из поливинилхlorидных профилей ОП В1 (4М1-8Ар-4М1-8Ар-К4) ГОСТ 30674-99: $R_0 = 0,63 \text{ m}^2 \times ^{\circ}\text{C}/\text{Вт} > 0,62 \text{ m}^2 \times ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ для жилых зданий.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п. Емельяново Емельяновского р-на
 (наименование стройки)

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ №02-01-01

на устройство надземной части здания из кирпича
 (наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: чертежи ТК, калькуляция трудозатрат

Сметная стоимость 27 903 486,98 тыс. руб.

Средства на оплату труда 11 953,88 тыс. руб.

Составлена в текущих ценах по состоянию на 1 квартал 2020 г.

№	Обоснование	Наименование работ	Ед. изм	Кол-во	Стоимость ед, руб.				Общая стоимость, руб				Затра ты труда раб. на ед.	Затраты труда всего		
					Прямые затраты на ед.	в т. ч			Прямы е затраты всего	в т.ч.						
						ОЗП	ЭММ	в т.ч. ЗПМ		ОЗП	ЭММ	в т.ч. ЗПМ	МАТ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Стены																
1	ФЕР 08-02-001-01	Кладка стен кирпичных наружных толщиной 380 мм простых при высоте этажа до 4 м	м ³	96,88	73,89	37,73	34,56	5,4	1,6	7158,4 632	3655,2 824	3348, 1728	523,1 52	155,00 8	4,54	439,83 52
2	ФССЦ 06.1.01.05-0035	Кирпич керамический одинарный, марка 100, размер 250x120x65 мм	шт	48,38	1752,6				1752,6	84790, 788				84790, 788		

3	ФССЦ 04.3.01.09- 0012	Раствор готовый кладочный, цементный, М75	м ³	23,25	485,9				485,9	11297, 175				11297, 175		
4	ФЕР 08- 02-010-05	Кладка наружных стен из кирпича с облицовкой лицевым кирпичом толщиной 640 мм при высоте этажа до 4 м	м ³	891,2 8	73,34	44,31	27,65	4,32	1,38	65366, 4752	39492, 6168	2464 3,892	3850, 3296	1229,9 664	5,07	4518,7 896
5	ФССЦ 06.1.01.05- 0015	Кирпич керамический лицевой, размер 250x120x65 мм, марка 100	1000 шт	85,7	1740,2				1740,2	149135 ,14				149135 ,14		
6	ФССЦ 06.1.01.05- 0035	Кирпич керамический одинарный, марка 100, размер 250x120x65 мм	1000 шт	264,2 4	1752,6				1752,6	463107 ,024				463107 ,024		
7	ФССЦ 04.3.01.09- 0012	Раствор готовый кладочный, цементный, М75	м ³	205	485,9				485,9	99609, 5				99609, 5		
8	ФЕР 08- 02-001-07	Кладка стен кирпичных внутренних при высоте этажа до 4 м	м ³	581,8 8	72,56	36,4	34,56	5,4	1,6	42221, 2128	21180, 432	2010 9,772 8	3142, 152	931,00 8	4,38	2548,6 344
9	ФССЦ 06.1.01.05- 0035	Кирпич керамический одинарный, марка 100, размер 250x120x65 мм	1000 шт	290,5 5	1752,6				1752,6	509217 ,93				509217 ,93		
10	ФССЦ 04.3.01.09- 0012	Раствор готовый кладочный, цементный, М75	м ³	144,4	485,9				485,9	70163, 96				70163, 96		
11	ФЕР 08- 02-002-03	Кладка перегородок из кирпича армированных толщиной в 1/2	100 м ²	24,06	2406,41	1219,7 9	361,67	56,65	824,95	57898, 2246	29348, 1474	8701, 7802	1362, 999	19848, 297	143	3440,5 8

		кирпича при высоте этажа до 4 м												
12	ФССЦ 06.1.01.05-0035	Кирпич керамический одинарный, марка 100, размер 250x120x65 мм	1000 шт	148,09	1752,6			1752,6	259542,534			259542,534		
13	ФССЦ 04.3.01.09-0012	Раствор готовый кладочный, цементный, М75	м ³	55,34	485,9			485,9	26889,706			26889,706		
14	ФЕР 07-05-007-10	Укладка перемычек массой до 0,3 т	100 шт	6,25	1043,81	129,35	784,51	122,58	129,95	6523,8125	808,4375	4903,1875	766,125	812,1875
15	ФССЦ 05.1.03.09-0006	Перемычка брусковая 2ПБ10-1-п, бетон В15, объем 0,017 м3, расход арматуры 0,50 к	шт	104	22,23			22,23	2311,92			2311,92		
16	ФССЦ 05.1.03.09-0010	Перемычка брусковая 2ПБ-13-1-п, бетон В15, объем 0,022 м3, расход арматуры 0,57 кг	шт	144	28,58			28,58	4115,52			4115,52		
17	ФССЦ 05.1.03.09-0011	Перемычка брусковая 2ПБ-16-2-п, бетон В15, объем 0,026 м3, расход арматуры 0,79 кг	шт	67	34,94			34,94	2340,98			2340,98		
18	ФССЦ 05.1.03.09-0013	Перемычка брусковая 2ПБ-19-3-п, бетон В15, объем 0,033 м3, расход арматуры 0,11 кг	шт	104	44,46			44,46	4623,84			4623,84		
19	ФССЦ 05.1.03.09-0012	Перемычка брусковая 2ПБ-17-2-п, бетон В15, объем 0,028 м3,	шт	48	38,11			38,11	1829,28			1829,28		

		расход арматуры 0,83 кг											
20	ФССЦ 05.1.03.09- 0014	Перемычка брусковая 2ПБ-25- 3-п, бетон В15, объем 0,041 м3, расход арматуры 2,11 кг	шт	36	57,17			57,17	2058,1 2			2058,1 2	
21	ФССЦ 05.1.03.09- 0005	Перемычка брусковая 2ПБ-22- 3-п, бетон В15, объем 0,037 м3, расход арматуры 1,44 кг	шт	19	50,82			50,82	965,58			965,58	
22	ФССЦ 05.1.03.09- 0007	Перемычка брусковая 2ПБ26-4- п, бетон В15, объем 0,044 м3, расход арматуры 2,66 кг	шт	9	63,52			63,52	571,68			571,68	
23	ФССЦ 05.1.03.09- 0022	Перемычка брусковая 3ПБ-13- 37-п, бетон В15, объем 0,034 м3, расход арматуры 2,06 кг	шт	43	49,23			49,23	2116,8 9			2116,8 9	
24	ФССЦ 05.1.03.09- 0017	Перемычка брусковая 3ПБ18- 37-п, бетон В15, объем 0,048 м3, расход арматуры 4,20 кг	шт	11	74,63			74,63	820,93			820,93	
25	ФССЦ 05.1.03.09- 0023	Перемычка брусковая 3ПБ-21- 8-п, бетон В15, объем 0,055 м3, расход арматуры 1,73 кг	шт	7	73,05			73,05	511,35			511,35	

26	ФССЦ 05.1.03.09- 0018	Перемычка брусковая ЗПБ25-8- п, бетон В15, объем 0,065 м3, расход арматуры 2,42 кг	шт	6	87,34				87,34	524,04				524,04		
27	ФССЦ 05.1.03.09- 0019	Перемычка брусковая ЗПБ27-8- п, бетон В15, объем 0,072 м3, расход арматуры 3,54 кг	шт	27	100,04				100,04	2701,0 8				2701,0 8		
28	ФЕР 07- 01-021-01	Укладка перемычек при наибольшей массе монтажных элементов в здании до 5 т, масса перемычки до 0,7 т	100 шт	0,75	3918,9	710,56	3096,5 8	483,8 4	111,76	2939,1 75	532,92	2322, 435	362,8 8	83,82	81,3	60,975
29	ФССЦ 05.1.03.09- 0039	Перемычка брусковая 5ПБ-25- 37-п, бетон В15, объем 0,135 м3, расход арматуры 11,62 кг	шт	71	209,6				209,6	14881, 6				14881, 6		
30	ФССЦ 05.1.03.09- 0078	Перемычка брюсковая прямоугольная объем до 0,5 м3, бетон В15, расход арматуры 40 кг/м3	шт	4	1351,36				1351,3 6	5405,4 4				5405,4 4		
Итого прямые затраты по разделу в базисных ценах:										190163 9,37	95017, 84	6402 9,24	1000 7,64	174259 2,29		11101, 31
Итого по разделу с учетом индекса 1 квартала 2020 г:										158596 72,35	792448 ,75	5340 03,86	8346 3,70	145332 19,73		11101, 31
Накладные расходы										981021 ,94						
Сметная прибыль										569343 ,09						
Итого по всему разделу										174100 37,39						
Перекрытия																

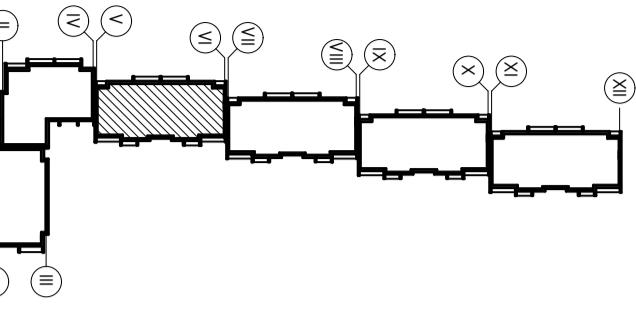
31	ФЕР 07-05-011-05	Установка панелей перекрытий с опиранием на 2 стороны площадью до 5 м ²	100 шт	0,27	7336,42	1616,46	2407,15	360,96	3312,81	1980,8334	436,4442	649,9305	97,4592	894,4587	174	46,98
32	ФССЦ 05.1.06.04-1379	Плиты перекрытия многопустотные ПК24-12-8АтV, 2400x1190x220 мм, бетон В20, объем 0,35 м ³ , расход арматуры 34,41	шт	1	790,15				790,15	790,15				790,15		
33	ФССЦ 05.1.06.04-1406	Плиты перекрытия многопустотные ПК 24-15-6Та, бетон В15, объем 0,48 м ³ , расход арматуры 8,82 кг	шт	2	508,2				508,2	1016,4				1016,4		
34	ФССЦ 05.1.06.04-1420	Плиты перекрытия многопустотные ПК 30.12-6Т, бетон В15, объем 0,42 м ³ , расход арматуры 17,23 кг	шт	12	544,86				544,86	6538,32				6538,32		
35	ФССЦ 05.1.06.04-1446	Плиты перекрытия многопустотные ПК 42-12-8АтVT-а, бетон В15, объем 0,61 м ³ , расход арматуры 14,06 кг	шт	12	734,95				734,95	8819,4				8819,4		
36	ФЕР 07-05-011-06	Установка панелей перекрытий с опиранием на 2 стороны площадью до 10 м ²	100 шт	2,66	11868,96	2529,66	4248,87	636,7	5090,43	31571,4336	6728,8956	11301,9942	1693,622	13540,5438	266	707,56
37	ФССЦ 05.1.06.04-1444	Плиты перекрытия многопустотные ПК 39.15-8АтVT-а, бетон В15, объем	шт	1	899,21				899,21	899,21				899,21		

		0,73 м3, расход арматуры 16,65 кг													
38	ФССЦ 05.1.06.04- 1500	Плиты перекрытия многопустотные ПК 56.15-8АтVT-а, бетон В15, объем 1,05 м3, расход арматуры 32,93 кг	шт	24	1350,6 5			1350,6 5	32415, 6			32415, 6			
39	ФССЦ 05.1.06.04- 1572	Плиты перекрытия многопустотные ПК 72.12-6АтVT, бетон В22,5, объем 1,00 м3, расход арматуры 50,59 кг	шт	12	1449,6 9			1449,6 9	17396, 28			17396, 28			
40	ФССЦ 05.1.06.04- 1574	Плиты перекрытия многопустотные ПК 72.12-8АтVT, бетон В22,5, объем 1,00 м3, расход арматуры 63,56 кг	шт	28	1485,4 1			1485,4 1	41591, 48			41591, 48			
41	ФССЦ 05.1.06.04- 1578	Плиты перекрытия многопустотные ПК 72.15-8АтVT, бетон В22,5, объем 1,33 м3, расход арматуры 77,12 кг	шт	201	1859,8 9			1859,8 9	373837 ,89			373837 ,89			
Итого прямые затраты по разделу в базисных ценах:									516857 ,00	7165,3 4	1195 1,92	1791, 08	497739 ,73		754,54
Итого по разделу с учетом индекса 1 квартала 2020 г:									431058 7,35	59758, 93	9967 9,05	1493 7,62	415114 9,37		754,54
Накладные расходы									83660, 14						
Сметная прибыль									48552, 76						
Итого по всему разделу									444280 0,25						

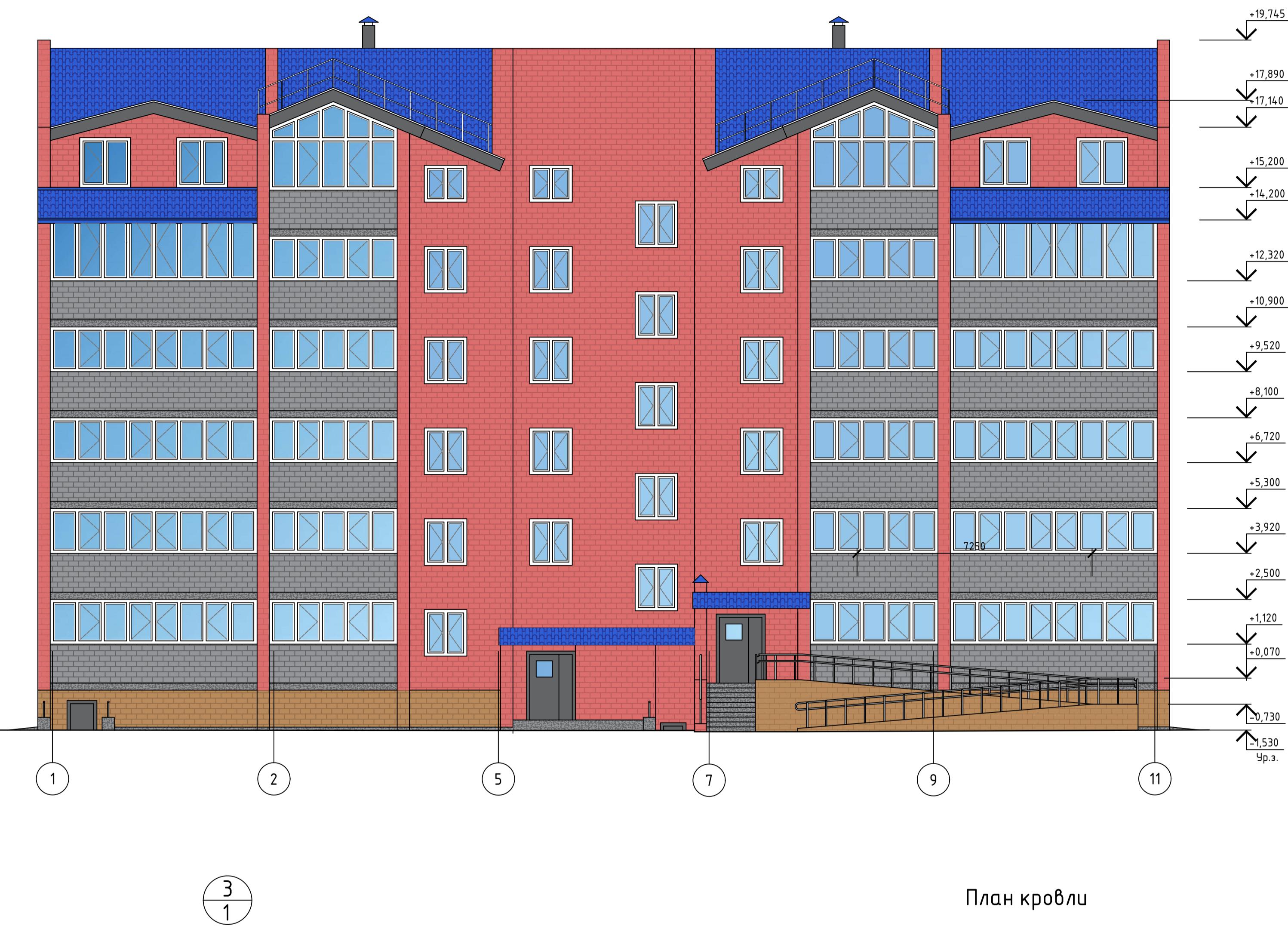
42	ФЕР 07-05-014-02	Установка площадок массой более 1 т	100 шт	0,11	8675,4	2201,7 3	5974,6 4	921,6 4	499,03	954,29	242,19	657,2 1	101,3 8	54,89	237	26,07
43	ФССЦ 05.1.07.25-0003	Лестничная площадка 2ЛП 22.12-4-к, бетон В15, объем 0,414 м3, расход арматуры 16,27 кг	шт	6	1086,0 6				1086,0 6	6516,3 6				6516,3 6		
44	ФССЦ 05.1.07.25-0006	Лестничная площадка 2ЛП 22.18-4-к, бетон В15, объем 0,467 м3, расход арматуры 20,52 кг	шт	5	1275,8 1				1275,8 1	6379,0 5				6379,0 5		
45	ФЕР 07-05-014-04	Установка маршей без сварки массой более 1 т	100 шт	0,12	8054,6 5	1995,4	5742,1 7	897,8 8	317,08	966,56	239,45	689,0 6	107,7 5	38,05	220	26,4
46	ФССЦ 05.1.07.09-0002	Лестничные марши 1ЛМ 27.11.14-4, бетон В22,5, объем 0,531 м3, расход арматуры 14,77 кг	шт	12	1245,0 6				1245,0 6	14940, 72				14940, 72		
47	ФЕР 07-05-016-02	Устройство металлических ограждений с поручнями из хвойных пород	100 м	0,34	17569, 44	1289,0 8	218,16	33,5	16062, 2	5973,6 1	438,29	74,17	11,39	5461,1 5	134	45,56
48	ФССЦ 11.1.01.15-0011	Поручни из древесины, П-1, сечение 26x54 мм	м	34,68	15				15	520,2				520,2		
Итого прямые затраты по разделу в базисных ценах:										516857 ,00	7165,3 4	1195 1,92	1791, 08	497739 ,73		754,54
Итого по разделу с учетом индекса 1 квартала 2020 г:										431058 7,35	59758, 93	9967 9,05	1493 7,62	415114 9,37		754,54

Накладные расходы	83660, 14						
Сметная прибыль	48552, 76						
Итого по всему разделу	444280 0,25						
Итого по смете:							
Итого прямые затраты по смете в базисных ценах:	245474 7,16	103103 ,10	7740 1,61	1201 9,23	227424 2,45		1953,8 8
Итого по смете с учетом индекса 1 квартала 2020 г (8,34):	204725 91,31	859879 ,87	6455 29,43	1002 40,42	189671 82,01		1953,8 8
Накладные расходы (112%)	1075334,72						
Сметная прибыль (65%)	624078,18						
Итого в ценах на 1 квартал 2020 г:	22172004,21						
Затраты на временные здания и сооружения (1,1%):	243892,05						
Итого с затратами на временные здания и сооружения:	22415896,25						
Затраты, связанные с производством работ в зимнее время (1,7%):	381070,24						
Итого с затратами, связанными с производством работ в зимнее время:	22796966,49						
Непредвиденные затраты (2%):	455939,33						
Итого с непредвиденными затратами:	23252905,82						
НДС (20%):	4650581,16						
Всего по смете:	27903486,98						

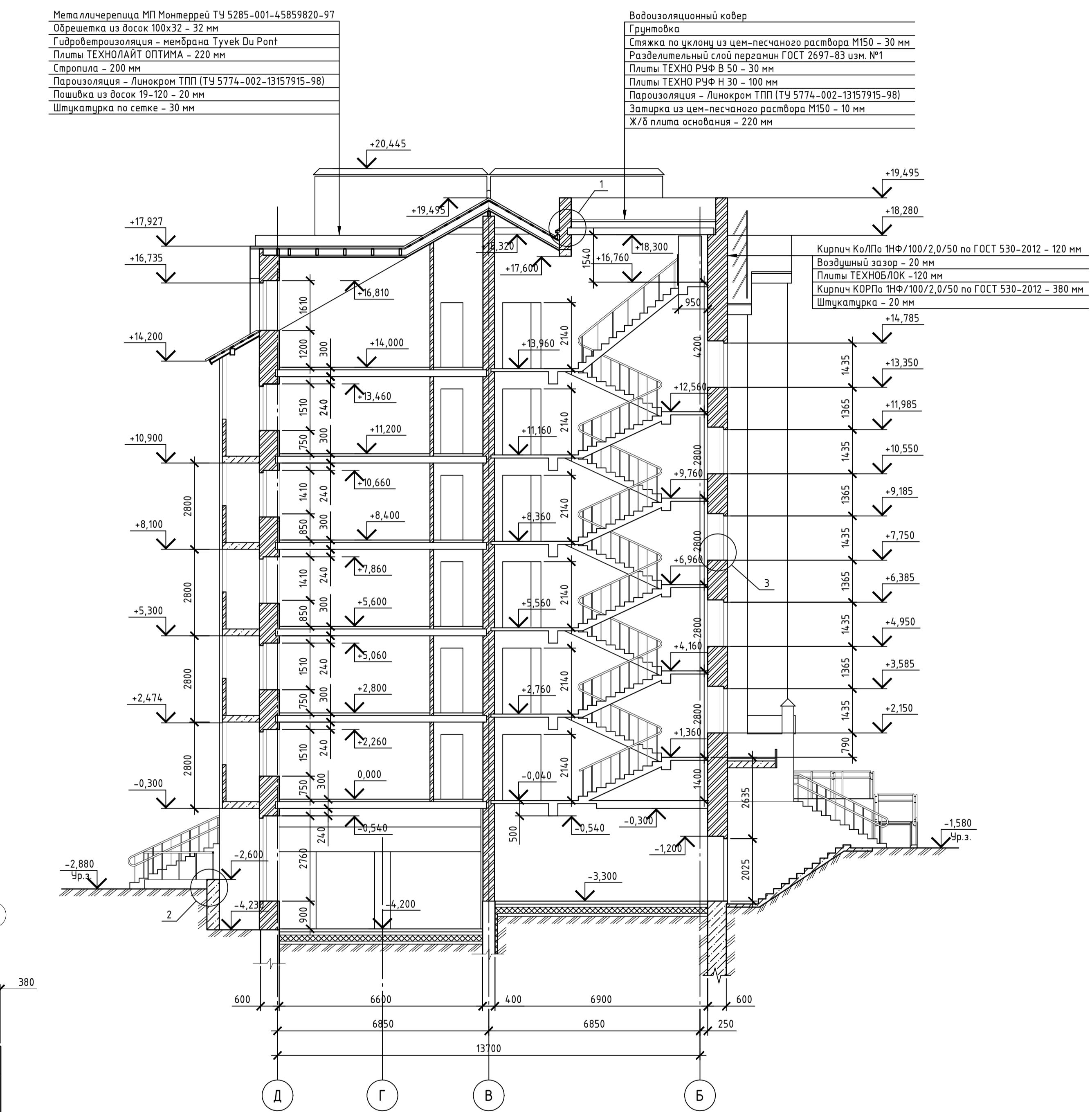
Схема блокировки



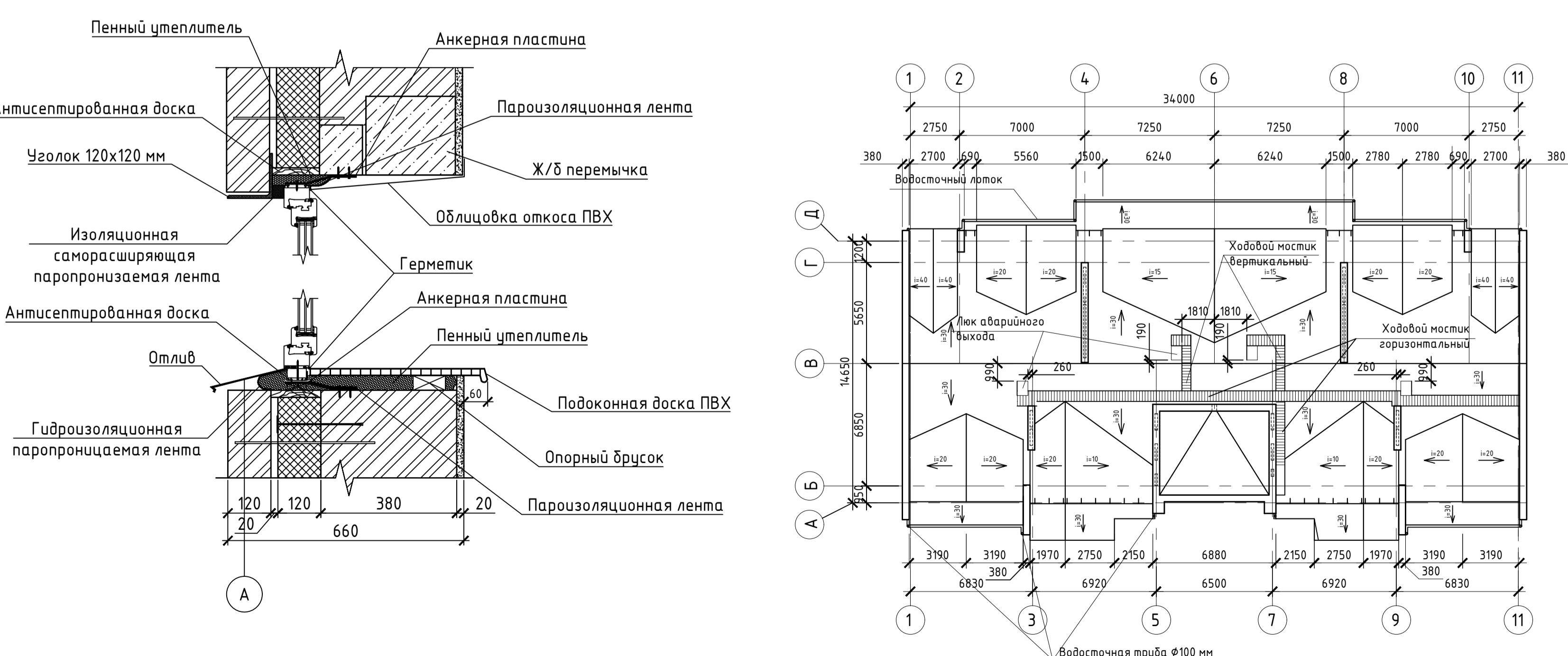
Фасад 1-11



Разрез 1-1



План кровли



Условные обозначения

- Кирпич Ко/По 1НФ/100/2,0/50 по ГОСТ 530-2012
- Металличерепица МП Монтеррэй ТУ 5285-001-45859820-97
- Декоративная плитка под натуральный камень

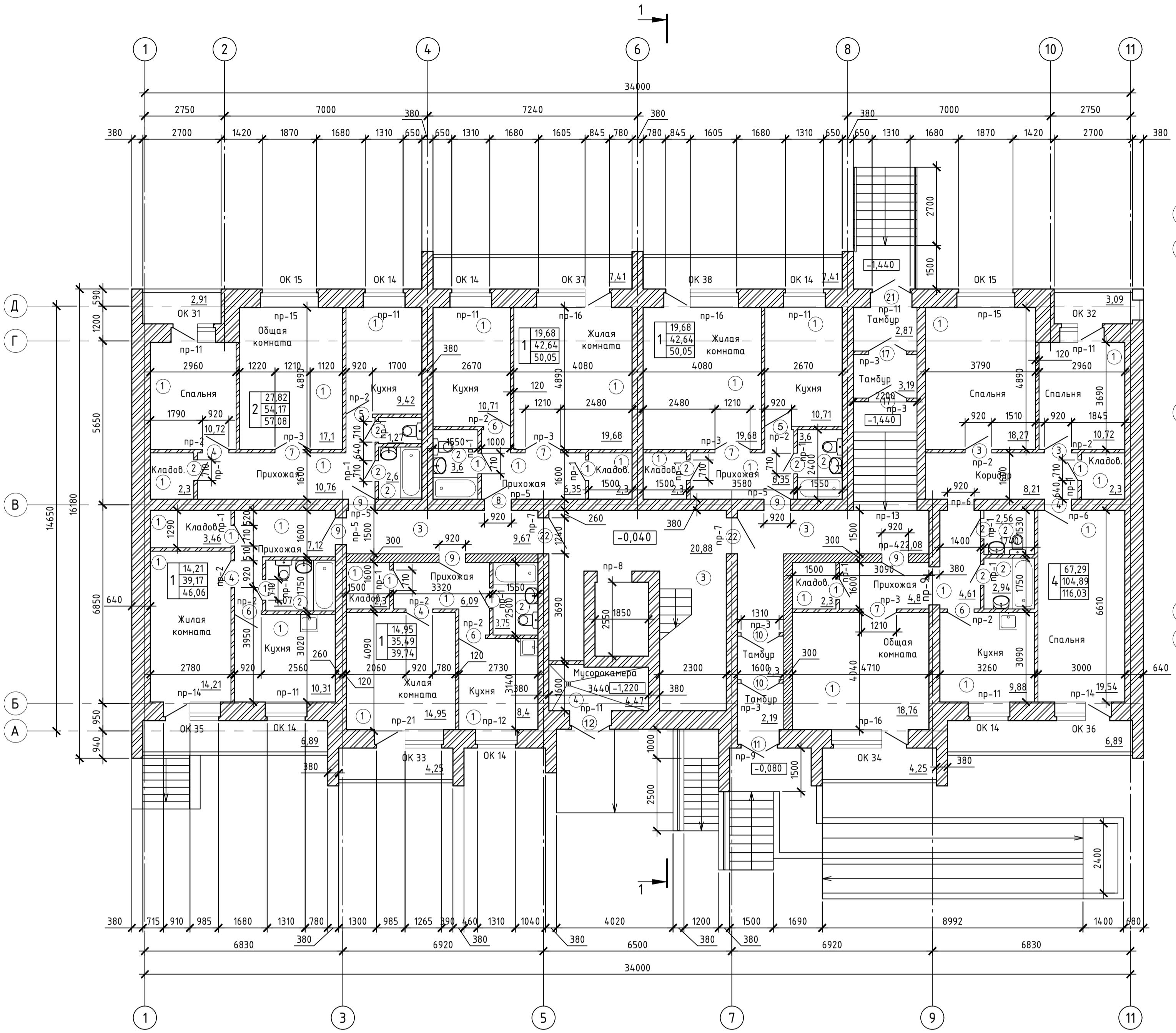
БР - 08.03.01.01 АР

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"
Инженерно-строительный институт

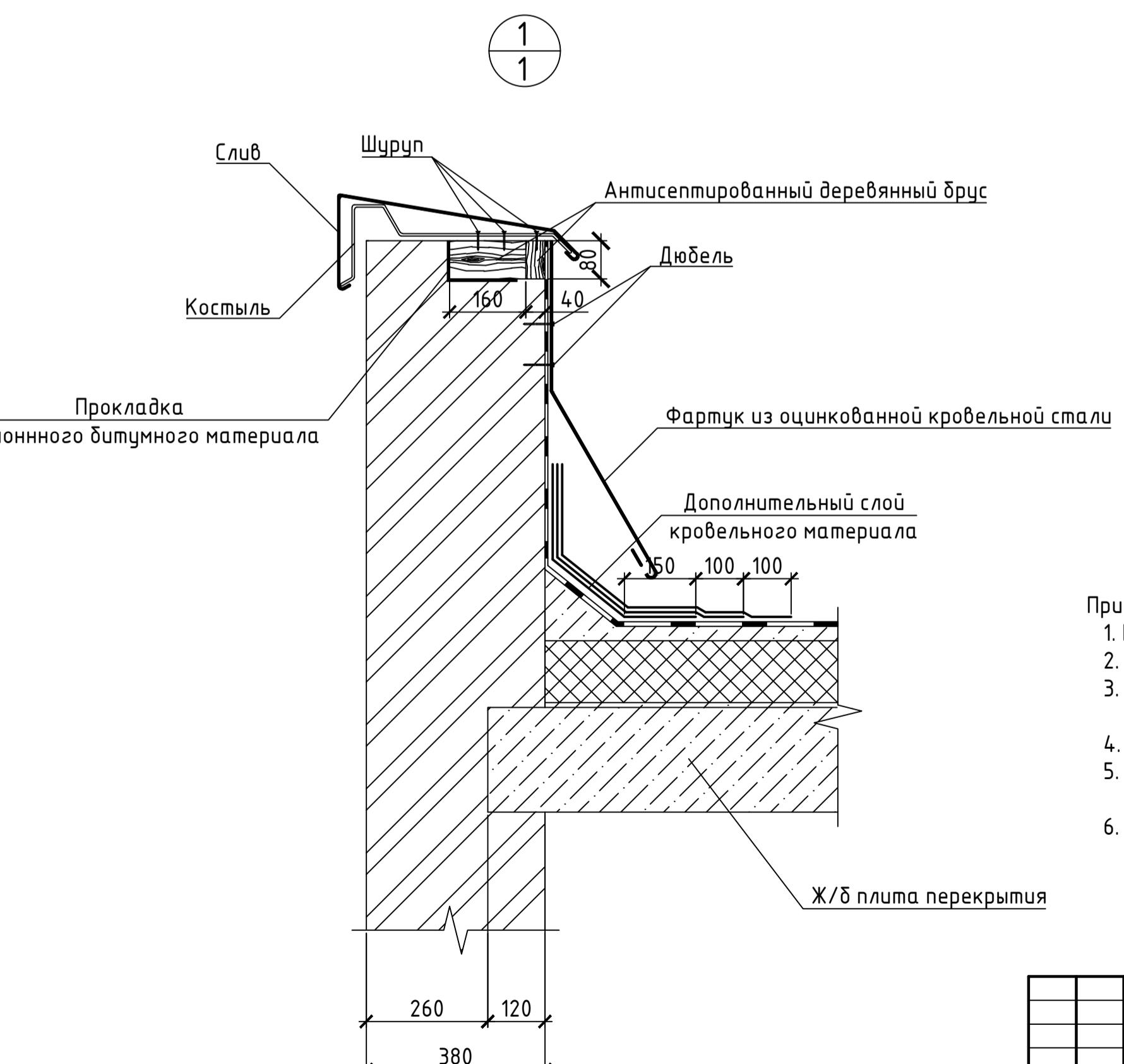
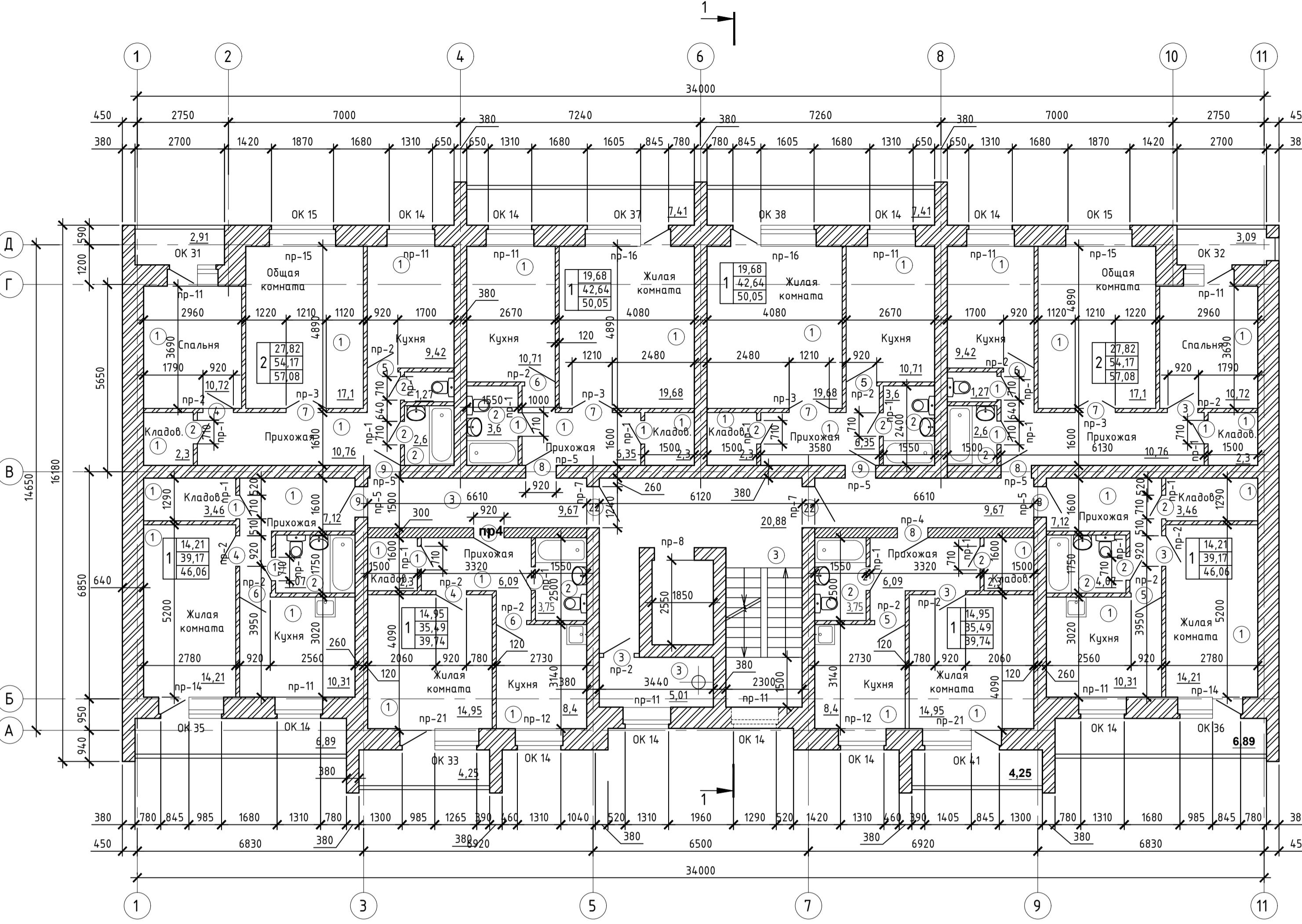
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Страница	Лист	Листов
Разработал	Кирюхин А.Д.							
Консультант	Рожкова Н.Н.							
Руководитель	Терехова И.И.							
Консультант	Якшина А.А.							
Н. контроль	Якшина А.А.							
Зав.кафедрой	Енбекжанова И.Г.							

Фасад 1-11, разрез 1-1, схема блокировки,
узел 3, план кровли

План на отмечке 0.000



План типового этажа



БР - 08.03.01.01 АР					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Кирличев А.Д.				
Консультант	Рожкова Н.Н.				
Руководитель	Терехова И.И.				
Консультант	Якшина А.А.				
Н. контроль	Якшина А.А.				
Зав. кафедрой	Енгихеская И.Г.				

План на отм. 0.000, план типового этажа, узел 1, узел 2

СМиС

Формат А1

Схема расположений элементов фундамента

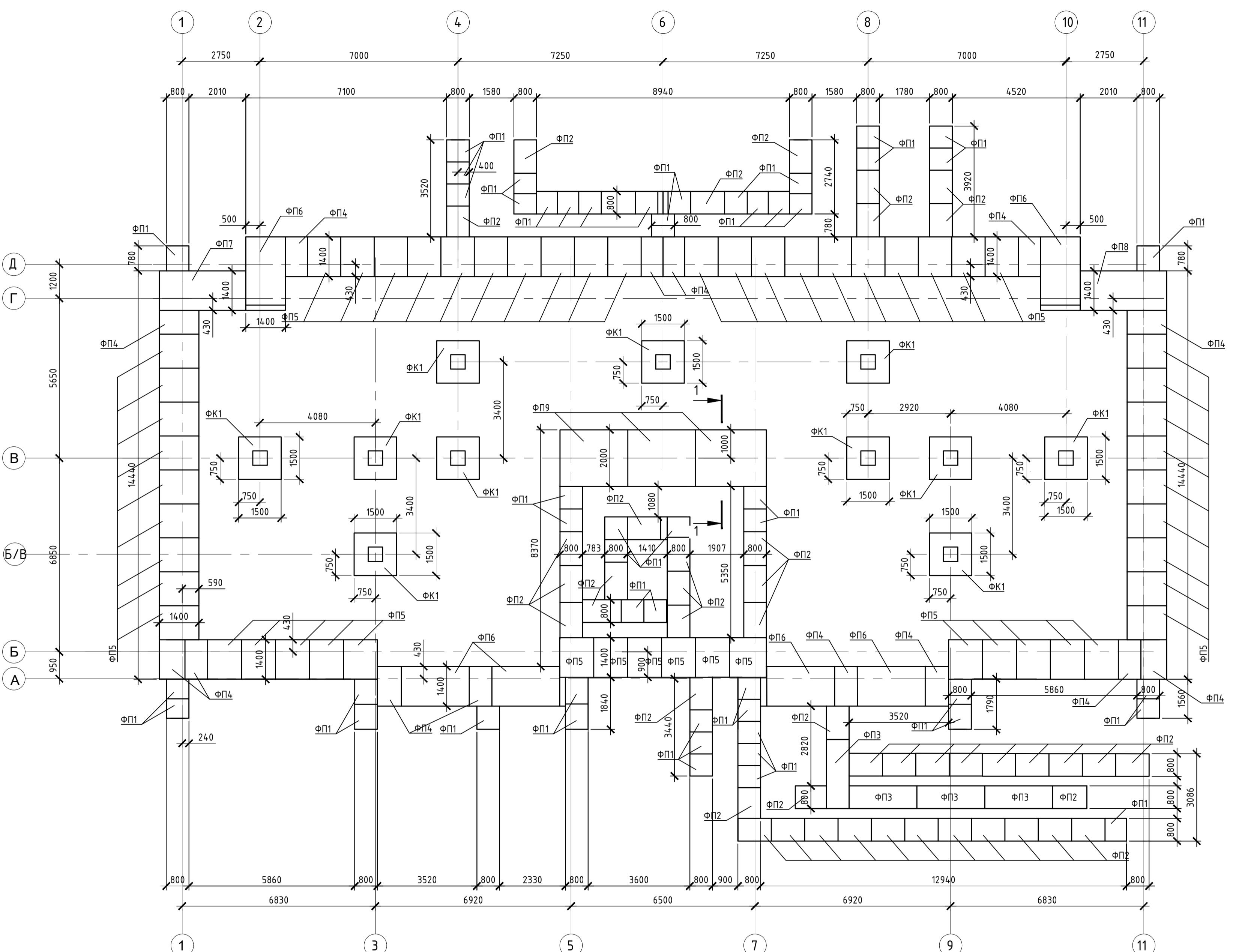
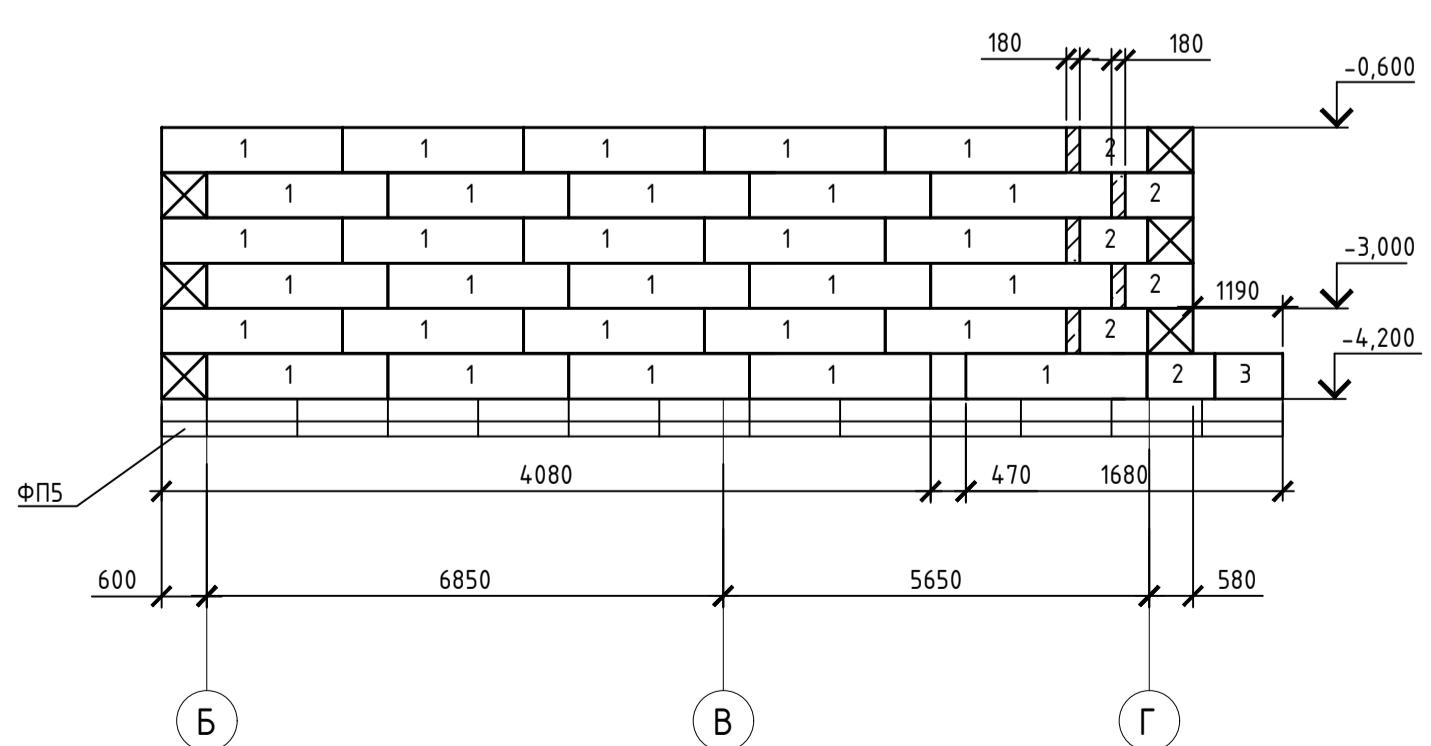
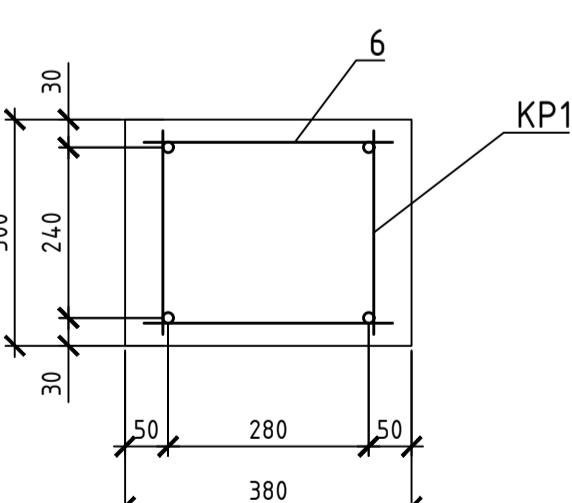


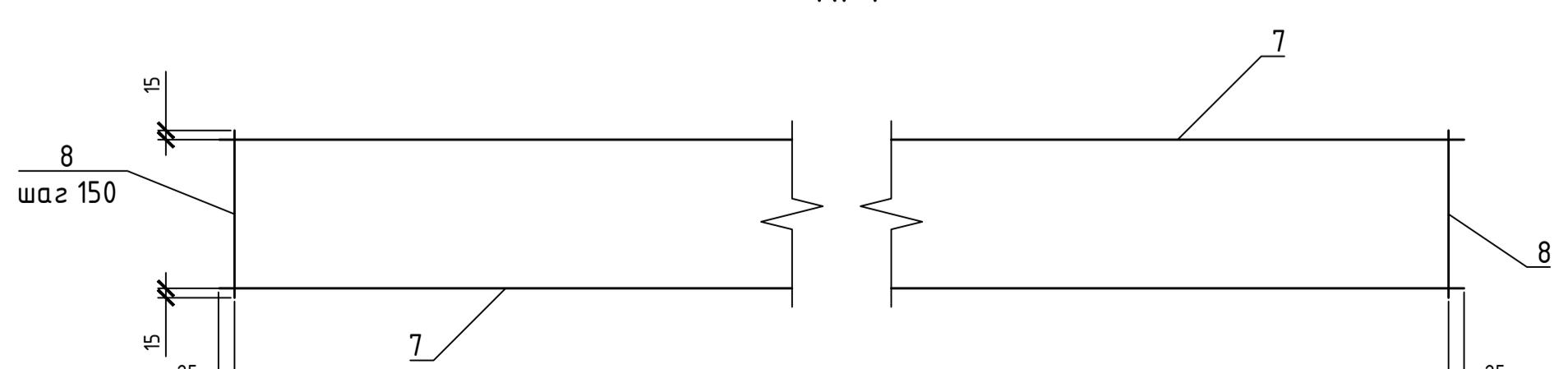
Схема раскладки элементов фундамента по оси 11



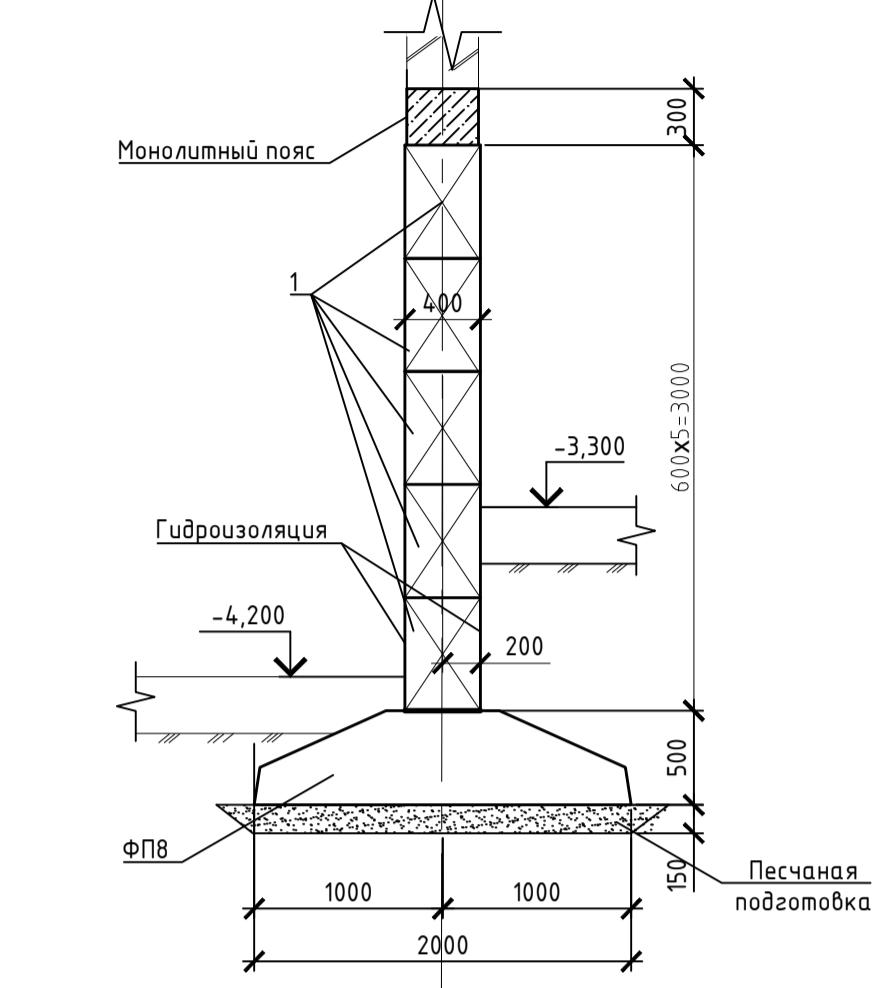
Монолитный пояс



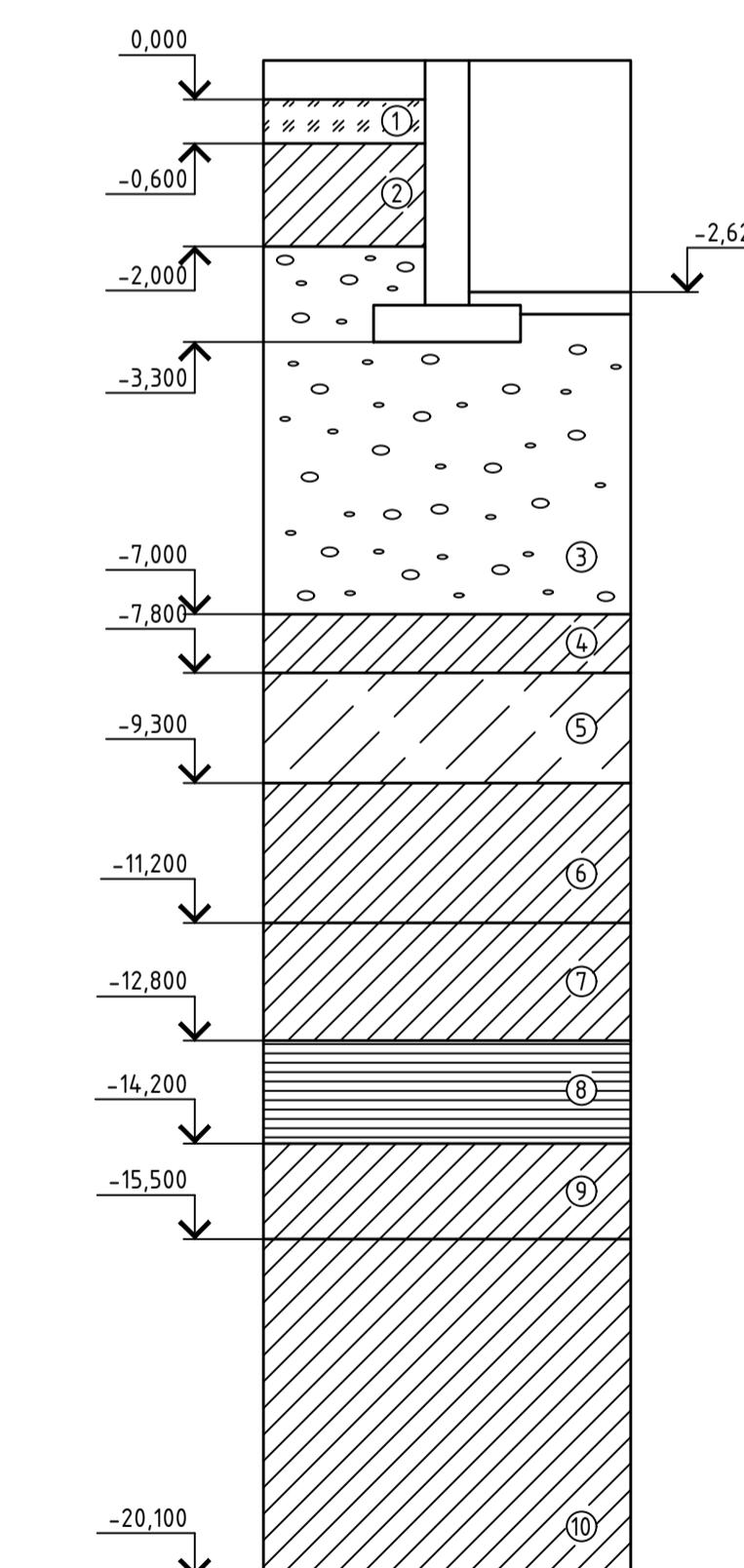
KP1



Разрез 1-1



Инженерно-геологическая колонка



Спецификация к схеме расположений элементов фундамента

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Примечание
Фундаментные плиты					
ФП1	ГОСТ 13580-85	ФП8.8-4	51	400	
ФП2	ГОСТ 13580-85	ФП12.4-4	46	685	
ФП3	ГОСТ 13580-85	ФП8.24-4	5	1395	
ФП4	ГОСТ 13580-85	ФП14.8-4	14	685	
ФП5	ГОСТ 13580-85	ФП14.12-4	53	1040	
ФП6	ГОСТ 13580-85	ФП14.24-4	6	2110	
ФП7	ГОСТ 13580-85	ФП14.30-4	2	2400	
ФП8	ГОСТ 13580-85	ФП20.24-4	3	4050	
ФК1	ГОСТ 24476-80	Ф15.8-3	9	2500	
Блоки фундаментные					
1	ГОСТ 13579-2018	ФБС 24.6.6-т	160	1960	
2	ГОСТ 13579-2018	ФБС 9.6.6-т	38	700	
3	ГОСТ 13579-2018	ФБС 24.4.6-т	85	1300	
4	ГОСТ 13579-2018	ФБС 9.4.6-т	20	470	
Монолитный пояс					
KP1		Каркас	108,7		пог.м
6	ГОСТ 34028-2016	φ10 A240 I = 300 мм	6	0,19	
7	ГОСТ 34028-2016	φ10 A400 I = 1 пог.м	2	0,62	
8	ГОСТ 34028-2016	φ10 A240 I = 270 мм	6	0,17	
Материалы					
	ГОСТ 26633-2015	Бетон класса В15, F100, W4	13,2		нз
	ГОСТ 8736-2014	Песок	36,3		нз

Ведомость расхода стали на фундамент, кг

Марка элемента	Изделия арматурные		Всего	
	Арматура класса			
	A240	A400		
Монолитный пояс	ГОСТ 34028-2016	ГОСТ 34028-2016		
Монолитный пояс	1109,12	1109,12	773,12	
Арматурные сетки			1882,24	
	83,42	83,42	83,42	

Условные обозначения

	Почвенно-растительный слой		Супесь твердая
			Глина полутвердая
	Суглинок тугопластичный, мягкопластичный и пластичный		

Примечание:

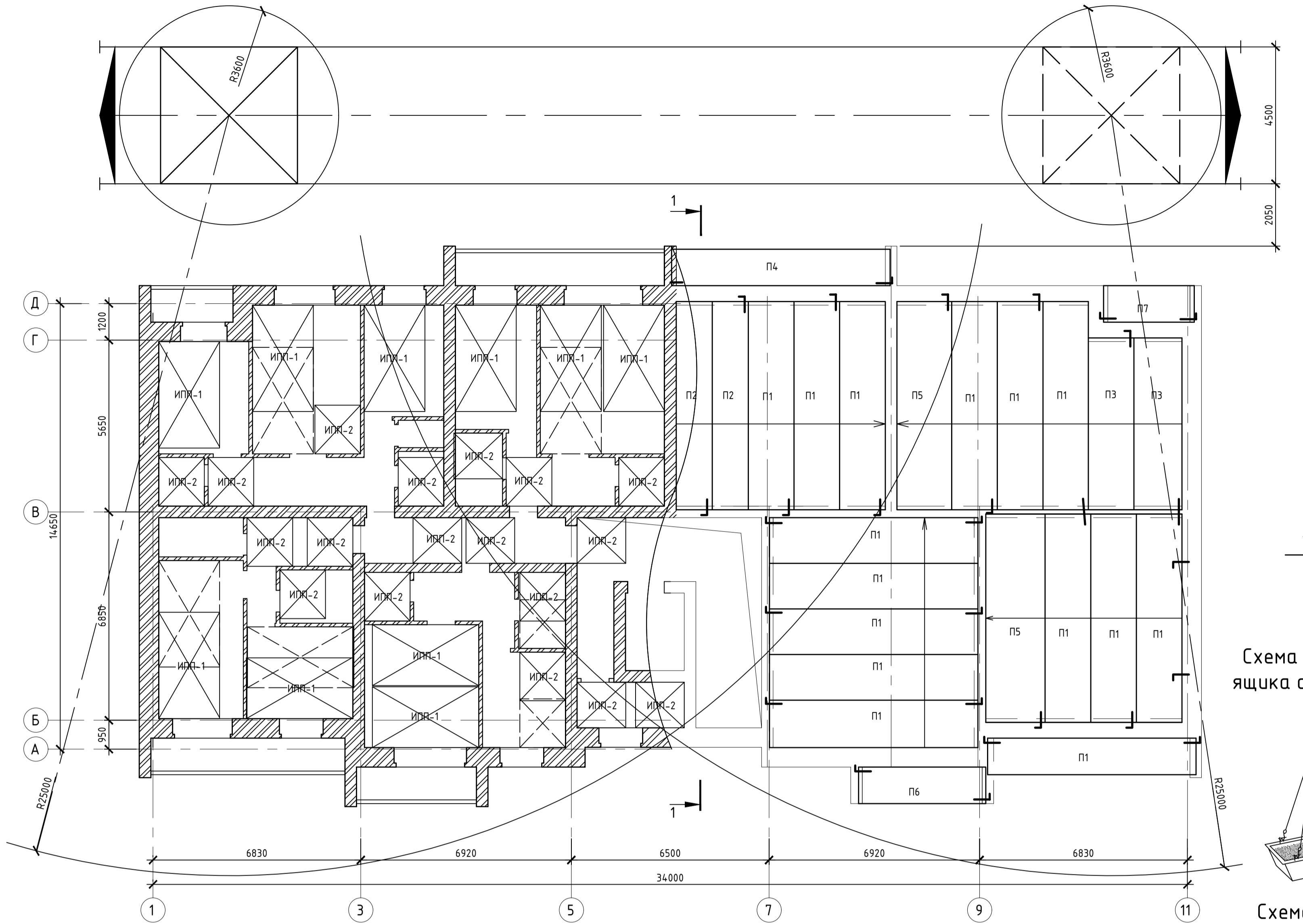
- За относительную отметку -0,000 принята абсолютная отметка 213,95.
- Грунтом основания является суглинок гравелистый $c = 4$ кПа, $\varphi = 28$, $E = 22$ МПа.
- Под фундаментом устраивается песчанная подготовка толщиной 150 мм.
- Обратную засыпку котлована выполнять слоями не пучинистого грунта не более 0,3 м с уплотнением.
- Не допускать промораживание грунтов в процессе строительства.

БР - 08.03.01.01КЖ					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Кирличев А.Д.				
Консультант	Чайкин Е.А.				
Руководитель	Терехова И.И.				
Консультант	Якшина А.А.				
Н. контроль	Якшина А.А.				
Зав. кафедрой	Енджеевская И.Г.				
		Справд.	Лист	Листов	
				4	6

СМиС

Формат А1

Схема производства радио



Условные обозначения

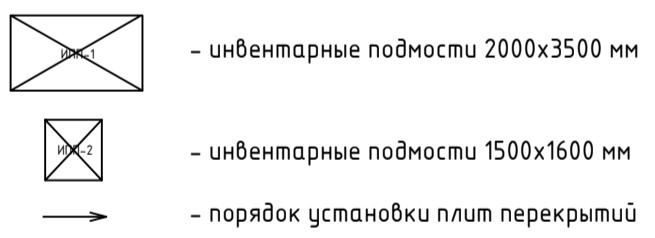
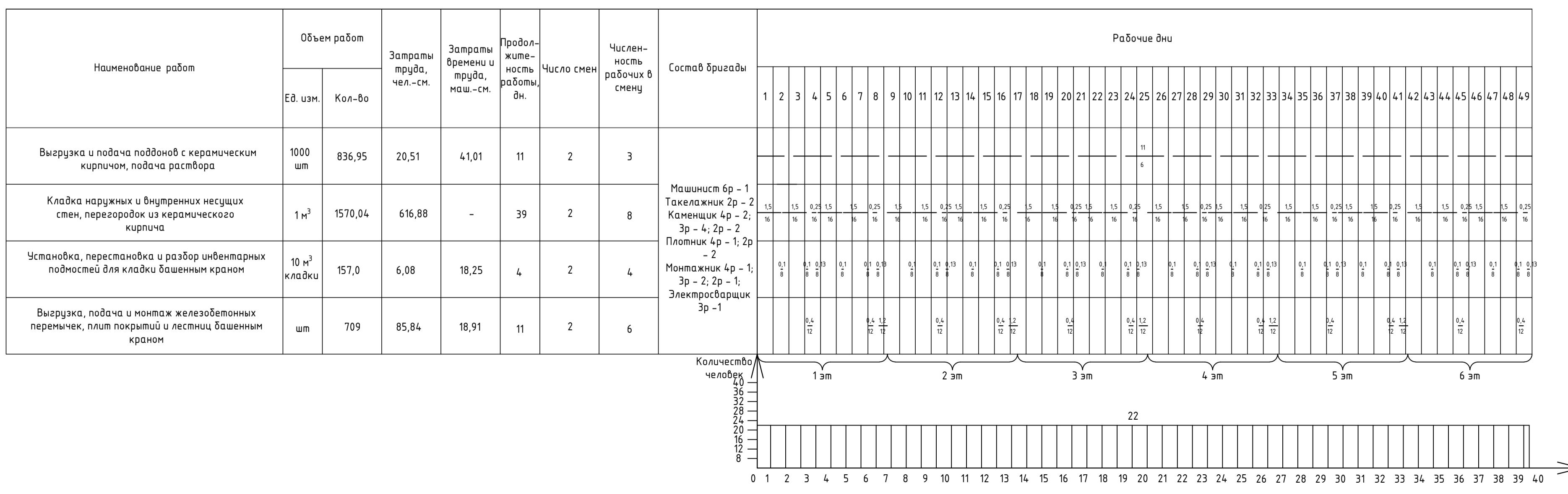


График производства радио



Разрез 1-1

масштаб 1:200

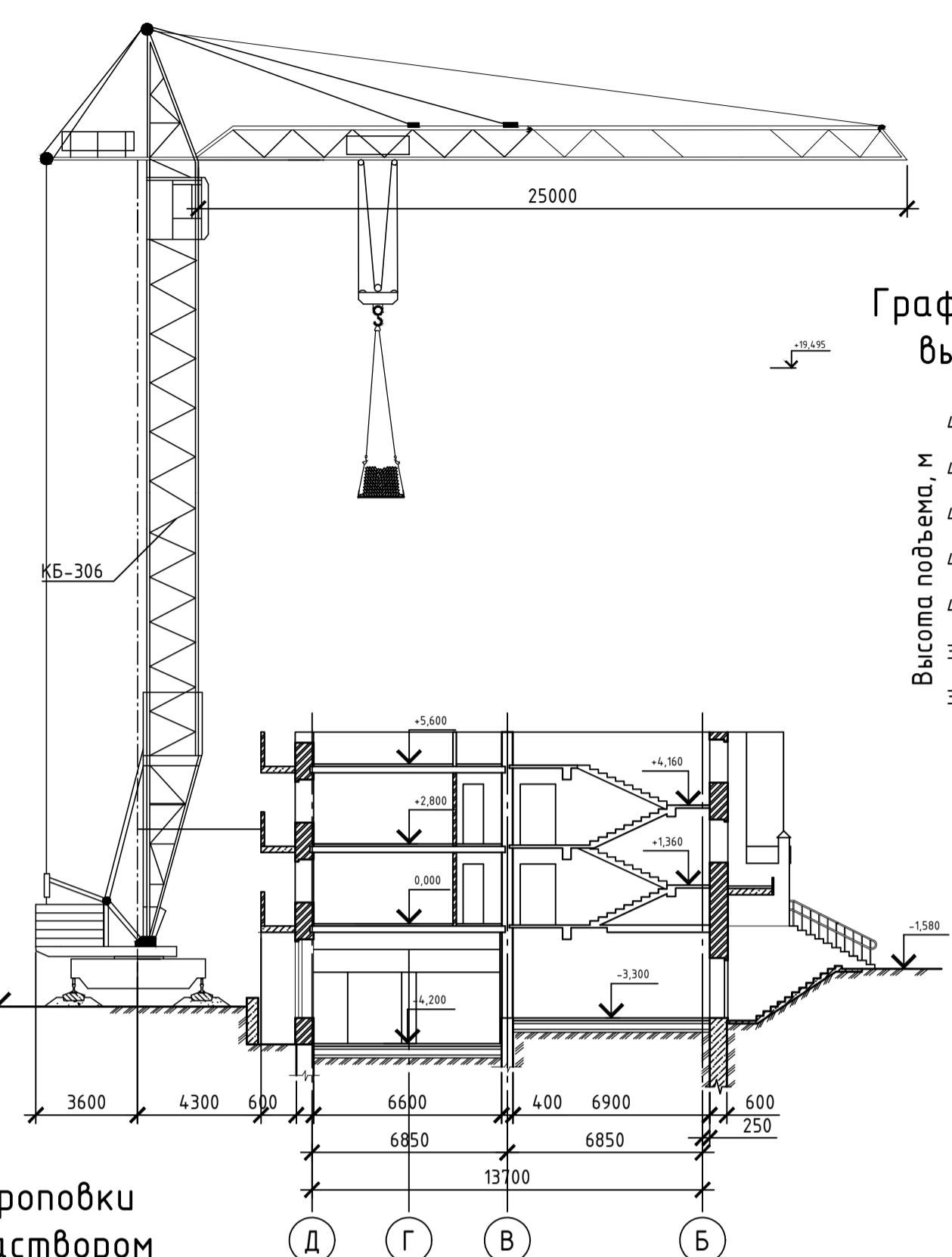


Схема строповки ящика с раствором

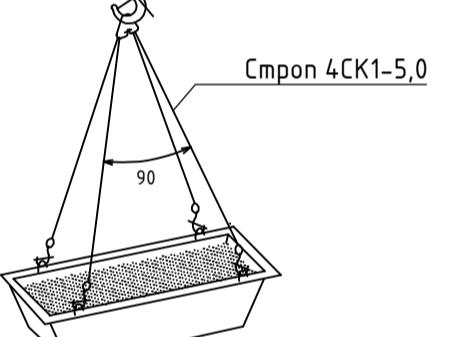


Схема строповки подмостей

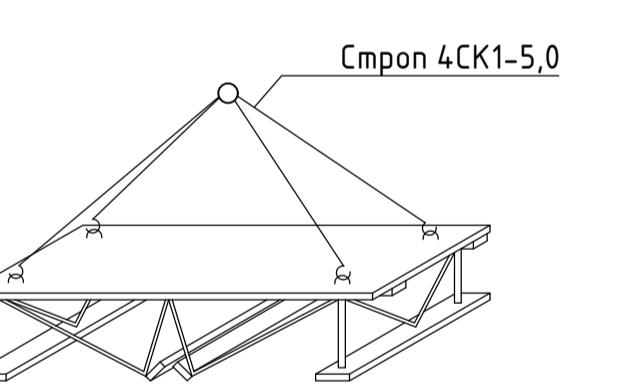


Схема строповки плит перекрытия

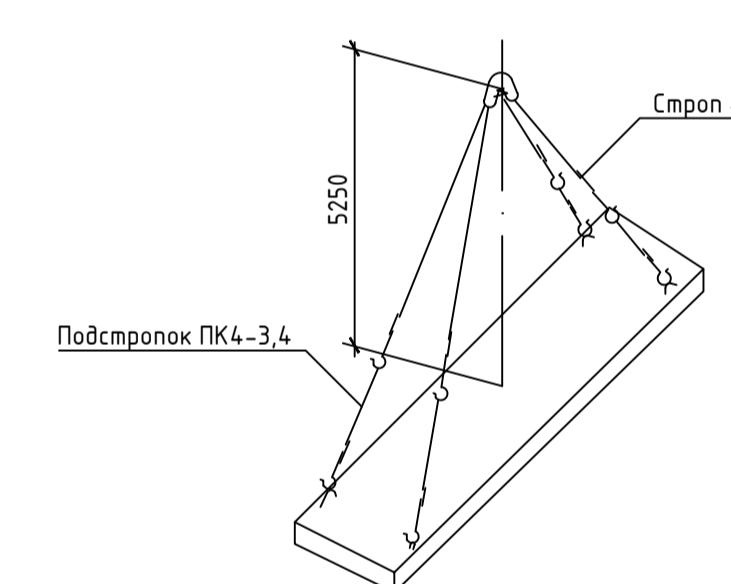


Схема складування ківричка

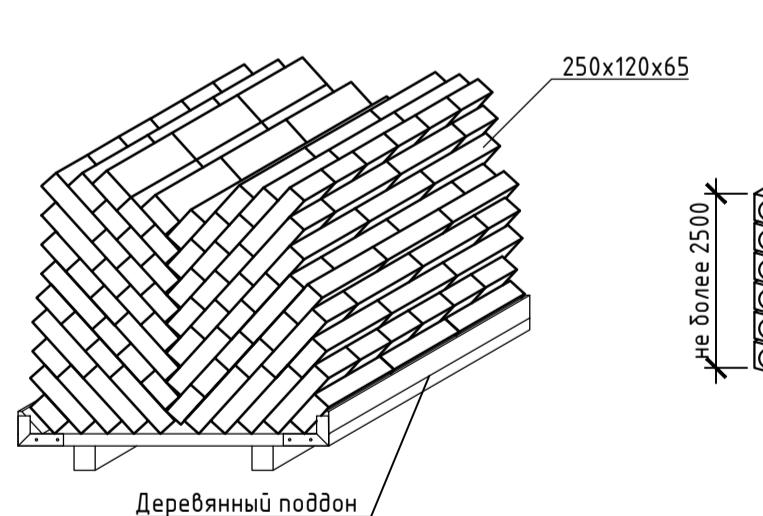
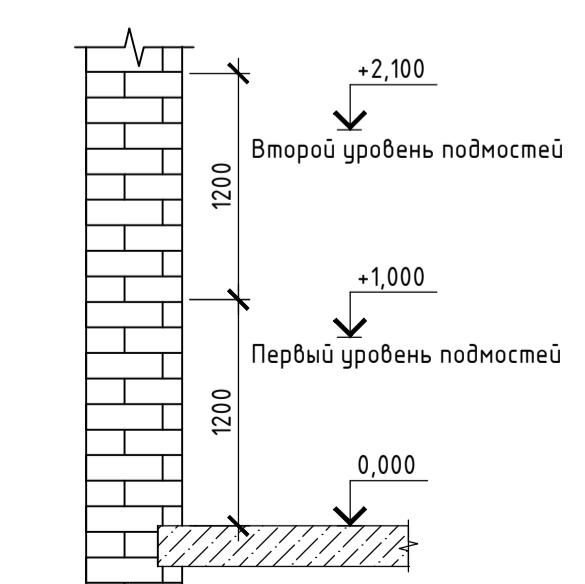
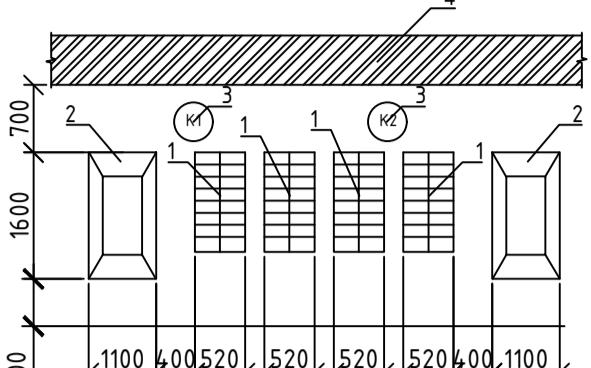


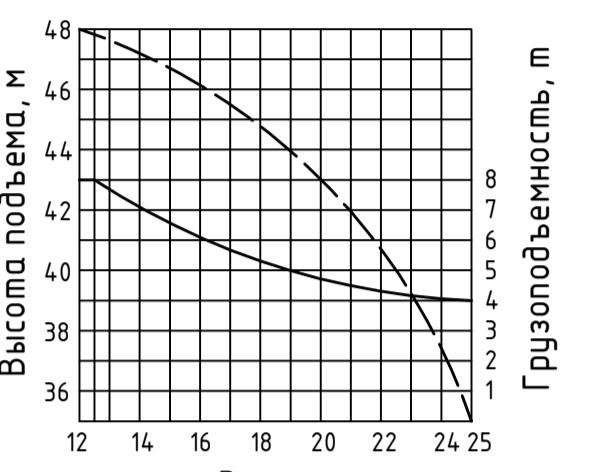
Схема установки подмостей на этаже



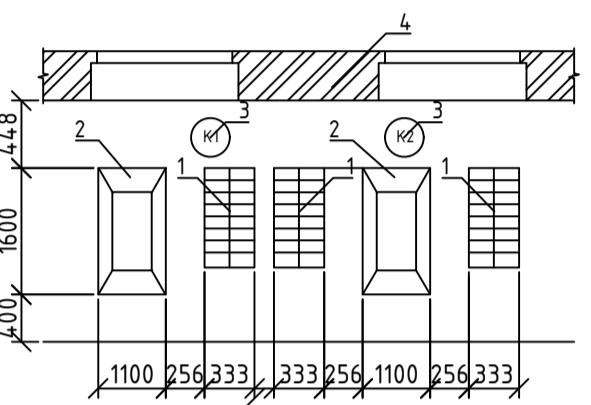
Рабочее место и расположение звена каменщика при кладке глухих стен



афик грузоподъемности и
высоты подъема крана



Рабочее место и расположение звена каменщика при кладке пристенков



Рабочее место и расположение звена каменщика при кладке углов

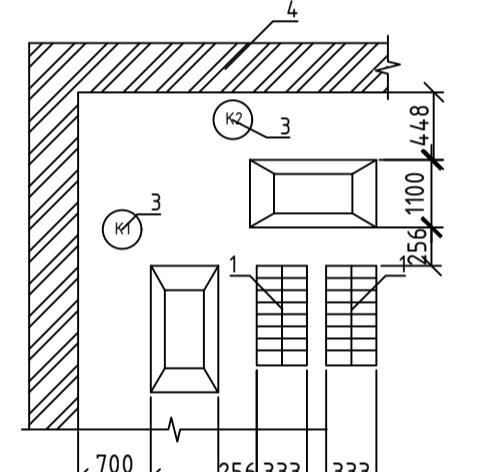
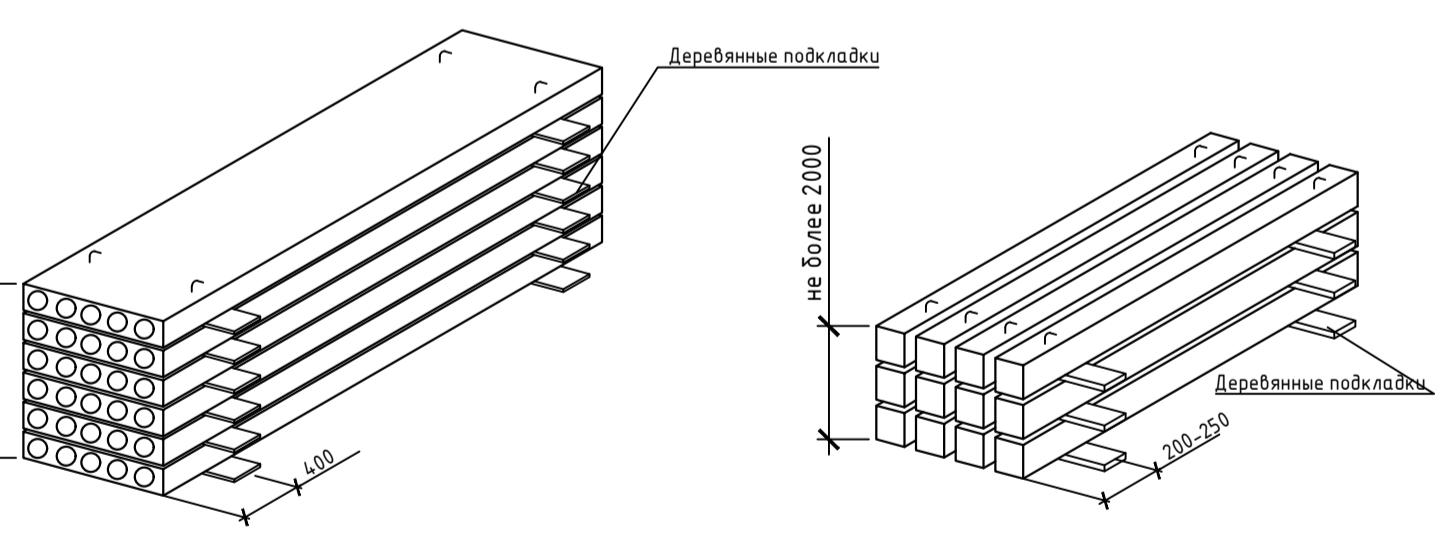


Схема строповки поддона с кирпичом

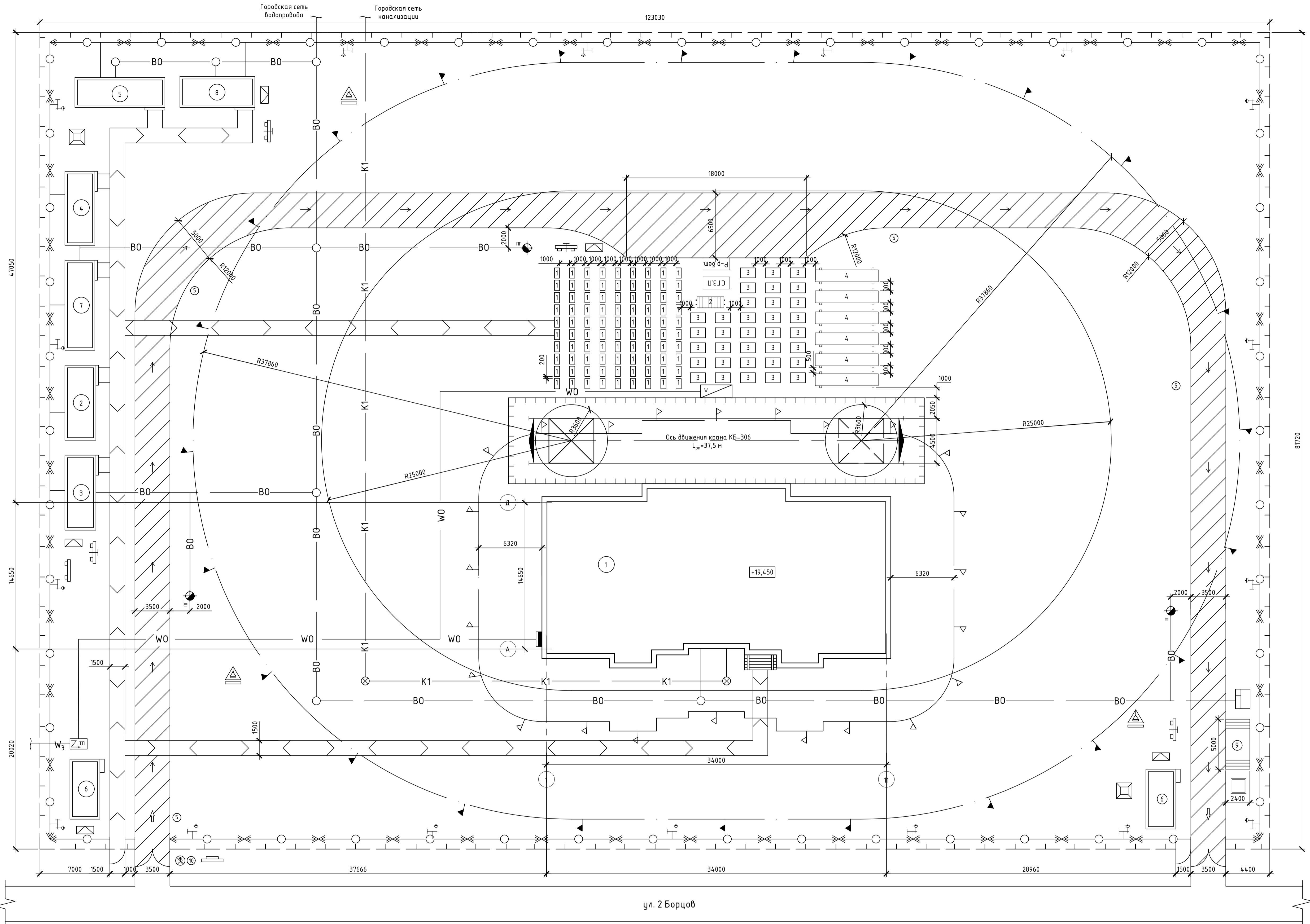
Схема складирования плит перекрытия



Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Объем работ	м ³	1570,04
Трудозатраты	чел-см	1084,53
Выработка на одного рабочего в смену	м ³	1,45
Продолжительность работ	дн.	49
Количество смен	смена	2
Максимальное число рабочих в смену	чел.	11

Объектный строительный генеральный план М1:200



Условные обозначения

Воздушное здание
Временное сооружение, бытовое помещение
Линия границы монтажной зоны
Зона обслуживания краном
Линия границы опасной зоны работы крана
Ограждение строительной площадки без козырька
Водопровод проектируемый небходимый общего назначения
Канализация проектируемая небходимая общего назначения
Временная воздушная ЛЭП
Воздушная линия электропередачи
Проектант на опоре
Трансформаторная подстанция
Электрический щиток
Направление движения автотранспорта
Временные дороги
Временная пешеходная дорожка
Ворота с калиткой
Знак ограничения скорости
Знак, запрещающий проходы и выходы
Знак, предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью
Въездной стенд с транспортной схемой
Место первичных средств пожаротушения
Пожарный гидрант
Стенд с противопожарным инвентарем
Место хранения грузозахватных приспособлений и тары
Место приема раствора и бетона
Мусоропропускной бункер
Стенд со схемами строповки и табличкой масс грузов
Навес над входом в здание
Приямок
Мойка для колес
Кирпич на поддоне
Железобетонная лестница
Железобетонные перемычки
Плиты перекрытия железобетонные

Экспликация зданий и сооружений

№ п/п	Наименование	Объем Ед. Кол-во	Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
1	Воздушное здание	шт 1	14650x34000	Строящееся
2	Прорабская	шт 1	7500x3100	5055-4
3	Гардеробная	шт 1	7500x3100	5055-1
4	Помещение для отдыха и обогрева	шт 1	7400x3000	312-00
5	Душевая	шт 1	9000x3000	ГОССД-6
6	КПП	шт 1	6000x3000	ИКЭЗ-5
7	Столовая	шт 1	9000x3000	ГОСС-20
8	Уборная	шт 1	7500x3100	5055-27А
9	Мойка колес	шт 1	5000x2400	

Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м ²	10053,20
Площадь под постоянные сооружениями	м ²	585,12
Площадь под временными сооружениями	м ²	163,95
Площадь складов (открытых)	м ²	388,3
Протяженность временных дорог	км	0,224
Протяженность временных электросетей	км	0,201
Протяженность временных водопроводных сетей	км	0,251
Протяженность ограждения строительной площадки	км	0,410

БР - 08.03.01.01 СП					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Кирличев А.Д.				
Консультант	Якшина А.А.				
Руководитель	Терехова И.И.				
Н. контролер	Якшина А.А.				
Зав. кафедрой	Енджеевская И.Г.				
Объектный строительный генеральный план на период возведения надземной части					
СМиТС					

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

Инженерно-строительный институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Евгений Петрович
подпись инициалы, фамилия
«10» 07 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта
проекта, работы

08.03.01. «Строительство»
коэ, наименование направления

Кирпичный 5-ти этажный жилой дом в осях II-IV по пер. Почтовый, 7а в п.
тема
Емельяново Емельяновского р-на

Руководитель



подпись, дата

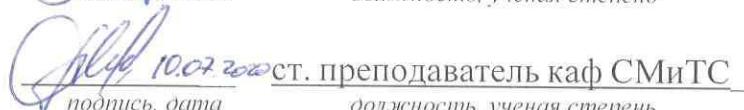
доцент каф. СМиТС, к.т.н.

должность, ученая степень

И.И. Терехова

инициалы, фамилия

Консультант



подпись, дата

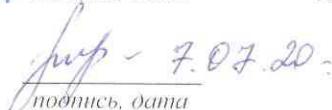
ст. преподаватель каф СМиТС

должность, ученая степень

А.А. Якшина

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

7.07.2020

А.Д. Кирпичева

инициалы, фамилия

Красноярск 2020