

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»  
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ  
Кафедра ГОРОДСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

*Утверждаю:*  
*Зав. кафедрой*

\_\_\_\_\_  
*подпись, инициалы, фамилия*

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_ г.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»,  
НАПРАВЛЕННОСТЬ «ГОРОДСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Тема ВКР \_\_\_\_\_

Автор ВКР \_\_\_\_\_

*подпись, инициалы, фамилия*

Обозначение \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Руководитель работы \_\_\_\_\_

*подпись, дата, инициалы, фамилия*

Консультанты по разделам:  
Архитектурно-строительный

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

Расчетно-конструктивный

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

Технологии и организации строительства

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

Техническая эксплуатация здания

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

Вопросы экологии и безопасность  
жизнедеятельности

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

НИР

\_\_\_\_\_  
*ФИО., уч. степень, звание*

Нормоконтроль \_\_\_\_\_

*ФИО., уч. степень, звание*

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»**  
**ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ**  
**КАФЕДРА «ГОРОДСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра по**  
**направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», направленность**  
**«Городское строительство»**

Автор ВКР \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Тема ВКР \_\_\_\_\_

Консультанты:

архитектурно-строительный раздел \_\_\_\_\_

расчетно-конструктивный раздел \_\_\_\_\_

технология и организация строительства \_\_\_\_\_

техническая эксплуатация здания \_\_\_\_\_

вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности \_\_\_\_\_

НИР \_\_\_\_\_

**I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР**

1. Место строительства \_\_\_\_\_

2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

## II. СОСТАВ ВКР

### 1. Архитектурно-строительная часть должна быть представлена следующими проектными материалами:

- объемно-планировочное и конструктивное решение;
- генплан 1-500, 1-1000;
- планы неповторяющихся этажей М 1-100, 1-200;
- поперечный и продольный разрезы М 1-100, 1-200;
- фасады М 1-100, 1-200;
- план фундаментов М 1-200, 1-400; конструктивные детали и сечения фундаментов М 1-10, 1-20, 1-50;
- план кровли М 1-400, 1-800;
- технико-экономические показатели.

### 2. Расчетно-конструктивная часть должна состоять из:

- выбора типа, материала и конструктивной схемы здания или сооружения;
- расчета конструкций и основания;
- составления рабочих чертежей со спецификациями;
- оформления пояснительной записки.

### 3. Раздел технологии и организации строительства включает в себя:

- стройгенплан на стадии возведения подземной или надземной части здания;
- технологические карты на ведущие строительные процессы;

### 4. Раздел технической эксплуатации здания включает в себя:

- оценка энергетической эффективности здания;
- энергетический паспорт здания;

### 5. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности.

### 6. НИР

## III. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР

Сроки выполнения ВКР устанавливаются с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Объем ВКР: чертежей 8-10 листов, пояснительной записки от 60 до 100 страниц.

Законченная ВКР с пояснительной запиской, подписанной консультантами и руководителем, представляется на кафедру для окончательного решения и допуска к защите.

Дата выдачи «    » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Архитектурно-строительный раздел.....	7
1.1. Общие данные.....	7
1.2. Объемно-планировочное решение.....	8
1.3. Конструктивное решение здания.....	9
1.3.1. Фундаменты .....	9
1.3.2. Цоколь, горизонтальная гидроизоляция, отмостка.....	10
1.3.3. Наружные стены.....	11
1.3.4. Перекрытия и покрытия.....	11
1.3.5. Перегородки .....	12
1.3.6. Лестницы.....	13
1.3.7. Окна.....	13
1.3.8. Двери.....	14
1.3.9. Полы.....	15
2. Расчетно-конструктивный раздел.....	16
2.1. Расчет плиты перекрытия с круглыми пустотами .....	16
2.1.1. Расчет плиты по 1-ой группе предельных состояний.....	19
2.1.2. Расчет плиты по 2-ой группе предельных состояний.....	22
2.1.3. Проверка образования расчетных поперечных трещин.....	26
2.2. Расчет лестничного марша.....	28
3. Технология и организация строительства.....	33
3.1. Стройгенплан на возведение надземной части здания.....	33
3.1.1. Проектирование внутриплощадочных дорог.....	33
3.1.2. Выбор монтажного механизма.....	34
3.1.3. Строительный генеральный план.....	35
3.1.4. Расчет и проектирование временных инвентарных зда.....	37
3.1.5. Размещение временных зданий и сооружений.....	38
3.1.6. Расчет складских помещений и площадок.....	39
3.1.7. Расчет потребности строительства в воде.....	40

3.1.8. Освещение строительной площадки.....	41
3.1.9. Обеспечение строительства электроэнергией.....	42
3.1.9. Техничко-экономические показатели стройгенплана.....	43
3.2. Технологическая карта на монтаж плит перекрытия.....	44
3.2.1. Организация и технология выполнения работ.....	44
3.2.2. Требования к качеству и приемке работ.....	49
3.2.3. Техника безопасности.....	49
4. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности.....	51
5. Научно-исследовательская работа.....	56
5.1. Энергетическая эффективность 7-этажного 2-секционного жилого здания.....	.56
5.1.1. Условие эксплуатации наружных ограждающих конструкций.....	56
5.1.2. Объемно-планировочные показатели.....	56
5.1.3. Климатические параметры.....	57
5.1.4. Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление .....	57
Список используемой литературы.....	73

## Введение

Строительство жилых зданий – эта тема как-никогда актуальна в современное время. Снос ветхого и старого жилья, увеличение городской территории дает почву для строительства новых, современных жилых домов, которые полностью могут удовлетворить жителей городов. И одним из актуальных способов возведения здания является кирпичный. Кирпичные здания имеют лучшую тепло- и звукоизоляцию по сравнению с монолитными или панельными домами.

Согласно заданию для дипломного проектирования был разработан проект строительства жилого дома по ул. Горького в городе Пенза.

Данный дипломный проект предусматривает строительство многоэтажного жилого дома. В данной дипломной работе решены следующие вопросы:

- архитектурная планировка здания
- расчет и проектирование основных элементов – лестничных маршей, плит перекрытия
- рассмотрены вопросы по организации и технологии строительства
- учтены требования по технике безопасности при производстве строительно-монтажных работ

# 1. Архитектурно-строительный раздел

## 1.1. Общие данные

Проект на тему: жилое 7-ми этажное здание по ул. Горького в городе Пенза Пензенской области общей площадью 1168 м<sup>2</sup>, разработан на основании задания на дипломное проектирование.

Проект предполагает строительство жилого здания в городе Пенза Пензенской области.

Город находится в 3-ем снеговом районе и во 2-ом ветровом:

- расчетной температурой воздуха - 27°С;
- нормативная ветровая нагрузка 0,3 кПа/м<sup>2</sup>;
- нормативная глубина промерзания грунта 1,6м;
- нормативная снеговая нагрузка 180кгс/м<sup>2</sup>;

Жилое здание имеет следующие параметры :

- класс здания по степени долговечности - 1;
- класс здания по степени огнестойкости - 2;
- здание оборудовано лифтами ;
- фундамент – свайный;
- стены – кирпичная стена из керамического кирпича толщиной 510мм, утеплителя (минеральная вата) толщиной 150мм и декоративной штукатурки толщиной 20мм с последующей окраской;
- перекрытия и покрытия – железобетонные плиты перекрытия.

## 1.2. Объемно - планировочное решение

Объемно-планировочное решение жилого дома продиктовано градостроительными характеристиками и размерами участка строительства.

Здание имеет в плане сложную прямоугольную форму с размерами сторон 28,68x45,26м. Проектируемый жилой дом представляет собой 7-ми этажное здание, состоящее из двух блок-секций. На каждую блок-секцию приходится 21 жилая квартира.

Высота этажей от пола до пола следующего этажа – 3,3 м. Высота помещений от пола до потолка – 3,0 м.

Верхняя отметка строительных конструкций здания составляет +33,660.

В составе первой блок-секции запроектировано 3 жилых квартиры на типовом этаже: двух-, трех- и четырехкомнатная.

Двухкомнатная квартира:

- жилая площадь,  $S_{ж} = 44,58 \text{ м}^2$ ;
- площадь всп. помещений,  $S_{всп} = 23,72 \text{ м}^2$ ;
- общая площадь,  $S_{общ} = 95,58 \text{ м}^2$ ;
- коэф. компактности,  $K_1 = 0,46$ .

Трехкомнатная квартира:

- жилая площадь,  $S_{ж} = 73,63 \text{ м}^2$ ;
- площадь всп. помещений,  $S_{всп} = 32,3 \text{ м}^2$ ;
- общая площадь,  $S_{общ} = 136,42 \text{ м}^2$ ;
- коэф. компактности,  $K_1 = 0,54$ .

Четырехкомнатная квартира:

- жилая площадь,  $S_{ж} = 92,36 \text{ м}^2$ ;
- площадь всп. помещений,  $S_{всп} = 19,88 \text{ м}^2$ ;
- общая площадь,  $S_{общ} = 181,76 \text{ м}^2$ ;
- коэф. компактности,  $K_1 = 0,5$ .



Технический подвал жилого дома запроектирован для помещений ввода и прокладки инженерных коммуникаций и размещения инженерного оборудования.

Технический чердак предназначен для размещения инженерных сетей и имеет площадь 765 м<sup>2</sup>.

Общая площадь квартир по дому – 5347 м<sup>2</sup>.

Общая площадь данной застройки составляет 1168 м<sup>2</sup>. общая площадь жилых квартир составляет 2920 м<sup>2</sup>.

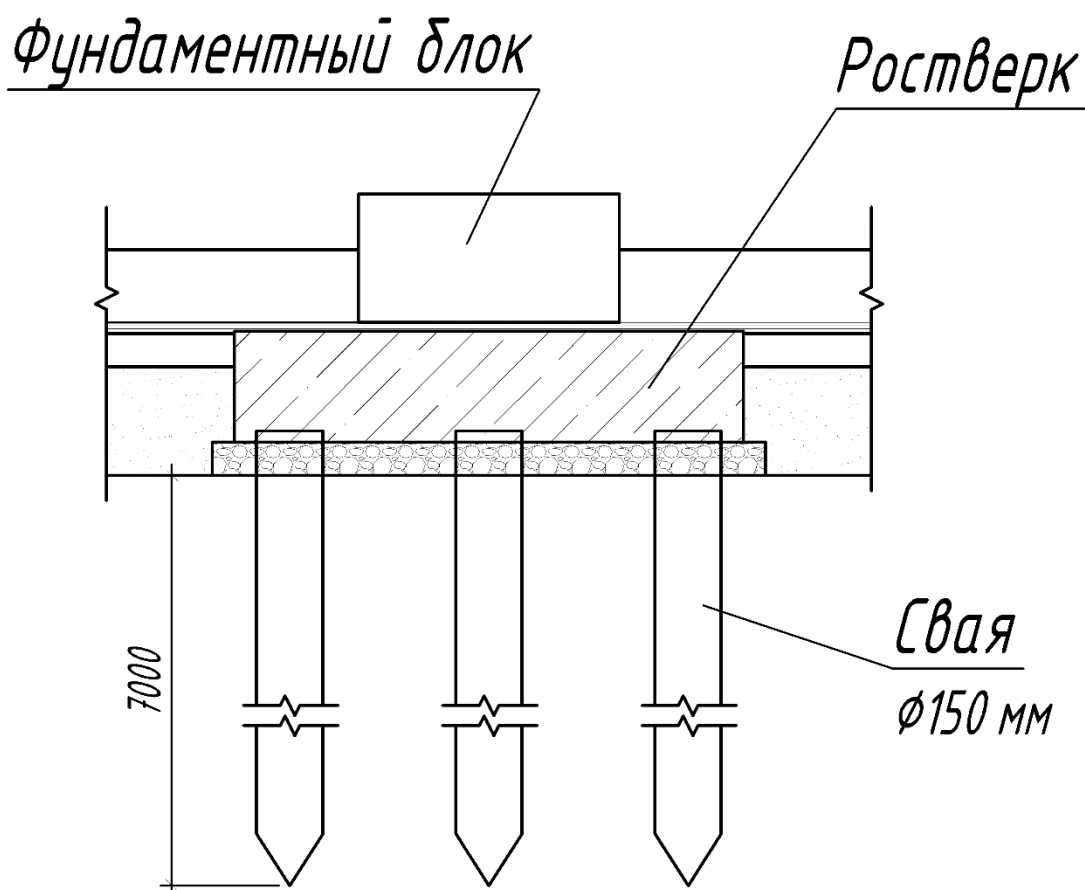
Примененные планировочные решения позволили получить удобные квартиры, хорошие внутренние коммуникации, наилучшую ориентацию и инсоляцию для жилых комнат, а также создать необходимые условия для проживания людей.

### **1.3. Конструктивное решение здания**

Конструктивная схема здания - бескаркасная (стенная) с продольными и поперечными несущими кирпичными стенами, на которые опираются плиты перекрытия и покрытия. Такая схема повышает жесткость и устойчивость проектируемого здания.

#### **1.3.1. Фундаменты**

Под проектируемое здание предусмотрен свайный фундамент с монолитным ростверком. Свайный фундамент устраивается из железобетонных забивных свай сечением 150 мм. Рабочая арматура  $d = 16$  мм. Сваи расположены под проектируемыми несущими стенами. Длина свай 7 м. Ширина ростверка 530 мм.



### 1.3.2. Цоколь, горизонтальная гидроизоляция, отмостка

Стены подвального этажа выполнены из бетонных блоков ФБС по ГОСТ 13579-78\* на цементно-песчаном растворе с тщательным заполнением вертикальных швов бетоном.

Использованы блоки марок ФБС 24.6.6-т, ФБС 12.6.6-т, ФБС 9.6.6-т, ФБС 24.5.6-т, ФБС 24.4.6-т, ФБС 9.5.6-т, ФБС 12.4.6-т.

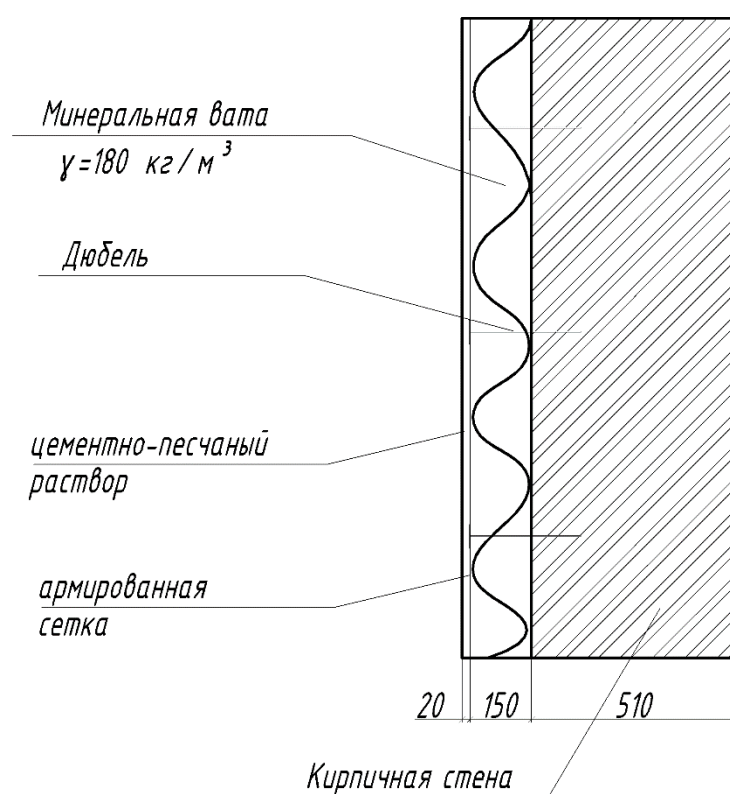
Боковые поверхности стен подвала, соприкасающиеся с грунтом, обмазаны битумным праймером.

Горизонтальная гидроизоляция выполнена из двух слоев изола по огрунтованной битумным праймером поверхности.

Отмостка уклоном 5% (от стены) состоит из слоя утрамбованного щебня, покрытого укатанным асфальтом.

### 1.3.3. Наружные стены

Наружные стены здания запроектированы из керамического кирпича толщиной 510мм. Следующий слой - утеплитель - минераловатные плиты толщиной 150мм. Толщина утеплителя принята по теплотехническому расчету на странице 58. Данный материал достаточно влагостоек, имеет низкую теплопроводность, малочувствителен к образованию биологических сред внутри конструкции. Снаружи стены отделаны декоративной штукатуркой толщиной 20мм и покрашены фасадной краской.



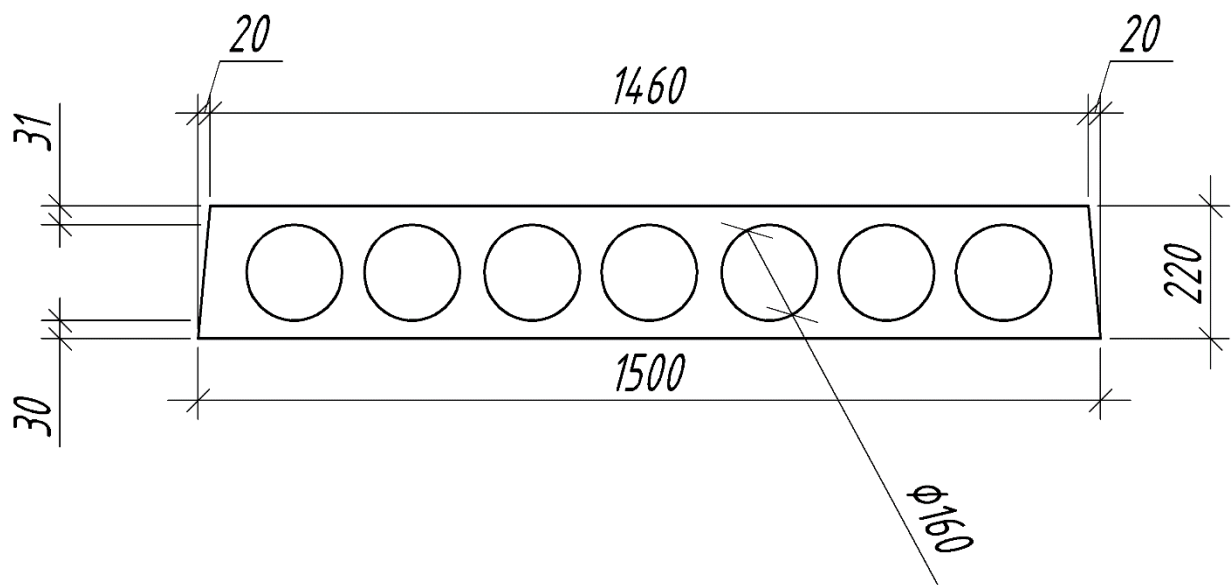
Состав наружной стены

### 1.3.4. Перекрытия и покрытия

Перекрытия и покрытие здания выполнены из железобетонных плит ПК толщиной 220мм марок ПК 63-15, ПК 63-12, ПК 51-15, ПК 51-12, ПК 42-15, ПК 42-12, ПК 30-15, ПК 30-12, ПК 60-15, ПК 60-10.

Плиты опираются на продольные и поперечные несущие стены.

Крыша с холодным чердаком. Запроектирована система внутреннего организованного водостока.



Плита перекрытия ПК 42.15

### 1.3.5. Перегородки

Перегородки здания, запроектированы из керамического кирпича по ГОСТ 530-2007 толщиной 120мм с отделкой штукатуркой на цементно-песчаном растворе М 50.

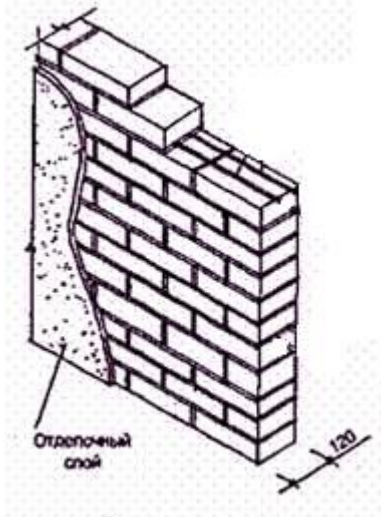
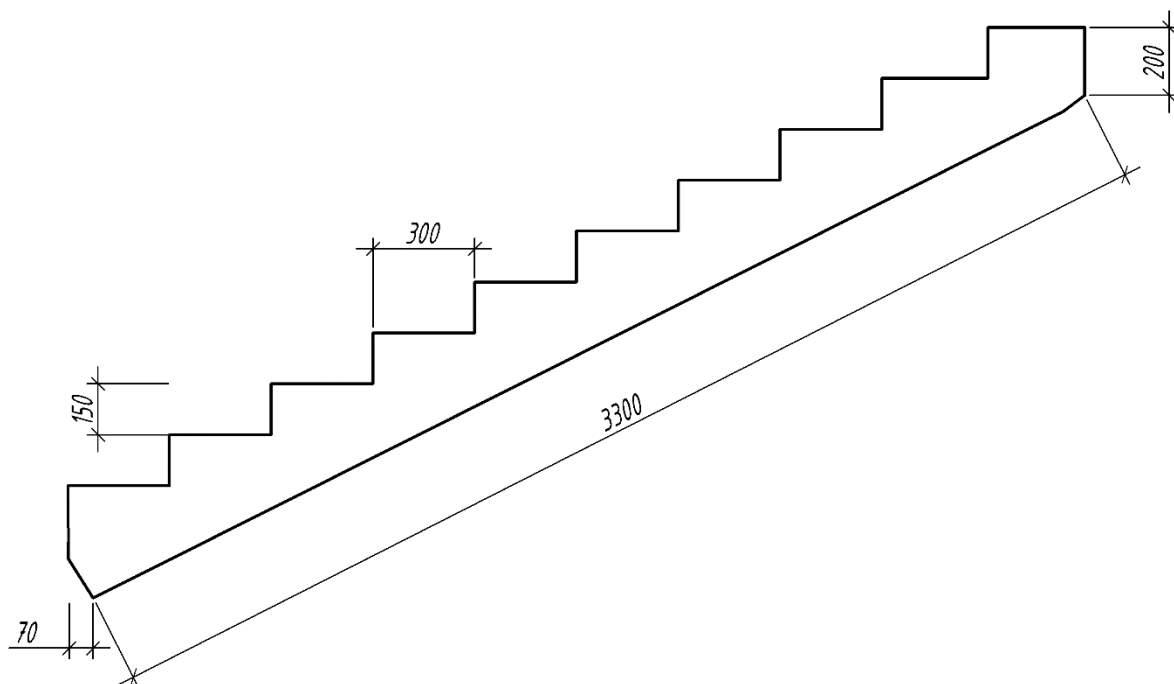


Схема перегородки

### 1.3.6. Лестницы

Лестницы – марши железобетонные серии 1.251.1-4 и площадки железобетонные марки 1.251.1-4.



### 1.3.7. Окна

Окна подобраны по ГОСТу 74-99, в соответствии с площадями освещаемых помещений. Верх окон приближен к потолку, что обеспечивает лучшую освещенность в глубине помещения. Основы окон, т.е. коробки и переплеты, выполняются из современного металлопластикового профиля КВЕ, с двухкамерными стеклопакетами. В отличие от деревянных конструкций окон они не чувствительны к изменению влажности воздуха и не подвержены гниению, в связи с чем, их не надо периодически окрашивать, но для сохранения рабочих показателей необходимо раз в год менять уплотнители в местах примыкания стеклянного полотна к раме. В проекте используются оконные блоки и витражи следующих марок: ОРС 1800-1800; ОРС 1800-1500.

#### Спецификация на окна

Обозначение	количество	Площадь одного окна	Общая площадь

ОРС 18-15	111 шт	2,7	657
ОРС 18-18	91 шт	3,24	

### 1.3.8. Двери

В дипломной работе размеры дверей приняты как по ГОСТ 6629-88, так и индивидуального изготовления. Двери применены однопольные высотой 2,1м. Для обеспечения быстрой эвакуации все двери открываются наружу по направлению движения на улицу исходя из условий эвакуации людей из здания при чрезвычайной ситуации. Дверные коробки закреплены в проемах при помощи анкерных болтов. Дверные полотна навешивают на петлях, позволяющих снимать открытые настежь дверные полотна с петель - для ремонта или замены полотна двери. Во избежание нахождения двери в открытом состоянии или хлопанья устанавливают специальные пружинные устройства, которые держат дверь в закрытом состоянии и плавно возвращают дверь в закрытое состояние без удара. В проекте используются дверные блоки следующих марок: ДГ 21-9; ДУ 21-9; ДО 21-9; ДН 21-15.

#### Спецификация дверей

Раздел 1. Таблица 1.4

Обозначение	количество	Площадь одной двери	Общая площадь
ДО 21-15	42 шт	3,15	1470
ДО 21-9	42 шт	1,89	79,38
ДУ 21-9	42 шт	1,89	79,38
ДГ 21-9	77 шт	1,89	145,53

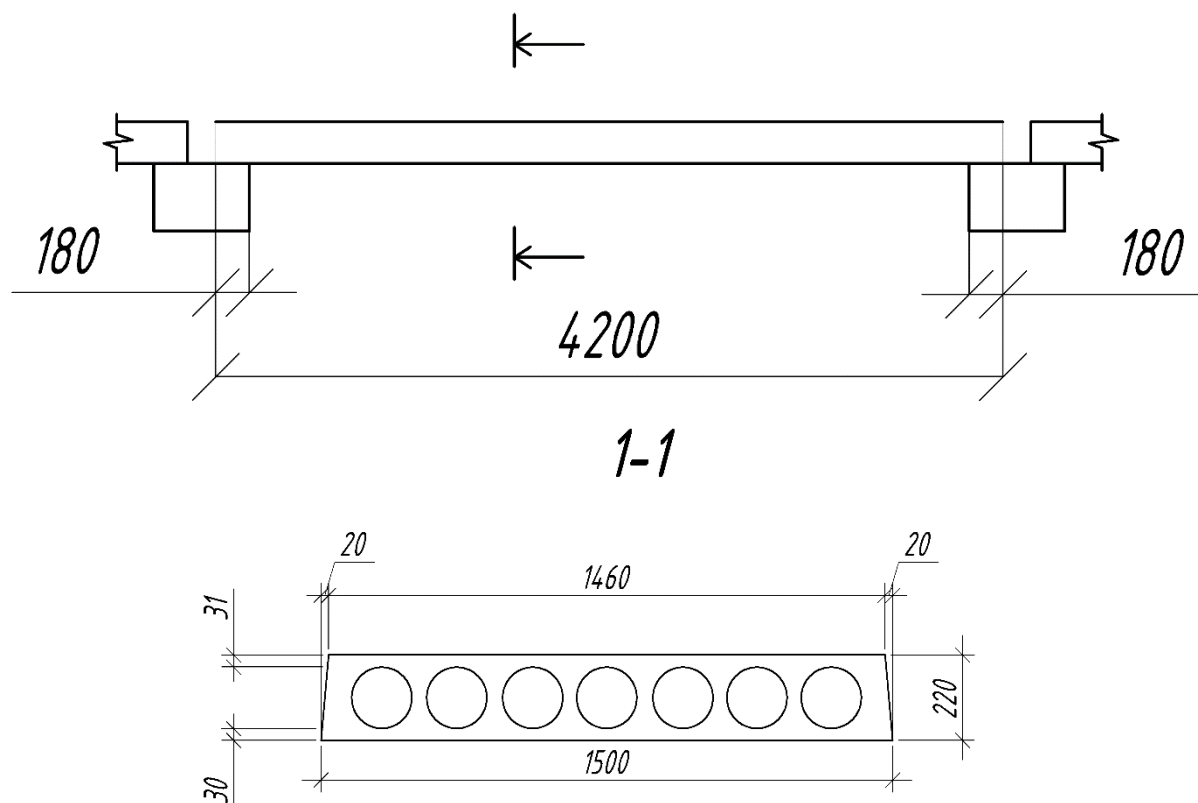
### **1.3.9. Полы**

Полы в жилых зданиях должны удовлетворять требованиям прочности, экологичности, бесшумности, удобства уборки. В конструкции пола рассмотрена как звукоизолирующая способность перекрытия плюс звукоизоляция конструкции пола. В технических помещениях, санузлах - керамическая плитка для полов размером 300х300 мм, 150х150 мм.

## 2. Расчетно-конструктивный раздел

### 2.1. Расчет плиты перекрытия с круглыми пустотами

Плита железобетонная междуэтажного перекрытия с номинальными размерами в плане 1,5\*4,2 м эксплуатируется при положительной температуре и влажности окружающей среды 40-65%. Временная нормативная нагрузка на перекрытие 1,5 кН/м<sup>2</sup> (150 кг/м<sup>2</sup>). Способ изготовления - заводской по агрегатно-поточной технологии с натяжением арматуры на упоры. Бетон тяжелый, класса В35 с объемным весом 25 кН/м<sup>3</sup>.



Расчетный пролет плиты при опирании на кирпичную кладку

$$l_0 = 4200 - 360 = 3840 \text{ мм} = 3,840 \text{ м.}$$

Подсчет нагрузок на 1 м<sup>2</sup> перекрытия приведен в таблице 1:

Таблица 1

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
--------------	---	------------------------	---------------------------------------



Постоянная:			
- от массы плиты	$0,12*25=3,0$	1,1	3,3
- от массы пола	0,8	1,2	0,96
Временные	1,5	1,2	1,8
В том числе:			
длительная	1	1,2	1,2
кратковременная	0,5	1,2	0,6
Всего	5,3		6,06
В том числе			
постоянная	4,8		

Определяем расчетную нагрузку на 1 м длины плиты при ширине 1,5 м с учетом коэффициента надежности по назначению здания ( $\gamma_n=0,95$ ).

Класс ответственности здания - II.

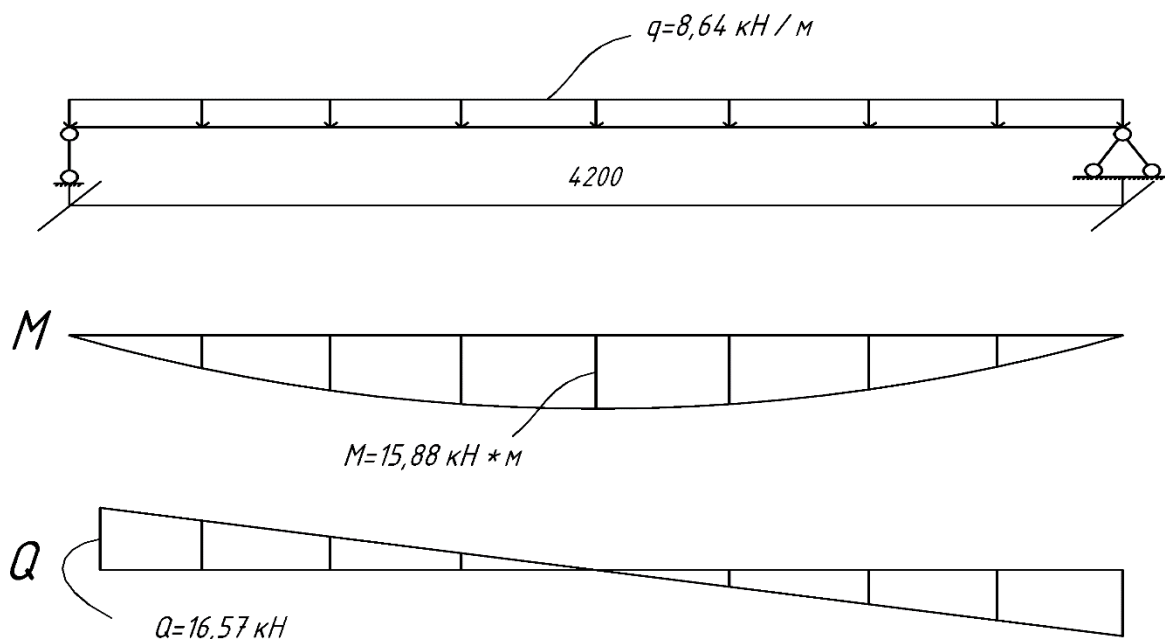
- Для расчета прочности по I-ой группе предельных состояний:

$$q = 6,06 * 1,5 * 0,95 = 8,64 \text{ кН/м.}$$

- Для расчета прочности по II-ой группе предельных состояний:

$$\text{полная } q_{\text{tot}} = 5,3 * 1,5 * 0,95 = 7,55 \text{ кН/м;}$$

$$\text{длительная } q_i = 4,8 * 1,5 * 0,95 = 6,84 \text{ кН/м.}$$



Расчетная схема плиты перекрытия

Расчетное усилие:

- Для расчета прочности по I-ой группе предельных состояний:

$$M = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{8,64 * 3,835^2}{8} = 15,88 \text{ кН*м};$$

$$Q = \frac{ql_0}{2} = \frac{8,64 * 3,835}{2} = 16,57 \text{ кН}.$$

- Для расчета прочности по II-ой группе предельных состояний:

$$\text{полная нагрузка: } M_{\text{tot}} = \frac{q_{\text{tot}} * l_0^2}{8} = \frac{7,55 * 3,835^2}{8} = 13,88 \text{ кН*м};$$

$$\text{длительная нагрузка: } M_i = \frac{q_i * l_0^2}{8} = \frac{6,84 * 3,835^2}{8} = 12,57 \text{ кН*м}.$$

Назначаем геометрические размеры в поперечном сечении плиты.

Расчетные характеристики материалов:

Бетон тяжелый класса В35, твердеющий в условиях тепловой обработки при атмосферном давлении.

-  $\gamma_{b2} = 0,9$  - коэффициент условия работы, учитывающий характер разрушения (при влажности до 75%) [4];

-  $R_b$  - расчетное сопротивление бетона по I-ому предельному состоянию:

$$R_b = R_{bn} * \gamma_{b2} = 19,5 * 0,9 = 17,65 \text{ МПа, где } R_{bn} = 19,5 \text{ из [4], стр.4, табл.5.2,}$$

$$\gamma_{b2} = 0,9 \text{ из [4], стр.4, п.5.1.10;}$$

-  $R_{bt}$  - расчетное сопротивление бетона растяжению по I-ому предельному состоянию:

$$R_{bt} = R_{btn} * \gamma_{b2} = 1,3 * 0,9 = 1,17 \text{ МПа, где } R_{btn} \text{ из [4], стр.4, табл.5.2;}$$

-  $E_b$  - модуль упругости бетона:

$$E_b = 31000 \text{ МПа из [2], стр.21, табл.18;}$$

-  $R_{b \text{ ser}}$  - расчетное сопротивление бетона по II-ому предельному состоянию:

$R_{b\ ser} = 25,5$  МПа из [4], стр.4, табл.5.1;

-  $R_{bt\ ser}$  - расчетное сопротивление бетона растяжению по II-ому предельному состоянию:

$R_{bt\ ser} = 1,95$  МПа из [4], стр.4, табл.5.1.

Арматура напрягаемая класса В<sub>p</sub>-II диаметром 8 мм.

-  $R_s$  - расчетное сопротивление арматуры по I-ому предельному состоянию:

$R_s = 850$  МПа из [2], стр.25, табл.23\*;

-  $E_s$  - модуль упругости арматуры:

$E_s = 200000$  МПа из [2], стр.28, табл.29\*;

-  $R_{sn}$  - нормативное сопротивление арматуры по II-ому предельному состоянию:

$R_{sn} = R_{s\ ser} = 1020$  МПа из [2], стр.24, табл.20\*.

Назначаем величину предварительного напряжения арматуры  $\sigma_{sp} = 900$  МПа.

$p = 0,05 * \sigma_{sp} = 45$  МПа (для механического способа натяжения проволочной арматуры).

Из

$$\sigma_{sp} + p = 900 + 45 = 945 \text{ МПа} < R_{s\ ser} = 1020 \text{ МПа}$$

и

$$\sigma_{sp} - p = 900 - 45 = 855 \text{ МПа} > 0,3 * R_{s\ ser} = 306 \text{ МПа}$$

следует, что условие выполняется.

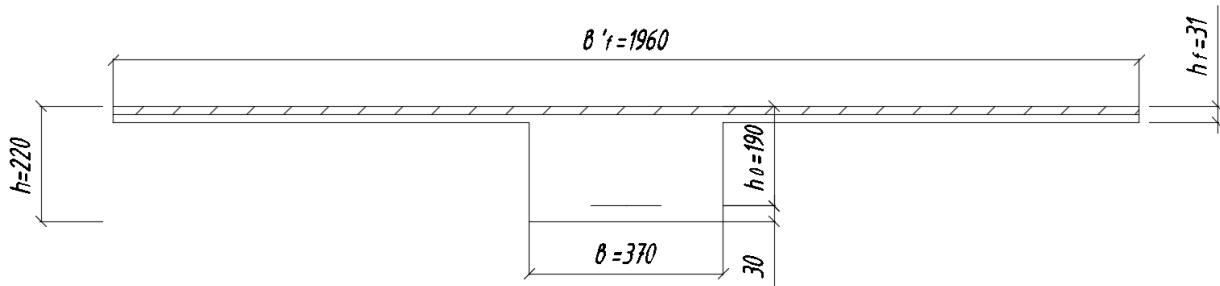
Предварительное напряжение с учетом точности натяжения арматуры будет равно:

$$\sigma_{sp} (1 - \Delta\gamma_{sp}) = 900 * (1 - 0,1), \text{ где } \Delta\gamma_{sp} = 0,1 ([1], \text{ стр.102}).$$

### 2.1.1. Расчет плиты по I-ой группе предельных состояний

Выполним расчет прочности плиты по сечению нормальному продольной оси.

# 2-2



Сечение тавровое с полкой в сжатой зоне

При  $\frac{h'f}{h} = \frac{31}{220} = 0,14 > 0,1$  расчетная ширина полки принимается

$b'_f = 1960$  мм.

Рабочая высота сечения  $h_0 = h - a = 220 - 30 = 190$  мм

Проверяем положение нейтральной оси в сечении плиты

$R_b * b'_f * h'_f * (h_0 - 0,5 * h'_f) = 17,55 * 1960 * 31 * (190 - 0,5 * 31) = 186 \text{ кН*м} > 15,88 \text{ кН*м}$ ,  
т.е. граница сжатой зоны проходит в полке и расчет производится как для прямоугольного сечения, где  $b'_f = 1960$  мм.

Определяем значение коэффициента  $\alpha_m$ :

$$\alpha_m = \frac{M}{R_b * b * h_0^2} = \frac{15,88 * 10^6}{17,55 * 1960 * 190^2} = 0,013 \text{ ([1], стр.287).}$$

По  $\alpha_m$  находим коэффициенты  $\zeta = 0,9935$  и  $\xi$  по [1], стр.140, табл.31.

Вычисляем относительную граничную высоту сжатой зоны.

Находим характеристику сжатой зоны бетона:

$W = \alpha - 0,008 * R_b = 0,85 - 0,008 * 17,55 = 0,71$ , где  $\alpha = 0,85$  из [1], стр.117.

$$\text{Тогда } \zeta_R = \frac{W}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{SC,u}} * (1 - \frac{W}{1,1})} = \frac{0,71}{1 + \frac{683}{500} * (1 - \frac{0,71}{1,1})} = 0,478, \text{ где}$$

$\sigma_{SR}$  - напряжение в арматуре с условным пределом текучести ([1], стр.118).

$\sigma_{SR} = R_S + 400 - \sigma_{sp} = 850 + 400 - 567 = 683 \text{ МПа}$ , где  $\sigma_{sp} = 0,7 * 810 = 567 \text{ МПа}$

$\sigma_{SC,u}$  - предварительное напряжение в арматуре сжатой зоны при  $\gamma_{b2} < 1$ .

Т.к.  $\zeta = 0,013 < 0,5\zeta_R = 0,5*0,478 = 0,239$ , то требуемую площадь сечения растянутой напрягаемой арматуры принимаем с учетом коэффициента  $\gamma_{sb}$ , учитывающего сопротивление напрягаемой арматуры выше условного предела текучести равного 1,15 для арматуры класса В<sub>p</sub>-II ([1], стр.26, п.3.13, табл.24\*).

Определяем площадь сечения арматуры:

$$A_{sp} = \frac{M}{\gamma_{sp} * R_s * \xi * h_0} = \frac{15,88 * 10^6}{1,15 * 850 * 0,9935 * 190} = 86 \text{ мм}^2$$

Принимаем арматуру в количестве 8 штук диаметром 8 мм В<sub>p</sub>-II ( $A_{sp} = 503 \text{ мм}^2$ ) ([1], стр.741, прил.6).

Проверяем прочность плиты по сечениям продольной оси.

Для расчета выбираем  $Q = 16,57 \text{ кН}$ ,  $q = 8,64 \text{ кН/м}$ .

Выполним проверку прочности сечения плиты на действие поперечной силы при отсутствии поперечного армирования.

Предварительно проверим условия без усилий обжатия:

$Q_{bt} = 2,5 * h_0 * R_{bt} * b$  - поперечная сила в нормальном сечении на расстоянии  $2,5h_0$  от опоры.

$$Q_{bt} = 2,5 * 190 * 370 * 1,17 = 205,6 * 10^3 \text{ Н} = 205,6 \text{ кН} > 16,57 \text{ кН}, \text{ где}$$

$c = 2,5 * h_0 = 2,5 * 0,19 = 0,475 \text{ м}$  - длина проекции наиболее опасного наклонного сечения.

Находим усилия обжатия от растянутой продольной арматуры:

$$P = 0,7 * \sigma_{sp} * A_{sp} = 0,7 * 900 * 503 = 317 * 10^3 \text{ Н} = 317 \text{ кН} \text{ ([1], стр.102, табл.2.4).}$$

Вычисляем коэффициент  $\varphi_n$ :

$$\varphi_n = \frac{0,1 * P}{R_{bt} * b * h_0} = \frac{0,1 * 317 * 10^3}{1,17 * 370 * 190} = 0,385 < 0,5 \text{ - коэффициент,}$$

учитывающий действие продольной силы ([2], стр.39, п.3.31, форм.78).

Принимаем значение коэффициента  $\varphi_{b3} = 0,6$  (для тяжелых бетонов).

$Q_{b2}$  - поперечное усилие, воспринимаемое бетоном с усилиями обжатия ([2], стр.39).

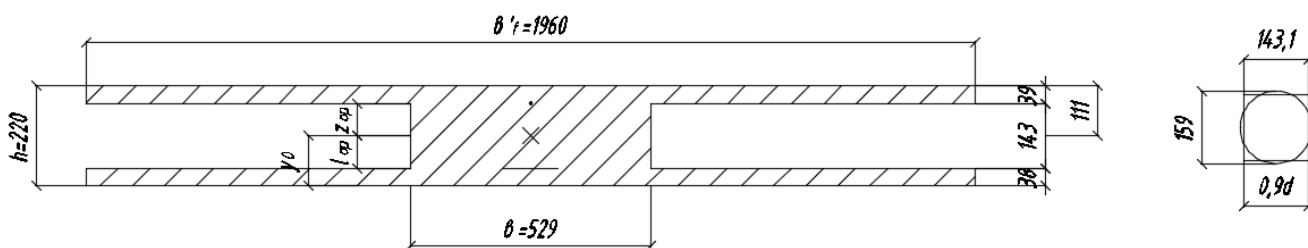
$$Q_{b2} = \varphi_{b3} * (1 + \varphi_n) * R_{bt} * b * h_0 = 0,6 * (1 + 0,385) * 1,17 * 370 * 190 = 68,35 \text{ кН} > Q = Q_{\max} - q * c = 16,57 - 8,64 * 0,475 = 12,46 \text{ кН}.$$

### 2.1.2. Расчет плиты по II-ой группе предельных состояний

Согласно [2], стр. 4, табл.2 плита, эксплуатируемая в закрытом помещении и армируемая напрягаемой арматурой класса В<sub>p</sub>-II диаметром 8 мм, должна удовлетворять 3-й категории требований по трещиностойкости, т.е. в ней допускается непродолжительное раскрытие трещин  $a_{\text{ctl}} = 0,3 \text{ мм}$ .

Прогиб плиты от действия постоянных и длительных нагрузок не должен превышать:

$$f = 4200/200 = 21 \text{ мм ([1], стр. 100, табл.2.3)}.$$



Расчетное поперечное сечение плиты при расчете по II-ой группе предельных состояний

Геометрические характеристики приведенного сечения:

Площадь приведенного сечения:

$$A_{\text{red}} = A + \alpha * A_{\text{sp}} = 1960 * (39 + 38) + 529 * 143,1 + 6,45 * 503 = 2299 * 10^2 \text{ мм}^2,$$

$$\text{где } \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{200000}{31000} = 6,45.$$

Статический момент сечения относительно нижней грани:

$$S_{\text{red}} = 1960 * 39 * (220 - 39/2) + 1960 * 38 * 38/2 + 529 * 143,1 * (38 + 143,1/2) + 6,45 * 503 * 38 = 2513,1 * 10^4 \text{ мм}^3.$$

$$y_0 = \frac{S_{\text{red}}}{A_{\text{red}}} = \frac{2513,1 * 10^4}{2299 * 10^2} = 109 \text{ мм};$$

$$h_0 - y_0 = 220 - 109 = 111 \text{ мм.}$$

Момент инерции приведенного сечения:

$$I_{red} = I + \alpha * A_{sp} * y^2 = 1960 * 39^3 / 12 + 1960 * 39 * (111 - 39/2)^2 + 1960 * 38^3 / 12 + 1960 * 38 * (109 - 38/2)^2 + 529 * 143,1^3 / 12 + 143,1 * 529 * (109 - 38 - 143,1/2)^2 + 6,45 * 503 * (109 - 30) = 1391,4 * 10^6 \text{ мм}^4.$$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно грани растянутой зоны от нижней нагрузки:

$$W_{red}^{int} = \frac{I_{red}}{y_0} = \frac{1391,4 * 10^6}{109} = 12765 * 10^3 \text{ мм}^3.$$

Момент сопротивления приведенного сечения относительно грани сжатой зоны от верхней нагрузки:

$$W_{red}^{sup} = \frac{I_{red}}{h_0 - y_0} = \frac{1391,4 * 10^6}{220 - 109} = 12535 * 10^3 \text{ мм}^3.$$

Упруго-пластический момент сопротивления по растянутой зоне:

$$W_{pl}^{int} = \gamma * W_{red}^{int} = 1,5 * 12765 * 10^3 = 19148 * 10^3 \text{ мм}^3.$$

Упруго-пластический момент сопротивления по сжатой зоне:

$$W_{pl}^{sup} = \gamma * W_{red}^{sup} = 1,5 * 12535 = 18803 * 10^3 \text{ мм}^3.$$

Определяем первые потери предварительного напряжения арматуры по [2], стр. 6-8, табл.5.

- Потери от релаксации напряжения в арматуре:

$$\sigma_1 = (0,22 * \frac{\sigma_{sp}}{R_{s\ ser}} - 0,1) * \sigma_{sp} = (0,22 * 900 / 1020 - 0,1) * 900 = 84,7 \text{ МПа.}$$

- Потери от температурного перепада:

$$\sigma_2 = 1,25 * \Delta t = 1,25 * 65 = 81,25 \text{ МПа.}$$

- Потери от деформаций анкеров в виде инвентарных зажимов:

$$\sigma_3 = \frac{\Delta l}{l} * E_s = 2,45 / 7000 * 200000 = 70 \text{ МПа, где}$$

$$l = 6000 + 1000 = 7000 \text{ мм,}$$

$$\Delta l = 1,25 + 0,15 * d = 1,25 + 0,15 * 8 = 2,45 \text{ мм.}$$

- Потери от трения арматуры:  $\sigma_4 = 0$ .
- Деформации стальной формы:  $\sigma_5 = 0$ .

Таким образом усилие  $P_1$  с учетом потерь ([2], стр. 6-8, табл.5, позиция 1-5) равно:

$$P_1 = (\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3) * A_{sp} = (900 - 84,7 - 81,25 - 70) * 503 = 334 \text{ кН.}$$

Точка приложения усилия  $P_1$  совпадает с центром тяжести сечения напрягаемой арматуры, поэтому

$$e_{op} = y_0 - a = 109 - 30 = 79 \text{ мм.}$$

Определяем потери от быстронатекающей ползучести бетона. Для этого вычисляем напряжения бетона в середине пролета от силы  $P_1$  и изгибающего момента  $M_w$  от собственной массы плиты.

Нормативная нагрузка от собственной массы плиты:

$$q_w = 3,0 * 1,5 = 4,5 \text{ кН/м, где } 1,5 \text{ - ширина плиты.}$$

$$\text{Тогда } M_w = \frac{q_w * l_0^2}{8} = \frac{4,5 * 3,835^2}{8} = 8,3 \text{ кН*м.}$$

Напряжения  $\sigma_{вр}$  бетона на уровне растянутой зоны, т.е. при  $y_0 = e_{op} = 79$  мм составит:

$$\sigma_{вр1} = \frac{P_1}{A_{red}} + (P_1 * e_{op} - M_w) * \frac{y_0}{I_{red}} = 334 * 10^3 / 2299 * 10^2 + (334 * 10^3 * 79 - 8,3 * 10^6) * 79 / 1391,4 * 10^6 = 1,48 \text{ МПа.}$$

Напряжения  $\sigma'_{вр}$  на уровне крайнего сжатого волокна бетона, т.е. при  $y = h - y_0 = 220 - 109 = 111$  мм, равно:

$$\sigma'_{вр1} = 334 * 10^3 / 2299 * 10^2 + (334 * 10^3 * 79 - 8,3 * 10^6) * 111 / 1391,4 * 10^6 = 1,49 \text{ МПа.}$$

Назначаем передаточную прочность бетона:

$$R_{вр} = 20 \text{ МПа;}$$

$$R_{b \text{ ser}}^{(p)} = 15 \text{ МПа ([4], стр. 4, табл.5.1);}$$

$$R_{bt \text{ ser}}^{(p)} = 1,4 \text{ МПа ([2], стр. 13, табл.8).}$$

- Потери быстронатекающей ползучести бетона на уровне растянутой арматуры:



$$\alpha = 0,25 + 0,025 * R_{вр} = 0,25 + 0,025 * 20 = 0,75 < 0,8 \text{ ([2], стр. 8, табл.5),}$$

$$\text{Т.к. } \frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = \frac{1,48}{20} = 0,074 < 0,75, \text{ то } \sigma_6 = 40 * \alpha' * \frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = 40 * 0,85 * 0,074 = 2,52 \text{ МПа.}$$

- Потери быстронатекающей ползучести бетона на уровне крайнего сжатого волокна арматуры:

$$\sigma'_6 = 40 * 0,85 * 0,074 = 2,53 \text{ МПа.}$$

$$\text{Поэтому } \sigma_{\text{los } 1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_{6\text{max}} = 84,7 + 81,25 + 70 + 2,53 = 238,47 \text{ МПа.}$$

Тогда усилие обжатий с учетом первых потерь будет равно:

$$P_1 = (\sigma_{сп} - \sigma_{\text{los } 1}) * A_{сп} = (900 - 238,47) * 503 = 333 \text{ кН.}$$

Определяем вторые потери ([2], стр. 89, табл.5).

- Потери от релаксации:

$$\sigma_7 = 0.$$

- Потери от усадки тяжелого бетона:

$$\sigma_8 = \sigma'_8 = 35 \text{ МПа ([2], для бетона, подвергнутого тепловой обработке).}$$

Напряжения в бетоне от действия силы  $P_1$  и изгибающего момента  $M_w$  будут равны:

$$\sigma_{вр2} = 333 * 10^3 / 2299 * 10^2 + (333 * 10^3 * 79 - 8,3 * 10^6) * 79 / 1391 * 10^6 = 1,47 \text{ МПа;}$$

$$\sigma'_{вр2} = 333 * 10^3 / 2299 * 10^2 + (333 * 10^3 * 79 - 8,3 * 10^6) * 111 / 1391 * 10^6 = 1,48 \text{ МПа.}$$

- Потери от ползучести:

$$\sigma_9 = 150 * \alpha' * \frac{\sigma_{вр}}{R_{вр}} = 150 * 0,85 * 0,073 = 9,31 \text{ МПа ([2], стр. 8, табл.5);}$$

$$\sigma'_9 = 150 * 0,85 * 0,074 = 9,43 \text{ МПа.}$$

При этом вторые потери будут равны:

$$\sigma_{\text{los } 2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 35 + 9,43 = 44,4 \text{ МПа.}$$

Суммарные потери составят:

$$\sigma_{\text{los}} = \sigma_{\text{los } 1} + \sigma_{\text{los } 2} = 238,47 + 44,4 = 282,9 \text{ МПа} > 100 \text{ МПа ([2], стр. 6, п.1.25),}$$

поэтому потери не увеличиваем.

Усилие обжатия с учетом суммарных потерь будет равно:

$$P_2 = (\sigma_{sp} - \sigma_{los}) * A_{sp} = (900 - 282,9) * 503 = 310,4 \text{ кН.}$$

### 2.1.3. Проверка образования расчетных поперечных трещин

Выполняется по формулам [2], стр. 130, п.4.5 для выяснения необходимого расчета по ширине раскрытия поперечных трещин и выявления случая расчета по деформациям.

$$\sigma_b = \frac{P_2}{A_{red}} + \frac{M_{tot} - P_2 * e_{op}}{W_{red}^{sup}} = 310,4 * 10^3 / 2299 * 10^2 + (13,88 * 10^6 - 310,4 * 10^3 * 79) /$$

$$12535 * 10^3 = 3,15 \text{ МПа.}$$

Определяем выражение:

$$\phi = 1,6 - \frac{\sigma_b}{R_{b,ser}} = 1,6 - \frac{3,15}{25,5} = 1,4 > 1 \text{ ([2], стр. 48).}$$

Принимаем  $\phi = 1$ .

$$r_{sup} = \phi * \frac{W_{red}^{sup}}{A_{red}} = 1 * 12765 * 10^3 / 2299 * 10^2 = 55,5 \text{ мм - расстояние от центра тяжести}$$

приведенного сечения до ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны, трещинообразование в которой проверяется ([2], стр. 48).

Т.к. при действии усилия обжатия  $P_1$  минимальные напряжения в бетоне в верхней зоне

$$\frac{P_1}{A_{red}} - \frac{P_1 * e_{op} - M_w}{W_{red}^{sup}} = 333 * 10^3 / 2299 * 10^2 - (333 * 10^3 * 79 - 25,89 * 10^6) / 12535 * 10^3 =$$

1,42 МПа > 0 будут сжимающими, то верхние трещины не образуются.

Согласно [2], стр. 47, п.4.5 принимаем  $M_r = M_{tot} = 72,14 \text{ кН*м}$  - момент внешних сил, расположенных по одну сторону от рассматриваемого сечения относительно оси, параллельной нулевой линии и проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от растянутой зоны, трещинообразование которой проверяется.

Определяем момент усилия:

$$M_{rp} = P_2 * (e_{op} + r_{sup}) = 310,4 * 10^3 * (79 + 55,5) = 41,7 \text{ кН*м.}$$

Усилие  $P_2$  рассматривается для предварительного напряжения элементов как внешняя сжимающая сила ([2], стр. 47, п.4.5).

Определяем момент при образовании трещин:

$$M_{\text{crc}} = R_{\text{bt,ser}} * W_{\text{pl}}^{\text{int}} + M_{\text{гр}} = 1,95 * 19148 * 10^3 + 41,7 * 10^6 = 79,0 \text{ кН*м.}$$

Т.к.  $M_{\text{crc}} = 79,0 \text{ кН*м} > M_{\text{гр}} = 41,7 \text{ кН*м}$ , то трещины в нижней зоне не образуются, т.е. расчет ширины раскрытия трещин не требуется.

Расчет прогиба плиты выполняем при условии отсутствия трещин в растянутой зоне бетона.

Находим кривизну от действия постоянных и временных нагрузок:

$M = M_1 = 63,94 \text{ кН*м}$  - момент от соответствующей внешней нагрузки относительно оси нормальной плоскости, действующей и проходящей через тяжести приведенного сечения;

$\varphi_{b1} = 0,85$ ,  $\varphi_{b2} = 2$  - коэффициенты, учитывающие ползучесть бетона от кратковременного и продолжительного действия нагрузок при относительной влажности 45-75% ([2], стр. 53, табл.34).

$$\frac{1}{r} = \frac{M * \varphi_{b2}}{\varphi_{b1} * E_b * I_{\text{red}}} = \frac{13,88 * 10^6 * 2}{0,85 * 31 * 10^3 * 2563 * 10^6} = 1,8 * 10^{-6} \text{ мм}^{-1} \text{ ([2], стр. 52,$$

п.4.24, форм.156).

Прогиб плиты без учета выгиба от усадки и ползучести бетона при предварительном обжатии равен:

$$f = \frac{1}{r} * \frac{5}{48} * l_0^2 = 1,8 * 10^{-6} * 5/48 * 5875^2 = 6,79 \text{ мм} = 0,69 \text{ см} < f_u = 3,0 \text{ см} \text{ ([4], стр. 41,$$

п.7.3.6, форм.72).

## 2.2. Расчет лестничного марша

Лестница из сборных ж/б элементов, как правило, устраивают 2-х маршевые. Сборные марши изготавливаются с полнотелыми ж/б ступенями, а так же с тонкостенными складчатыми ступенями.

Укрупненные марши представляют собой ж/б ребристые плиты, работающие на изгиб, как элементы таврового сечения с полкой в сжатой зоне.

Нормативная временная нагрузка для расчета сборных ж/б элементов принимается в зависимости от назначения здания в пределах  $3 \div 5$  кН/м<sup>2</sup>.

Железобетонный марш шириной 1,35 м для лестниц жилого дома.

Высота этажа - 3,3 м.

Угол наклонного марша -  $\alpha = 30^\circ$ .

Нормативная временная нагрузка - 3,7 кН/м<sup>2</sup>.

Бетон класса В25; арматура каркасов класса А-П, сеток - В<sub>р</sub>-I.

Расчетные данные бетона и арматуры:

Бетон класса В25.

-  $\gamma_{b2} = 0,9$  - коэффициент условия работы, учитывающий длительность действия нагрузки [4];

-  $R_b = 14,5$  МПа - расчетное сопротивление бетона по I-ому предельному состоянию;

-  $R_{bt} = 1,05$  МПа - расчетное сопротивление бетона растяжению по I-ому предельному состоянию;

-  $R_{b \text{ ser}} = 18,5$  МПа - расчетное сопротивление бетона по II-ому предельному состоянию ([4], стр.4, табл.5.1);

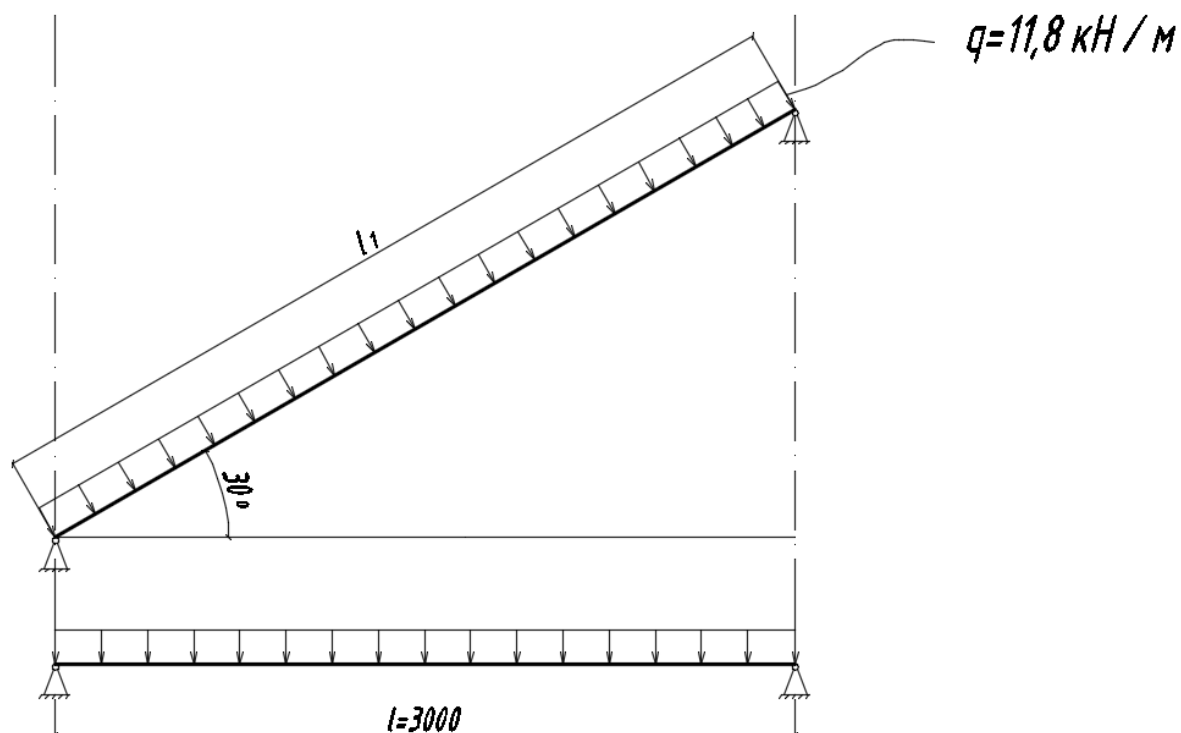
-  $R_{bt \text{ ser}} 1,6$  МПа - расчетное сопротивление бетона растяжению по II-ому предельному состоянию ([4], стр.4, табл.5.1);

-  $E_b 27000$  МПа - модуль упругости бетона ([2], стр.21, табл.18).

Арматура проволочная класса В<sub>р</sub>-I диаметром 4 мм.

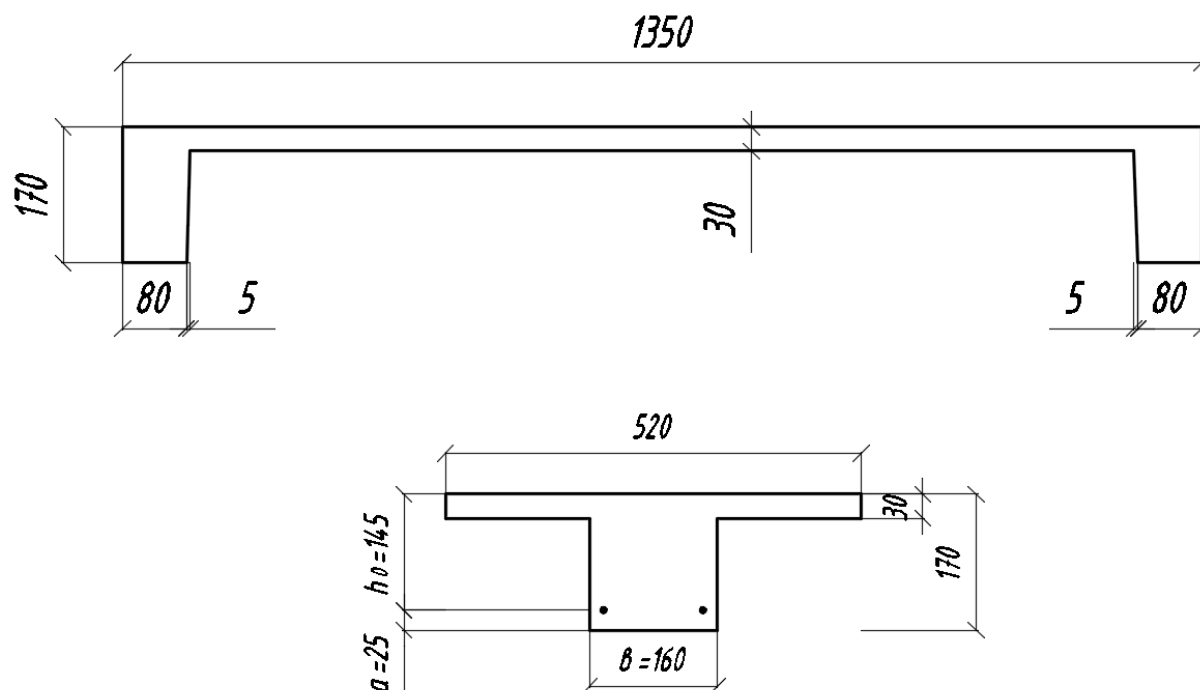
-  $R_s$  365 МПа - расчетное сопротивление арматуры по I-ому предельному состоянию;

-  $R_{sw} = 265$  МПа.



Определение нагрузок и усилий

Собственный вес типовых маршей по каталогу "индустриальных изделий" для жилищного гражданского строительства составляет:  $g^n = 3,6$  кН/м<sup>2</sup>.



Расчетная нагрузка на 1 м<sup>2</sup> длины марша равна:

$$q = (g^n * \gamma_f + p^n * \gamma_f) * a = (3,6 * 1,2 + 3,7 * 1,2) * 1,35 = 11,8 \text{ кН/м, где}$$

$\gamma_f = 1,2$  - коэффициент надежности по нагрузке.

- Расчетный изгибающий момент в середине пролета марша:

$$M = \frac{q * l^2}{8 * \cos \alpha} = 11,8 * 3^2 / (8 * 0,867) = 15,3 \text{ кН*м.}$$

- Поперечная сила на опоре:

$$Q = \frac{q * l}{2 * \cos \alpha} = 11,8 * 3 / (2 * 0,867) = 20,4 \text{ кН.}$$

Предварительно назначаем размеры сечения марша.

Применительно к заводским типовым формам назначаем толщину плиты (по сечению между ступенями)  $h'_f = 30$  мм, высоту ребер (косоуров)  $h = 170$  мм, толщину ребер  $b_r = 80$  мм.

Действительное сечение марша заменяем на расчетное тавровое с полкой в сжатой зоне:

$$b = 2 * b_r = 2 * 80 = 160 \text{ мм.}$$

Ширину полки:

$$b'_f = 2 * l/6 + b = 2 * 300/6 + 16 = 116 \text{ см}$$

или

$$b'_f = 12 * h'_f + b = 12 * 3 + 16 = 52 \text{ см.}$$

За расчетную величину принимаем наименьшее значение. Подбор площади сечения продольной арматуры

При  $M \leq R_b * \gamma_{b2} * b'_f * h * (h_0 - 0,5 * h'_f)$  нейтральная ось проходит в полке.

Из  $1530000 < 14,5 * 0,9 * 52 * 3 * (14,5 - 0,5 * 3) * 100 = 2646540 \text{ Н*см}$  следует, что условие выполняется, нейтральная ось проходит в полке.

Расчет арматуры выполняют по формулам для прямоугольного сечения шириной  $b'_f = 52$  см.

$$A_0 = \frac{M * \gamma_n}{R_b * \gamma_{b2} * b'_f * h_0^3} = \frac{1530000 * 0,95}{14,5 * 0,9 * 52 * 14,5^2 * 100} = 0,102.$$

По [1], стр.140, табл.3.1 находим значения пары сил:  $\eta = 0,953$ ;  $\xi = 0,095$ .

Находим площадь растянутой арматуры:

$$A_s = \frac{M \cdot \gamma_n}{\eta \cdot h_0 \cdot R_s} = \frac{1530000 \cdot 0,95}{0,953 \cdot 14,5 \cdot 280 \cdot 100} = 3,76 \text{ см}^2.$$

Принимаем 2 арматуры диаметром 14 мм класса А-II ( $A_s = 3,08 \text{ см}^2$ ).

Расчет наклонного сечения на поперечную силу

- Поперечная сила на опоре:  $Q_{\max} = 20,4 \cdot 0,95 = 19,38 \text{ кН}$ .

Вычислим проекцию расчетного наклонного сечения на продольную ось:

$$V_b = \gamma_{b2} \cdot (1 + \gamma_f + \gamma_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2.$$

$$\gamma_f = 2 \cdot \frac{0375 \cdot 3 \cdot h'_f \cdot h'_f}{b \cdot h_0} = 2 \cdot 0,75 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 / (16 \cdot 14,5) = 0,175 < 0,5 \text{ ([2], стр.39);}$$

$$V_b = 2 \cdot 1,175 \cdot 1,05 \cdot 0,9 \cdot 100 \cdot 16 \cdot 14,5^2 = 7,5 \cdot 10^5 \text{ Н/см.}$$

В расчетном наклонном сечении:  $Q_b = Q_{sw} = Q/2$ , где  $Q_b = V_b/2$ , поэтому  $c = V_b/0,5Q = 7,5 \cdot 10^5 / (0,5 \cdot 19,38 \cdot 10^3) = 77,4 \text{ см} > 2h_0 = 29 \text{ см}$ .

Тогда  $Q_b = V_b/c = 7,5 \cdot 10^5 / 29 = 25,9 \text{ кН} > Q_{\max} = 19,38 \text{ кН}$ . Следовательно, поперечная арматура не требуется.

В 1/4 пролета из конструктивных соображений назначаем поперечные стержни диаметром 6 мм из стали класса А-I шагом  $S = 80 \text{ мм}$ .

$$A_{sw} = 0,283 \text{ см}^2 \text{ ([1], стр.741, прил.6); } R_{sw} = 175 \text{ МПа ([2], стр.25).}$$

Для двух каркасов:  $A_{sw} = 0,566 \text{ см}^2$ ;

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b \cdot S_1} = 0,566 / (16 \cdot 8) = 0,0044;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = 210000 / 27000 = 7,75.$$

В средней части ребер поперечную арматуру располагаем конструктивно с шагом  $S = 200 \text{ мм}$ .

Проверяем прочность элемента по наклонной полосе между наклонными трещинами:

$$Q \leq 0,3 \cdot \varphi_{w1} \cdot \varphi_{b1} \cdot \varphi_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0, \text{ где } \varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 14,5 \cdot 0,9 = 0,87;$$

$Q = 20400 \text{ Н} < 0,3 \cdot 1,17 \cdot 0,87 \cdot 0,9 \cdot 14,5 \cdot 16 \cdot 14,5 \cdot 100 = 93000 \text{ Н}$ , т.е. условие выполняется.

Плиту марша армируют сеткой из стержней диаметром 4÷6 мм, расположенных с шагом 100÷300 мм.

Плита монолитно связана со ступенями, которые армируют по конструктивным соображениям и ее несущая способность с учетом работы ступеней вполне обеспечивается.

Ступени укладывают на косауры. Диаметр рабочей арматуры ступеней с учетом транспортируемых и монтажных воздействий назначают в зависимости от длины ступеней при длине 1÷1,4 м.

Хомуты выполняют из арматуры, диаметром до 6 мм с шагом 200 мм.



### **3. Технология и организация строительства**

#### **3.1. Стройгенплан на возведение надземной части здания**

##### **3.1.1. Проектирование внутриплощадочных дорог**

При разработке строительного генерального плана следует продумать возможность использования существующих постоянных дорог на весь период возведения объекта.

При отсутствии постоянных дорог необходимо разработать временные дороги, которые должны быть ( по возможности) кольцевыми.

При трассировке дорог удерживаются такие расстояния:

- между дорогой и площадкой склада - 1м;
- между дорогой и ограждением стройплощадки - не менее 1,5м.

Не допускается расположение временных дорог над подземными инженерными сетями.

Ширина временной дороги при движении автотранспорта в одном направлении должна быть равной - 3,5м, в двух направлениях- 6м, при использовании машин грузоподъёмностью 25-30т - до 8м. В зоне выгрузки и склада материалов конструкцию дороги в одну полосу следует увеличить до 6м, длина участка увеличения должна быть 12-18м.

Радиусы скругления дорог в плане следует принимать в зависимости от маневровых показателей автотранспорта в пределах от 12 до 30м. В случае макс. радиуса скругления дорог ширина проезжей части должна быть увеличена до 5м.

### 3.1.2. Выбор монтажного механизма

При выборе способа разработки земляных масс на основе комплексной механизации нужно руководствоваться: объемами земляных работ, текущим условиями, временем строительства, а также плотностью грунта.

Для земляных работ на стройплощадке выбран такой набор машин:

- экскаватор ЭО-651; ходовое устройство- пневмоколесный; максимальная глубина копания -5,6 м; максимальная высота выгрузки - 6,17 м.

- бульдозер ДЗ-42; базовая машина ДТ-75; мощность двигателя 60 кВт; объем грунта перемещаемого отвалом - 1,6 м<sup>3</sup>

-выбор башенного строительного крана.

При выборе строительных кранов нужно определиться с самым тяжелым элементом из монтируемых на здание, с самым высоким и самым максимально дальним элементом относительно расположения строительного крана. И на подбор крана повлияет, самый тяжелый из всех элементов при строительстве здания, которым является плита перекрытия, массой равной 2,9 т .

Высота подъема кранового крюка над уровнем стоянки башенного крана определяется по формуле:

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_э + h_c,$$

где  $h_0$ - расстояние от уровня стоянки крана до опоры сборного элемента на верхнем монтажном горизонте, м,

$h_3 = 1,5$  м – запас высоты;

$h_э = 1$  м – высота элемента;

$h_c = 1$  м – высота строповки.

$$H_{кр} = 30,4 + 1,5 + 1 + 1 = 33,9 \text{ м}$$

Вылет крюка:

$$L_c = K/2 + b + v,$$

где  $K = 8$  м – ширина подкранового пути крана;

$b = 6$  м – расстояние от оси подкранового пути до выступающей части возводимого здания;

$v = 30$  м – ширина здания в большей части.

$$L_c = 8/2 + 6 + 30 = 40 \text{ м}$$

Нужная грузоподъемность башенного крана  $m_k$  определяется из условия монтажа самого тяжелого элемента:

$$m_k = m_э + m_m,$$

где  $m_э$  – масса монтажного элемента,  $m_э = 2,9$  т;

$m_T$  – масса крюка,  $m_T = 0,05$  т;

$$m_k = 2,9 + 0,05 = 2,95 \text{ т.}$$

Таким образом, башенный кран обладать следующими параметрами:

- наибольший вылет стрелы  $L \geq 40$  м;
- грузоподъемность крана на вылете  $40, \text{ м} > 2,9$  т;

Таким показателям удовлетворяет башенный кран КБ-504.2.

#### Технические характеристики крана КБ-504.1.

№ п/п	Характеристики крана	КБ-504.2
1	База крана	8 м
2	Максимальный рабочий вылет стрелы	45 м
3	Ширина колеи	8 м
4	Грузоподъемность при максимальном вылете	4,5 т
5	Грузоподъемность при минимальном вылете	10 т
6	Высота подъема крюка при горизонтальной стреле	60 м

### 3.1.3. Строительный генеральный план

Стройгенпланом называется генеральный план площадки, на котором показано расположение основных монтажных, грузоподъемных механизмов, временных сооружений, установок, возводимых, используемых в период строительства.

Стройгенплан является частью комплексной документации на строительство и его решения должны быть улажены с другими частями проекта,

в том числе с принимаемой технологией работ и временем строительства, установленными графиками. Решения строительного генерального плана должны обеспечивать уместное прохождение грузов по площадке путем сокращения числа перегрузок и уменьшения длины перевозок. Такие положения относятся к максимально тяжелым грузам. Правильное размещение инженерных механизмов, складских помещений - основное решение этой задачи. Стройгенплан должен обеспечивать самое полное удовлетворение бытнужд работников строительства, принятые решения должны отвечать требованиям ТБ, пожарной безопасности и условиям охраны окружающей среды на данном строительном участке.

Затраты на временные сооружения должны быть минимальными. Их сокращение постигается использованием постоянных объектов. Объектный строительный генплан проектируют отдельно на многие виды возводимых зданий и сооружений, входящих в состав общестроительного стройгенплана. Для сложных объектов стройгенплан может составляться на различные этапы и виды работ.

При проектировании объектного стройгенплана мало определить габариты складских помещений в зоне действия башенного крана, нужно выполнить раскладку и сборку конструкций по типам и маркам, точно показать место под различные материалы, инвентарь. После размещения складов приступают к привязке временных строений. Следующим этапом проектирования является привязка временных коммуникаций, включая место подключения к постоянным коммуникациям.

#### **3.1.4. Расчет и проектирование временных инвентарных зданий**

Общая численность работников на площадке:

$$R_{\text{раб}} = R_{\text{max}} / 0,85 = 101 / 0,85 = 119 \text{ чел.}$$

В том числе:

- инженерно-технические работники (ИТР):

$$R_{ИТР}=0,12 \cdot R_{раб}=0,12 \cdot 119=15 \text{ чел.}$$

- младший обслуживающий персонал (МОП):

$$R_{МОП}=0,03 \cdot R_{раб}=0,03 \cdot 119= 4 \text{ чел.}$$

Определение максимальной численности смены:

$$R_{см}=0,7 \cdot R_{max}+0,8 \cdot ( R_{ИТР} +R_{МОП} )= 0,7 \cdot 101+0,8 \cdot (15+4)=86 \text{ чел.}$$

0,7 – процентное отношение людей работающих в 1 смену (70%).

Определение мужского и женского состава строителей, занятых на строительном участке:

для рабочих:

$$\text{мужчин } R_{муж}=0,6 \cdot R_{max}=0,6 \cdot 101=62 \text{ чел,}$$

$$\text{женщин } R_{жен}=0,4 \cdot R_{max}=0,4 \cdot 101=41 \text{ чел.}$$

Определение мужского и женского состава людей для максимальной численности смены:

$$R'_{муж}=0,6 \cdot R_{см}=0,6 \cdot 86= 52 \text{ чел,}$$

$$R'_{жен}=0,4 \cdot R_{см}=0,4 \cdot 86= 34 \text{ чел.}$$

Строительные площадки обеспечиваются бытовыми, административными и складскими сооружениями. Полученные выше данные о численности работников позволяют провести расчет временных сооружений.

#### Расчет временных сооружений

Наименование сооружения	Кол-во, чел.	Норма тив, м <sup>2</sup> /чел	Площадь сооружения, м <sup>2</sup>		Тип сооружения и количество	
			треб.	факт.		
1. Бытовые					Бытовой блок размер 7х15 м – 2 шт.	
Гардеробные:	муж.	53	0,90	45,8		210,0
	жен.	33	0,90	29,6		
2. Умывальник:	муж.	53	0,05	3,6		
	жен.	33	0,05	2,5		
3. Душевая:	муж.	53	0,43	22,66		
	жен.	33	0,43	14,72		

4. Помещение личной гигиены женщин	33	0,18	6,22		
5. Сушильная	86	0,20	18,2		
6. Туалет:					
муж.	53	0,07	3,54		
жен.	33	0,07	2,38		
ИТОГО:			153,76		
8. Столовая	86	0,60	52,6	36	Контейнер 6х3 - 2 шт
9. Медпункт	20м <sup>2</sup> на 300чел		20,00	18,0	Контейнер 6х3 - 1 шт
Административные					
10. Прорабская.	15	4,00	60,0	144	Административный блок 12х12
11. Диспетчерская	2	7,00	14,00		
12. Кабинет охраны труда и ТБ.		20,00	20,00		
13. Комната проведения совещаний		36,00	36,00		
ИТОГО:			130		

### 3.1.5. Размещение временных зданий и сооружений

При размещении зданий и сооружений следует руководствоваться:

- бытовые сооружения располагают около входов на стройплощадку;
- размещение бытовых помещений исключает нарушение ТБ, не производится в опасной зоне крана;
- здания размещаются с соблюдением пожарных разрывов.

### 3.1.6. Расчет складских помещений и площадок

Площадь складов рассчитывается по кол-ву материалов:

$$Q_{\text{зан}} = \frac{Q_{\text{общ}}}{T} \cdot \alpha \cdot n \cdot k,$$

где  $Q_{\text{зан}}$  - запас материалов на складе;

$Q_{\text{общ}}$  - общее количество материалов;

$T$  - продолжительность расчетного периода выполнения работы, дн (из календарного плана);

$\alpha$  - коэффициент неравномерности поступления материалов на склады, принимаемый для автомобильного и ж/д транспорта 1,1;

$n$  - норма запасов материалов, дн;

Принимаются нормы запаса материалов:

- для местных - 2-5 дней;
- для привозных - 10-15 дней.

$k$  - коэффициент неравномерности потребления, принимаемый 1,3.

Полезная площадь склада  $F$  без проходов определяется по формуле:

$$F = \frac{Q_{\text{зан}}}{q},$$

где  $q$  - количество материалов, укладываемое на 1 м<sup>2</sup> площади склада

Общая расчетная площадь склада  $S$  определяется по формуле:

$$S = \frac{F}{\beta},$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий проходы

### 3.1.7. Расчет потребности строительства в воде

Сети временного водопровода нужны для удовлетворения производственных, хозяйственно-бытовых и противопожарных нужд в строительстве.

Проектировать водопровод на объекте строительства следует по кольцевой схеме, которая самая надежная. Проектирование состоит из этапов:

- расчет потребности в воде
- выбор источников водоснабжения
- размещение сети на площадке
- расчет диаметра трубы

Период максимального водопотребления определяется по календарному плану производства работ. Общий расход воды определяется по формуле

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

где  $Q_{\text{пр}}$  - расход воды на производственные нужды

$Q_{\text{хоз}}$  - расход воды на хозяйственно-бытовые нужды

$Q_{\text{пож}}$  - расход воды на противопожарные нужды

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = 1.2 \sum \frac{V_{\text{см}} q_{\text{ср}} k_1}{8 \cdot 3600},$$

где  $V_{\text{см}}$  - сменный объем работы в натуральном измерении

1.2 - коэффициент на неучтенные расходы

$q_{\text{ср}}$  - средний производственный расход воды в смену

$k_1$  - коэффициент неравномерности потребления воды в смену,  $k_1 = 1.6$

8 – количество часов в смену

Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды определяется по формуле:

$$Q_{\text{хоз}} = \left( \frac{N_{\text{max}}}{3600} \right) \left[ \frac{q_1 k_2}{8} + q_2 k_3 \right],$$

где  $N_{\text{max}}$  - наибольшее количество работающих в смену,  $N_{\text{max}} = 130$



$q_1$  - норма потребления воды на 1 чел. в смену,  $q_1 = 15 л$

$q_2$  - норма потребления воды на прием одного душа,  $q_2 = 30 л$

$k_3 = 0.4$

$k_2$  - коэффициент неравномерности потребления воды,  $k_2 = 1.25$

$$Q_{\text{общ}} = 86 / 3600 \cdot (15 \cdot 1.25 / 8 + 30 \cdot 0.4) = 0.35 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды принимают по трехчасовой продолжительности тушения одного пожара. Минимальный расход воды считают из расчета одновременного действия двух струй из пожарных гидрантов по 5л/с на каждую струю.

$$Q_{\text{пож}} = 10 л/с$$

Общий расход воды:

$$Q_{\text{итог}} = 0.42 + 0.35 + 0.1 = 0.78 \text{ л/с}$$

Площадь строительной площадки 7613 м<sup>2</sup>, расход воды принимаем 10л/с.

Диаметр труб временного водопровода определяем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{общ}} \cdot 1000}{\pi \cdot V}},$$

где  $V$  - скорость движения воды по трубам,  $V = 1.5 м/с$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10 \cdot 1000}{3.14 \cdot 1.5}} = 92 \text{ мм}$$

Диаметр трубы для временного водоснабжения из условий пожаротушения принимается не менее 100мм.

### 3.1.8. Освещение строительной площадки

На строительных площадках проектируется различное рабочее, аварийное и освещение для охраны строительной площадки.

Для питания электричеством осветительных сетей применяется кольцевая схема, для снабжения силовых механизмов – тупиковая.

Количество осветительных прожекторов определяется по формуле

$$n = \frac{pES}{P_n},$$

где  $p$  - удельная мощность

$E$  - освещенность

$S$  - площадь, подлежащая освещению

$P_n$  - мощность лампы прожектора

Охранное освещение

$$n = 0.25 \cdot 0.5 \cdot 7613 / 1000 = 1$$

Аварийное освещение

$$n = 0.25 \cdot 0.2 \cdot 7613 / 1000 = 1$$

Освещение для монтажа строительных конструкций

$$n = 0.25 \cdot 20 \cdot 7613 / 1000 = 38$$

Принимаем 40 прожекторов ПЗС-35.

### 3.1.9. Обеспечение строительства электроэнергией

Последовательность расчета:

- определяются потребители электроэнергии и их мощность;
- выбирается источник электроснабжения.

Расчет по нужной мощности электроприемников и коэффициентам спроса с дифференциацией по видам потребителей производим по формуле

$$P_p = a \cdot \left[ \sum \left( \frac{k_{1c} P_c}{\cos \varphi} \right) + \sum \left( \frac{k_{2c} P_T}{\cos \varphi} \right) + \sum k_{3c} P_{OB} + \sum P_{OH} \right],$$

где  $a$  - коэффициент, учитывающий потери в сети,  $a = 1.05$

$k_{1c}, k_{2c}, k_{3c}$  - коэффициенты спроса, зависящие от числа потребителей

$P_c$  - мощность силовых потребителей

$P_T$  - мощность для тех. нужд

$P_{OB}$  - мощность устройств внутреннего освещения

$P_{OH}$  - то же, наружного освещения

### Определение мощности электрооборудования

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Уд. мощн.	Коэф. спроса	Коэф. мощн.	Устан. мощн.
Силовая электроэнергия:						
Кран башенный КБ-504	шт	1	50	0,7	0,5	17,5
Сварочный трансформатор	шт	2	300	0,35	0,6	126
Итого						143,5
Внутреннее освещение:						
Адм. и быт. помещения	м <sup>2</sup>	312	0,015	0,8	1	3,74
Итого						3,74
Наружное освещение:						
Территория строительства	100 м <sup>2</sup>	76,13	0,015	1	1	1,14
Итого						1,14
Всего						148,38

Таким образом, принимается трансформаторная подстанция СКТП-180/10/6/0,4 мощностью 180кВт.

#### **3.1.10. Технико-экономические показатели стройгенплана**

1. Площадь застройки – 8654 м<sup>2</sup>;
2. Площадь возводимого здания – 1298 м<sup>2</sup>;
3. Площадь временных зданий и сооружений – 66 м<sup>2</sup>;
4. Площадь складов – 660 м<sup>2</sup>;
5. Протяженность временных дорог – 100 м;
6. Протяженность временных электросетей – 345 м.

## **3.2. Технологическая карта на монтаж плит перекрытия**

### **3.2.1. Организация и технология выполнения работ**

До начала установки плит перекрытия должны быть выполнены необходимые организационные действия согласно с СП 48.13330.201 «Организация строительства». Также должны быть исполнены такие работы: монтаж и закрепление по проекту всех строительных конструкции на этажах здания, которые расположены ниже расположения монтируемого перекрытия; должны быть доставлены на строительную площадку и подготовлены к работе различные механические инструменты, инвентарь и приспособления; строители и ИТР должны быть ознакомлены с технологией строительных работ и обучены безопасным методам труда.

Возведение надземной части строящегося здания, в том числе плит перекрытия, нужно выполнять строительными башенными кранами.

Расположение строительного крана и длина подкрановых путей от строящегося здания устанавливаются по привязке карты в зависимости от объемнопланировочного решения возводимого дома и марки башенного крана. Максимальное расстояние от оси движения крана до стены определяется его техническими возможностями, минимальное – по условиям безопасности работ согласно СП 70.13330.2012.

Перемещение плит перекрытия шириной до 3,2 м проводится в вертикальном или слегка наклонном (не более 12° к вертикали) положении. Плиты перекрытий шириной свыше 3,2 м перемещаются на специальном грузовом транспорте в наклонном положении.

При помещении плит перекрытия на грузовой транспорт между ними должны быть устанавливаются прокладки (брусочки из дерева), чтобы достичь возможности установки крановых крюков, которые необходимы при их разгрузке и монтаже в рабочее положение.

Плиты перекрытия доставляют на стройплощадку с комплектом металлических соединений и накладок, транспортирующиеся в закрытых

контейнерах. Раствор производят централизованно и помещают на объект с помощью транспортных средств: авторастворовозов, автосамосвалов или бетономешалок.

Хранение раствора на стройплощадке может производиться в контейнерах, в поворотных бадьях, в узлах и установках приема, перемешивания и выдачи различных смесей.

Установка плит перекрытия производится с автотранспортных средств. Монтаж плиты начинается от лестничной клетки. Строповка происходит за шесть крюков-захватов, устанавливаемых в технологических отверстиях.

С помощью универсального грузозахватного устройства с кантователем плита в воздухе приводится в горизонтальное положение и подается на место установки в проектное положение. Установку плит перекрытия осуществляют по захваткам .

Перед установкой опорную поверхность очищают от раствора, грязи, наледи, снега, а в жаркую погоду смачивают водой. Плиты перекрытий монтируют на растворную постель толщиной не более 20 мм, располагаемую по верху кирпичных несущих стен. Укладка плит перекрытия разрешается только после постоянного или временного закрепления конструкций, на которые происходит опирание. При этом же крепление должно обеспечивать восприятие монтажных нагрузок.

Положение в плане смонтированных плит перекрытий проверяют по разметке, определяющей их положение на опорах. Небольшие отклонения от плана устраняются, рихтуется плиту перекрытия монтажными ломami. Горизонтальность нивелируют, укладывая в двух перпендикулярных плоскостях строительный уровень.

При наличии нежелательного уклона плиту поднимают и укладывают заново, разместив заново растворную постель.

После финальной сверки плиты перекрытия соединяют между собой П-образными скобами, вставляемыми в анкерные петли, которые вмонтированы в плиты перекрытия в углах сверху, после чего плиты расстроповывают и потом

исполняют электродуговую сварку подъёмных петель с выпусками и закладными деталями околлежащих плит перекрытия.

Сварка металлических соединений в стыках плит перекрытий должна производиться согласно указаниям СП 70.13330.2011 «Несущие и ограждающие конструкции».

Закладные, также соединительные детали перед сваркой очищаются до чистого металла без грязи в обе стороны от кромок и разделки на 20 мм от ржавчины, жиров, краски, грязи, влаги.

Воду, снег и лед с закладных и соединительных деталей удаляется с помощью нагревания высокотемпературным пламенем газовой горелки до температуры не более 100 °С.

Состыкование плит между собой производят электродуговой сваркой. Длина сварных швов в плите с каждой стороны должна быть не меньше указанной в проекте, а высота  $h$  шва = 6 мм. Марке электрода следует соответствовать проектному значению.

Чтобы не нарушилось сцепление закладных деталей и бетона сварку следует делать с небольшими перерывами в работе, чтобы нагрев деталей был не более 5 мин. Наладка сварки устраивается так, чтобы к концу каждой строительной смены завершались сварочные работы всех узлов присоединения плит перекрытий, установленных в течении одной смены.

По завершению сварочных работ строителем оконченное сварное соединение нужно очистить от различного шлака и брызг от нагретого металла.

По окончанию всех сварочных работ сверху плиты производится специальное защитное ограждение.

В стыках между плитами и зубом наружной стеновой панелей в качестве некого утеплителя производят специальные теплоизоляционные вкладыши из пенополистирола марки ПСБ толщиной 40 мм. Такие вкладыши существуют наборные (по длине), состоящие из отдельных брусков пенополистирола.

Плиты из пенополистирола согласно картам раскроя на базе УПТК разделяют на небольшие бруски и потом транспортируют на стройплощадку в

закрытых контейнерах, разложенными по своим размерам. Хранение пенополистирольных вкладышей на строительной площадке необходимо производить в спецконтейнерах в закрытых складах, а также можно под навесами с соблюдением мер противопожарной безопасности. Подачу контейнеров на перекрытие выполняет монтажный кран.

Теплоизоляционный пенополистирольный вкладыш монтируют встык насухо. Смонтированный вкладыш обязательно должен тесно прилегать к поверхности стыка с кирпичной стеной. В местах стыка вкладышей не должно быть каких-либо зазоров. Заполнение пространства стыков между плитами перекрытия делают с помощью цементно-песчаного раствора с маркой М 100. Подвижность растворной смеси в момент укладки должна быть небольшой (должна составлять 5 - 7 см).

Технологические отверстия в плитах перекрытия необходимо хорошо заделать специально приготовленными бетонными или гипсобетонными пробками, которые нужно установить на слой цементного раствора.

При производстве работ в холодное или зимнее время следует соблюдать указания из СП 70.13330.2011 «Несущие и ограждающие конструкции», а также действующие инструкции, руководства и специальные указания проектной работы.

Условия работ зимой принимаются среднесуточной температурой атмосферного воздуха ниже 5 °С и минимальной суточной температурой ниже 0 °С (СП 70.13330.2011).

Установочные процессы зимой необходимо выполнять, используя такие же инструменты, как и летом. Все такелажные и установочные приспособления следует хранить в чистом от льда виде и обязательно просушиваться от влаги. Муфты и различные винтовые соединения следует смазывать маслом от коррозии.

Подготовка плит перекрытия к установке включает очищение плит перекрытия от снега и наледи, и особенно тщательно должны быть очищены в местах стыков. Очистку следует выполнять с помощью скребков или стальных

щеток. После удаления наледи, стыкуемые поверхности следует просушить горячим сухим воздухом.

Не следует допускать использования средства для очистки стыкуемых поверхностей пар, горячую воду или раствор поваренной соли во избежании деформаций.

Ручную сварку конструкций при температуре до минус 30 °С нужно делать по стандартным методам, но при этом нужно повышать сварочный ток на 1 % при понижении температуры наружного воздуха на каждые 3 °С (от 0 °С).

Монтирование плит зимой также может производиться на специальных противоморозных растворах с противоморозными добавками, которые обеспечивают их затвердивание при низкой температуре.

В качестве противоморозных добавок, вводимых в растворы, используют и активно применяют добавку нитрита натрия ( $\text{NaNO}_2$ ), комплексную добавку НКМ (нитрит натрия + мочеви́на), поташ ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) а также гибридную добавку, состоящую из поташа и нитрита натрия. Все оцинкованные закладные детали перед замоноличиванием стыков защищаются защитной обмазкой, если в раствор был добавлен компонент поташ.

Использование противоморозных добавок нитрита натрия необходимо при температуре атмосферного воздуха до минус 15 °С, НКМ - до минус 20 °С, поташа и смеси нитрита натрия с поташом - до минус 30 °С.

При монтаже при температуре ниже минус 20 °С раствор нужно использовать на одну марку выше запроектированной.

Раствор под следующую устанавливаемую плиту должен устанавливаться непосредственно перед её установкой на проектное расположение.

Использование замерзшего и отогретого горячей водой раствора не допускается.

На строительной площадке обычную растворную смесь нужно хранить в специальной утепленной емкости, установленной в специальном, отведенном для этих целей, месте, которое защищено от ветра и нежелательных



атмосферных осадков. Хранить растворы с противоморозной добавкой нитрита натрия при температуре до минус 15 °С, с поташом - до минус 30 °С уже можно в неутепленной емкости.

### **3.2.2. Требования к качеству и приемке работ**

Производство и приёмку работ по установке плит перекрытия нужно выполнять согласно требований СП 70.13330.2011 «Несущие и ограждающие конструкции». Контроль качества установки плит перекрытия включает в себя: входной контроль качества используемых конструкций и используемых материалов; операционный контроль качества выполняемых работ на строительной площадке; приёмочный контроль выполненных работ.

Плиты перекрытия обязательно должны иметь паспорт, отлично распознаваемую марку и штамп ОТК завода с датой изготовления. Проверяют также соответствие паспортных значений с проектным и проводят внешнюю оценку и обмер плиты.

Плиты перекрытия, идущие на строительную площадку, должны соответствовать требованиям ГОСТ 12767-94 и рабочих чертежей.

Приёмочный контроль установленных плит проводят в процессе поэтажной приёмки установленных плит на захватке. При приёмке работ предоставляют необходимые документы по монтажным и сварочным работам, заделки стыков плит, документы лабораторных испытаний и работы при сварке и замоноличивании стыков, акты освидетельствования скрытых работ.

### **3.2.3. Техника безопасности**

Монтирование плит перекрытий выполняют с соблюдением требований СП 70.13330.2012 «Техника безопасности в строительстве» и ГОСТ ССБТ.

Не следует 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. Начиная со второго этажа

следует устанавливать инвентарные переносные ограждения по контуру дома и проема.

При транспортировке плиты перекрытия строители должны находиться вне зоны монтируемой конструкции со стороны противоположной подаче. Устанавливать плиты нужно так, чтобы не было сильных толчков, не допуская ударов по другим конструкциями в возводимом здании.

Монтажник, находящийся на самом перекрытии, должен закрепить спецкарабин страховочного пояса к специально натянутому стальному тросу или прилично установленные части по указанию мастера (прораба).

Страховочные пояса должны иметь амортизирующие устройства типа ЦВУ-2, которые смягчают силу рывка и снижают скорость падения до нуля. Строго запрещено работникам ходить по краям кирпичных стен.

Первую устанавливаемую плиту перекрытия строители подтягивают с лестницы или с передвижных подмостей. А следующие плиты устанавливают с смонтированных плит перекрытия.

Электросварщику, который выполняет работы по сварке узлов для закрепления железобетонных конструкций, необходимо пройти аттестацию согласно с «Правилами аттестации сварщиков», которые утверждены Госгортехнадзором СССР и иметь удостоверение электросварщика. Рабочие места сварщиков необходимо огородить от смежных рабочих мест и проходов негорючими экранами высотой не менее 1,8м. Запрещается совмещение на строительной площадке сварочных работ и укладка теплоизоляционного вкладыша.

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

При приготовлении раствора с применением химических добавок необходимо принять меры к предупреждению ожогов открытых участков кожи и повреждения глаз.

## **4. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности**

### **4.1. Определение опасных зон**

Опасные зоны на строительной площадке появляются в зоне действия строительного башенного крана и по периметру возводимого здания.

Опасная зона падения строительных материалов и мусора при строительстве сооружения составляет 7 м и обозначается специальными сигнальными флажками, подкрановые пути строительного крана ограничиваются специальными стойками высотой 1,1 м.

### **4.2. Безопасность производства работ**

Во время подготовки территории строительного участка следует, если есть возможность, защитить плодородный слой почвы с участка и текущие зеленые насаждения. Верхний грунт скапливается в специальные места. При проведении земляных работ нужно следовать указаниями СНиП. Экскаватор во время работы устанавливается на запроектированной площадке, и во избежание произвольного перемещения по площадке удерживается спецупорами. Во время работы техники не разрешается осуществлять остальные работы со стороны забоя и располагаться в радиусе действия экскаватора + 5 м.

Погрузка земляных масс в грузовые самосвалы с помощью экскаватора должна осуществляться сзади или с боку от транспорта. Воспрещается находиться строителям между землеройной машиной и транспортным средством во время погрузки земляных масс.

При осуществлении земляных работ вместе с повсеместными должны соблюдаться специальные требования по ТБ. Около подземных инженерных коммуникаций земляные работы должны осуществляться вручную или механизированным строительным инвентарем исключительно под надзором мастера. Тогда, когда подземные коммуникации, как водопроводы и электрокоммуникации, действуют, при осуществлении земляных работ необходимо присутствие специальных работников водоотведения или

энергетического комплекса. К разрешению необходимо приложить план с указанием мест расположения и глубины заложения подземных инженерных коммуникаций, составленный на основании исполнительных чертежей проекта.

Размещение на опалубке оборудования и материалов, не предусмотренных проектом производства работ, а также пребывание людей, непосредственно не участвующих в производстве работ на настиле опалубки, не допускается. Разработка опалубки должна производиться (после достижения бетоном заданной прочности) с разрешения производителя работ, а особо ответственных конструкций (по перечню, установленному проектом) – с разрешения главного инженера.

При осуществлении опалубочных, арматурных и других работ нужно контролировать за надежным креплением строительных лесов, правильным устройством досок, лестниц, перил и ограждений. Работать на высоте от 5,5 м до 8 м разрешается только с передвижных подмостей, имеющих наверху площадку с ограждениями.

Заготовка стальной арматуры выполняется в специально предназначенных и оборудованных всем необходимым местах. При осуществлении работ по заготовке арматуры следует:

- ограждать места, предназначенные для разматывания бухт и выпрямления скрученной арматуры;
- при резке станками стержней на отрезки длиной менее 0.3 м следует использовать устройства, предупреждающие их разлет;
- ограждать рабочее место при обработке арматуры, выступающих за пределы рабочего места;
- размещать готовую стальную арматуру в необходимые места размещения;
- закрывать щитами торцовые части стержней в месте расположения общих проходов, с шириной менее 1 м.

Элементы каркасов арматуры необходимо пакетировать с учетом условий их подъема, складирования и транспортирования к месту монтажа.

При осуществлении опалубки и армировании строительных конструкций необходимо следовать требованиям СНиП, и соблюдать санитарно-технические нормы, выполнять правила техники ТБ. Все рабочие настилы и переходные лестницы должны быть надёжно расположены в своих проектных местах. Работы на незакреплённых подмостках запрещены. К монтажу не допускается опалубка с неисправными замками, петлями, захватами, большими люфтами в шарнирах и замках. Неисправности следует устранять немедленно во избежание чрезвычайных ситуаций.

Грузозахватные приспособления должны быть оборудованы устройствами, исключающими произвольную расстроповку элементов опалубки. К началу монтажа опалубки прочность нижележащих несущих монолитных конструкций должна быть не ниже 70% проектной. Все проёмы должны быть закрыты инвентарными щитами или ограждены. До начала монтажа опалубки необходимо проверить надёжность соединения элементов опалубки, входящих в состав поднимаемого узла, убедиться в отсутствии незакреплённых предметов на переносимом элементе опалубки.

Подъем и перемещение к месту монтажа конструкций опалубки нужно выполнять плавно.

Нельзя проводить монтаж на высоте в открытых местах при скорости ветра 15 м/с и более, при гололедице, грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ. Работы по перемещению и установке вертикальных панелей и подобных им конструкций с большой парусностью следует прекращать при скорости ветра 10 м/с и более.

Во избежание падения крепёжных деталей и ручного инструмента, необходимо пользоваться специальными ящиками-контейнерами. После монтажа опалубки должна быть обеспечена надёжная электрическая связь металлоконструкций опалубки с каркасом здания. Сопротивление заземления не должно превышать 15 Ом. Производить отрыв опалубки от бетона ударами запрещается (за исключением перебивки крыльев стойки).

Рабочие места необходимо отделять инвентарными ограждениями. Если отсутствуют ограждения, рабочим следует пользоваться страховочными поясами. Места прикрепления поясов указываются производителем работ и ярко окрашиваются.

При изготовлении бетонной смеси с использованием химических добавок необходимо принять меры к предупреждению химических ожогов открытых участков кожи и повреждения глаз строителей.

Бетоносмесительные и другие установки можно очищать и исправлять только при выключенном электропитании. Поддачи смеси к месту укладки при помощи кранов и других инженерных механизмов следует выполнять требования СНиП «Установка и эксплуатация строительных машин и механизмов». До начала подачи смеси бетононасосами бетоновод проверяют гидравлическим давлением не менее 3 МПа.

При строповке конструкции необходимо проверять надежность стропов, наличие инвентарных подкладок на острых кромках и перегибах стропов и увязку пеньковых или капроновых оттяжек. Для соблюдения мер безопасности при разгрузке конструкций и материалов с автотранспорта, подъема и спуска людей стропальщики должны иметь инвентарную площадку с хорошо видимой надписью «Площадка для стропальщиков», «Место разгрузки автотранспорта». При подаче конструкции применяют оттяжки из пеньковых или капроновых канатов согласно ГОСТ.

### **4.3. Охрана окружающей среды**

Главными природоохранными мероприятиями при разработке проекта являются:

- охрана и рациональное использование водных ресурсов, земли и почвы.
- уменьшение загрязнения водного бассейна.
- утилизация отходов.

Для этого в проекте предусмотрено:

- установка конкретных размеров стройплощадки;

- хранение и складирование на территории строительной площадки растительного слоя грунта под навесом, по возможности максимальная сохранность существующих деревьев и кустарников;

- ремонт и заправка автомашин и оборудования производится в определенных специально отведенных местах.

- определены места для складирования и своевременного вывоза строительного мусора.

#### **4.4. Охрана воздушного бассейна**

Загрязняющих воздействий на воздушный бассейн от объекта нет.

#### **4.5. Защита водного бассейна**

Источником водоснабжения служит внутриквартальный водопровод диаметром 150 мм. Горячее водоснабжение централизованное.

Бытовые сточные воды отводятся в систему городской канализации.

Поверхностный сток ливневых вод с территории застройки отводится по рельефу местности с дальнейшим перехватом ливневой канализацией.

Состав стоков, сбрасываемых в городскую канализацию, по составу идентичен городским бытовым сточным водам.

Таким образом, мероприятия, разработанные в проекте, исключают возможность загрязнения водоемов.

## 5. Научно-исследовательская работа

### 5.1. Энергетическая эффективность 7-этажного 2-х секционного жилого здания

#### 5.1.1. Условие эксплуатации наружных ограждающих конструкций.

Пенза, зона 3 – сухая, по приложению В. [6], стр. 31

$t_{int} = +20^{\circ}\text{C}$ ,  $\varphi = 55\%$

влажностный режим помещения – нормальный, табл. 1[6], стр. 2

условия эксплуатации A табл. 2 [6], стр. 3

#### 5.1.2. Объемно-планировочные показатели

Отапливаемый объем здания  $V_{от} = 24963,9 \text{ м}^3$ .

Сумма площадей этажей  $A_{от} 1009,2 \times 7 = 7064,7 \text{ м}^2$ .

Площадь жилых помещений  $A_{ж} = 2920,54 \text{ м}^2$ .

Расчетное количество жителей  $m_{ж} = 119$  чел.

Высота здания от пола 1 этажа до обреза вытяжной шахты 25,3 м.

Общая площадь наружных ограждающих конструкций  $A_{н}^{сум} = (45,28 \times 22,8 \times 2 + 28,68 \times 22,8 \times 2) + (1009,2 \times 2) = 5391 \text{ м}^2$ .

Площадь фасадов  $A_{фас} = 45,28 \times 22,8 \times 2 + 28,68 \times 22,8 \times 2 = 3372,6 \text{ м}^2$ .

Площадь окон  $A_{ок} = 657,36 \text{ м}^2$ .

Площадь окон ЛЛУ  $A_{ллу} = A_{ок,4} = 1,8 \times 1,5 \times 20 + 0,9 \times 1,5 \times 8 = 64,8 \text{ м}^2$ .

Площадь входных дверей  $A_{дв} = 2,1 \times 1,5 \times 2 = 7,6 \text{ м}^2$ .

Площадь стен ЛЛУ  $A_{ст ллу} = (6,04 \times 24,055 \times 2) = 290,6 \text{ м}^2$ .

Площадь стен  $A_{стен} = 3372,6 - 657,36 - 7,6 - 64,8 = 2637,8 \text{ м}^2$

Площадь чердачных перекрытий  $A_{черд} = 1009,2 \text{ м}^2$ .

Площадь перекрытий над подполом  $A_{цокл} = 1009,2 \text{ м}^2$ .

Коэффициент остекленности  $f = (657,36 + 64,8 / 3372,6 = 0,21 = 21\%$

Площадь остекления по сторонам света: Восток...223 м<sup>2</sup>.

Запад...216 м<sup>2</sup>.

Север...45,36 м<sup>2</sup>

Юг...109,62 м<sup>2</sup>

Показатель компактности здания  $k_{комп} = A_{н}^{сум} / V_{от} = 5391 / 25963,9 = 0,21 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^3}$



### 5.1.3. Климатические параметры

Средняя температура наиболее холодной пятидневки г. Пенза

$$t_n = -27 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{от} = -4,1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$z_{от} = 200 \text{ сут.}$$

$$t_B = +20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\varphi_B = 55\%$$

$$\text{ГСОП} = (t_B - t_{от}) \times z_{от} = (20 + 4,1) \times 200 = 4820 \text{ (}^\circ\text{C} \times \text{сут.)}$$

### 5.1.4. Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания

Удельная теплозащитная характеристика,  $k_{об}$  см. п.5.1. [6]

$$\text{а) } R_o^{пп} \geq R_o^H = R_o^{тп};$$

$$\text{б) } k_{об} \leq k_{об}^{тп};$$

$$\text{в) } \tau_B > \tau_p;$$

$k_{об}$  – физическая величина, численно равная потерям тепловой энергии единицы отапливаемого объема в единицу времени при перепаде температуры в  $1^\circ\text{C}$  через теплозащитную оболочку здания

$$t_{ллу} = 18 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$n_{ллу} = \frac{t_{ллу} - t_{от}}{t_B - t_{от}} = \frac{(18 + 4,1)}{(20 + 4,1)} = 0,917 \text{ коэффициент, учитывающий отличие}$$

температуры ЛЛУ от температуры жилого помещения ф.5.3 [6];

$$n_{под} = \frac{t_B - t_{под}}{t_B - t_{от}} = \frac{(20 - 5)}{(20 + 4,1)} = 0,622 \text{ коэффициент, учитывающий отличие}$$

внутренней температуры подполья от температуры наружного воздуха.

Теплотехнический расчет и описание ограждающих конструкций здания:

1. Наружная стена имеет состав изнутри наружу:

- штукатурка цементно-песчаная:  $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,015 \text{ м}$ ,  $\lambda_1^A = 0,76$

$\text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

- кирпичная кладка из сплошного кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе:  $\gamma_{02} = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_2 = 0,51 \text{ м}$ ,  $\lambda_2^A = 0,7 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;

- утеплитель в виде плит минераловатных:  $\gamma_{04} = 180 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,15 \text{ м}$ ,  $\lambda_4^A = 0,043 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;

- штукатурка цементно-песчаная по сетке:  $\gamma_{05} = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_5 = 0,02 \text{ м}$ ,  $\lambda_5^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;

Сопротивление теплопередаче наружной стены:

$$R_{0 \text{ ст}}^{\text{усл}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1^A} + \frac{\delta_2}{\lambda_2^A} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n^A} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \text{ где } \alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}} \text{ табл. 4 и 6 [6];}$$

$$R_{0 \text{ ст}}^{\text{усл}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,76} + \frac{0,51}{0,7} + \frac{0,2}{0,043} + \frac{0,02}{0,76} + \frac{1}{23} = 5,6 \text{ (м}^2 \text{°C) / Вт};$$

Определение коэффициента теплотехнической однородности по [8], п. 8.17

если  $\delta_{\text{ст}} = 0,51 \rightarrow r = 0,74$ ;

$\delta_{\text{ст}} = 0,64 \rightarrow r = 0,69$ ;

$\delta_{\text{ст}} = 0,78 \rightarrow r = 0,64$ ;

$$R_{0 \text{ ст}}^{\text{пр}} = R_{0 \text{ ст}}^{\text{усл}} \times r = 5,6 \times 0,74 = 4,15 \text{ (м}^2 \text{°C) / Вт};$$

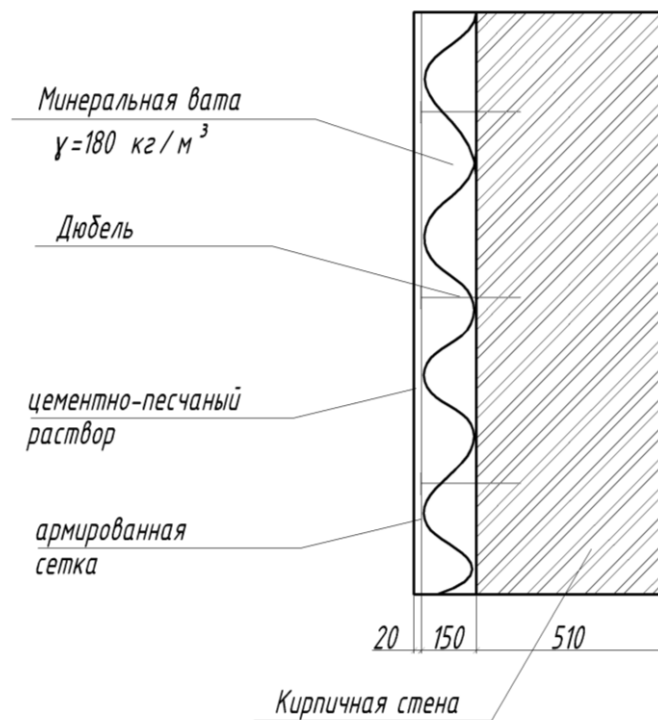
Базовое значение по т. 3.[1] и примечанием 1 к ней

$$R_{0 \text{ ст}}^{\text{тр}} = a \times \text{ГСОП} + b = 0,00035 \times 4820 + 1,4 = 3,087 \text{ (м}^2 \text{°C) / В};$$

Проверка:

$$R_{0 \text{ ст}}^{\text{пр}} 4,15 \text{ (м}^2 \text{°C) / В} > R_0^{\text{тр}} = R_0^{\text{н}} = 3087 \text{ (м}^2 \text{°C) / В}.$$

Таким образом, требование а) пункта 5.1. [6] выполняется.



2. Чердачное перекрытие имеет состав изнутри наружу:

- затирка из цементно-песчаного раствора:  $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,005 \text{ м}$ ,  $\lambda_1^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- ж/б плита круглопустотная ПК:  $R_2 = 0,117 \text{ (м}^2 \text{°C) / Вт}$ ;
- 1 слоя изола:  $\gamma_3 = 600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_3 = 0,008 \text{ м}$ ,  $\lambda_3^A = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- утеплитель в виде минераловатных плит:  $\gamma_5 = 120 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_5 = 0,3 \text{ м}$ ,  $\lambda_5^A = 0,043 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- 1 слоя рубероида:  $\gamma_3 = 600 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_3 = 0,008 \text{ м}$ ,  $\lambda_3^A = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;
- цементно-песчаная стяжка:  $\gamma_6 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_6 = 0,03 \text{ м}$ ,  $\lambda_5^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;

Сопротивление теплопередаче чердачного перекрытия:

$$R_{\text{о покр}}^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1^A} + \frac{\delta_2}{\lambda_2^A} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n^A} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \text{ где } \alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}} \text{ табл. 4 и 6 [1];}$$

$$R_{\text{о покр}}^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,76} + 0,117 + \frac{0,008}{0,17} + \frac{0,3}{0,043} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{1}{23} = 7,7 \text{ (м}^2 \text{°C) /}$$

Вт.

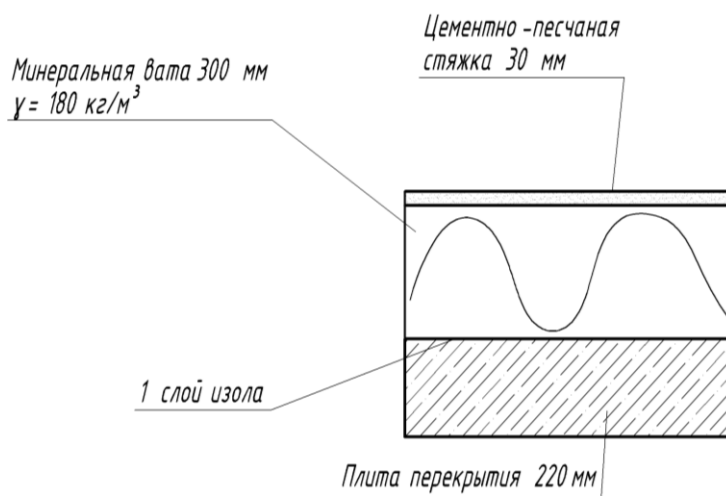
Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче совмещенного покрытия по т. 3.[1] и примечанием 1 к ней:

$$R_{0 \text{ покр}}^{\text{ТР}} = a \times \text{ГСОП} + b = 0,0005 \times 4820 + 2,2 = 4,61 \text{ (м}^2 \text{ °С) / В};$$

Проверка:

$$R_{0 \text{ покр}}^{\text{ПР}} = 7,7 \text{ (м}^2 \text{ °С) / В} > R_{0 \text{ покр}}^{\text{ТР}} = 4,61 \text{ (м}^2 \text{ °С) / В};$$

Таким образом, требование а) пункта 5.1. [6] выполняется.



3. Перекрытие над подпольем имеет состав по ходу теплового потока:

- линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе:  $\gamma_1 = 1400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,005 \text{ м}$ ,  $\lambda_1^A = 0,23 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ ;

- выравнивающая стяжка из цем.-песч. раствора:  $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,04 \text{ м}$ ,  $\lambda_1^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ ;

- утеплитель в виде минераловатных плит:  $\gamma_4 = 180 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,4 \text{ м}$ ,  $\lambda_4^A = 0,043 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ ;

- пароизоляция- пленка полипропиленовая;

- затирка цем-песч. раствором:  $\gamma_1 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_1 = 0,005 \text{ м}$ ,  $\lambda_1^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ ;

- ж/б плита круглопустотная ПК:  $R_3 = 0,117 \text{ (м}^2 \text{ °С) / Вт}$ ;

- утеплитель в виде минераловатных плит:  $\gamma_4 = 180 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,24 \text{ м}$ ,  $\lambda_4^A = 0,048 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°С)}$ ;

- штукатурка по сетке:  $\gamma_4 = 1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\delta_4 = 0,03 \text{ м}$ ,  $\lambda_4^A = 0,76 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ ;

Сопротивление теплопередаче перекрытия над неотапливаемым подпольем:

$$R_{0 \text{ цок.1}}^{\text{пр}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1^A} + \frac{\delta_2}{\lambda_2^A} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n^A} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \text{ где } \alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}} \text{ табл. 6 п.2 [1];}$$

$$R_{0 \text{ цок.1}}^{\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0}{0,23} + \frac{0,02}{0,93} + 0,117 + \frac{0,24}{0,048} + \frac{1}{17} = 4,84 \text{ (м}^2 \text{°C) / Вт}$$

Базовое значение сопротивления теплопередаче перекрытия над подполом по т. 3.[1] и примечанием 1 к ней:

$$R_{0 \text{ цок.1}}^{\text{тр}} = a \times \text{ГСОП} + b = 0,00045 \times 4820 + 1,9 = 4,069 \text{ (м}^2 \text{°C) / В};$$

Проверка:

$$R_{0 \text{ цок.1}}^{\text{пр}} = 4,85 \text{ (м}^2 \text{°C) / В} > R_{0 \text{ цок.1}}^{\text{тр}} = 4,069 \text{ (м}^2 \text{°C) / В};$$

Таким образом, требование а) пункта 5.1. [6] выполняется.

4. Окна с двухкамерными стеклопакетами с заполнением воздухом, расстояние между стеклами 18 мм и 18 мм, по прил. К [1]:

$$R_{\text{ок}}^{\text{пр}} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{°C) / Вт};$$

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче окон по т. 3.[1] и примечанием 1 к ней:

$$R_{\text{ок}}^{\text{тр}} = a \times \text{ГСОП} + b = 0,000075 \times 4820 + 0,152 = 0,526 \text{ (м}^2 \text{°C) / В};$$

Проверка:

$$R_{\text{ок}}^{\text{пр}} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{°C) / В} > R_{\text{ок}}^{\text{тр}} = 0,526 \text{ (м}^2 \text{°C) / В};$$

Таким образом, требование а) пункта 5.1. [6] выполняется.

## 5. Входные двери

Приведенное сопротивление теплопередаче :

$$R_{дв}^{пр} = 0,83 \text{ (м}^2 \text{ °С)} \text{ (см. пример прил. П [6].)}$$

*Стены:*

$$R_{0 ст}^{пр} = 4,15 \text{ (м}^2 \text{ °С)};$$

$$A_{стен} = 2347,2 \text{ м}^2;$$

$$A_{ст ЛЛУ} = 290,6 \text{ м}^2;$$

*Чердачное перекрытие:*

$$R_{0 покр}^{пр} = 7,7 \text{ (м}^2 \text{ °С)};$$

$$A_{покр} = 1009,2 \text{ м}^2;$$

*Перекрытие над подпольем:*

$$R_{0 цок.1}^{пр} = 4,84 \text{ (м}^2 \text{ °С)};$$

$$A_{цок.1} = 1009,2 \text{ м}^2;$$

*Окна:*

$$R_{0 ок}^{пр} = 0,53 \text{ (м}^2 \text{ °С)};$$

$$A_{ок} = 657,36 \text{ м}^2;$$

$$A_{ок ЛЛУ} = 64,8 \text{ м}^2;$$

*Входные двери:*

$$R_{дв}^{пр} = 0,83 \text{ (м}^2 \text{ °С)};$$

$$A_{дв} = 7,6 \text{ м}^2;$$

Отапливаемый объем здания:

$$V_{от} = 24963,9 \text{ м}^3.$$

Удельная теплозащитная характеристика здания,  $k_{об}$  (формула Ж.1 [6]):

$$k_{об} = (1 / V_{от}) \times \sum [n_{t,i} \times (A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр})] = k_{комп} \times k_{общ}, \text{ где}$$

$V_{от}$  – отапливаемый объем здания,  $\text{м}^3$ ;

$n_{t,i}$  – коэффициент, учитывающий отличие внутренней или наружной температуры у конструкции от принятых в расчете ГСОП, определяется по формуле 5.3 [1]:

$$n_t = (t_B^* - t_{от}^*) / (t_B - t_{от}), \text{ где}$$

$t_B^*$ ,  $t_{от}^*$  – средняя температура внутреннего и наружного воздуха для данного помещения;

$t_B$  – расчетная температура воздуха внутри здания;

$t_{от}$  – средняя температура наружного воздуха отопительного периода;

$A_{ф,i}$  – площадь соответствующего фрагмента теплозащитной оболочки здания,  $\text{м}^2$ ;

$R_{o,i}^{пр}$  – приведенное сопротивление теплопередаче  $i$ -го фрагмента теплозащитной оболочки здания;

$k_{комп}$  – коэффициент компактности здания, определяемый по формуле Ж.3 [1];

$k_{общ}$  – общий коэффициент теплопередаче здания, определяемы по формуле Ж.2 [1]:

$$k_{общ} = (1 / A_H^{сум}) \times \sum [n_{t,i} \times (A_{ф,i} / R_{o,i}^{пр})];$$

$$k_{об} = (1 / 5391) \times [1 \times (2347 / 4,15) + 1 \times (1009,2 / 7,7) + 1 \times (657,36 / 0,53) + 0,917 \times (290,6 / 4,15) + 0,917 \times (64,8 / 0,53) + 0,917 \times (7,6 / 0,83) + 0,622 \times (1009,2 / 4,84)] = 0,32 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Нормируемое значение  $k_{об}$  определяется по т.7 [1], а для промежуточных значений величин отопляемого объема зданий и ГСОП, а так же для зданий с отопляемым объемом более 200 тыс. м<sup>3</sup> – рассчитывается по формулам 5.5, 5.6,

При  $V_{от} = 24963,9 \text{ м}^3 > 960 \text{ м}^3$  (см. примечание 1 к таблице 7 [1]):

$$(5.5) k_{об}^{тр} = (0,16 + 10 / \sqrt{V_{от}}) / (0,00013 \times \text{ГСОП} + 0,61) = (0,16 + 10 / \sqrt{24963,9}) / (0,00013 \times 4820 + 0,61) = 0,18 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C});$$

$$(5.6) k_{об}^{тр} = 8,5 / \sqrt{\text{ГСОП}} = 8,5 / \sqrt{4820} = 0,122 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C});$$

Таким образом, принимаем  $k_{об}^{тр} = 0,32 > k_{об} = 0,18$  (см. примечание 2 таблицы 7 [1]).

$$k_{комп} = A_{Н}^{сум} / V_{от} = 5391 / 24963,9 = 0,213 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C});$$

$$k_{общ} = k_{об} / k_{комп} = 0,32 / 0,213 = 1,5 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$$

4.2. Удельная вентиляционная характеристика здания,  $k_{вент}$  см. пункт Г.2. [1]

$$k_{вент} = 0,28 \times c \times n_{в} \times \beta_{в} \times \rho_{в}^{вент} \times (1 - k_{эф}), \text{ где}$$

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, равная 1кДж / (кг °С);

$n_{в}$  – средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период час<sup>1</sup>, определяемая по пункту Г.3 [1];

$\beta_{в}$  – коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитываемый наличие внутренних ограждающих конструкций, равный 0,85;

$\rho_{в}^{вент}$  – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, рассчитываемая по формуле Г.3 [1]:

$$\rho_{в}^{вент} = 353 / (273 + t_{от}) = 353 / (273 - 3) = 1,31 \text{ кг/м}^3;$$

$k_{эф}$  – коэффициент эффективности рекуператора, рассчитываемый по формуле Г.4 [1]:

$$n_{в} = [(L_{вент} \times n_{вент}) / 168 + (G_{инф} \times n_{инф}) / (168 \times \rho_{в}^{вент})] / (\beta_{в} \times V_{от}), \text{ где}$$

$L_{вент}$  – количество приточного воздуха в здание при неограниченном притоке:



$L_{\text{вент}} = 0,35 \times h_{\text{эт}} \times A_{\text{ж}} = 0,35 \times 3 \times 2920,54 = 3066,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ , но не менее  $30 \times m$ , где  $m$  – число проживающих в доме  $= 30 \times 119 = 3570$ ,

$h_{\text{эт}}$  – высота этажа в этом случае от пола до потолка.

Общая площадь квартир в данном доме:  $5367,18 \text{ м}^2$

Расчетная заселенность квартир составляет:  $5367,18 \text{ м}^2 / 119 \text{ чел} = 45,1 \text{ м}^2/\text{чел} \rightarrow L_{\text{вент}} = 600 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;

$n_{\text{вент}} = 168 \text{ ч}$ . (число часов работы вентиляции в течении недели);

$G_{\text{инф}} = 0,3 \times \beta_v \times V_{\text{ллу}} / 2$ ;  $V_{\text{ллу}} = (2,5 \times 5,61 \times 6,22) \times 2 = 174,5$ ;

$G_{\text{инф}} = 0,3 \times 0,85 \times 174,5 / 2 = 315,3 \text{ кг/ч}$ ;

$n_{\text{инф}} = 168 \text{ ч}$ ;

$\rho_{\text{в}}^{\text{вент}} = 1,33 \text{ кг/м}^3$ ;

$n_{\text{в}} = [(3570 \times 168) / 168 + (315,3 \times 168) / (168 \times 1,31)] / (0,85 \times 24963,9) = 0,179 \text{ час}^{-1}$

$k_{\text{вент}} = 0,28 \times 1 \times 0,179 \times 0,85 \times 1,31 \times (1 - 0) = 0,06 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

4.3. Удельная характеристика бытовых тепловыделений,  $k_{\text{быт}}$  см. формулу

Г.6. [1]:

$k_{\text{быт}} = (q_{\text{быт}} \times A_{\text{ж}}) / [V_{\text{от}} \times (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})]$ , где

$q_{\text{быт}}$  – величина тепловыделений, см. требование в) пункта Г.5:

$q_{\text{быт}} = 17 + [(10 - 17) / (45 - 20)] \times (45,1 - 20) = 9,97 \text{ Вт/м}^2$ ;

$k_{\text{быт}} = (9,97 \times 2920,54) / [24963,9 \times (20 + 4,1)] = 0,05 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

4.4. Удельная характеристика теплопоступлений от солнечной радиации,

$k_{\text{рад}}$ ,  $\text{Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$  см. формулу Г.7. [1]:

$k_{\text{рад}} = (11,6 \times Q_{\text{рад}}^{\text{год}}) / (V_{\text{от}} \times \text{ГСОП})$ , где

где  $Q_{\text{рад}}^{\text{год}}$  - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж/год, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = \tau_1 \times \tau_2 \times (A_1 \times I_1 + A_2 \times I_2 + A_3 \times I_3 + A_4 \times I_4)$$

$\tau_1, \tau_2$  – коэффициенты, учитывающие потери света и тепла в конструкции окна, см. таблицу Л.1 [8]:

$$R_{\text{ок}} = 0,54 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}$$

$$\tau_1 = 0,8$$

$$\tau_2 = 0,74$$

$$I^{\text{в}} = 1032 \text{ МДж/м}^2; I^{\text{г}} = 1032 \text{ МДж/м}^2, \text{ см. таблицу 4.4 [9];}$$

$$Q_{\text{рад}}^{\text{год}} = 395307 \text{ МДж};$$

$$k_{\text{рад}} = (11,6 \times 395307) / (24963,9 \times 4820) = 0,04;$$

4.5. Расчетная удельная характеристика расхода энергии на отопление и вентиляцию сооружения,  $q_{\text{от}}^{\text{р}}$ , Вт / (м<sup>3</sup> °C), см. формулу Г.1 [1]:

$$q_{\text{от}}^{\text{р}} = [k_{\text{об}} + k_{\text{вент}} - (k_{\text{быт}} + k_{\text{рад}}) \times v \times \zeta] \times (1 - \xi) \times \beta_{\text{н}}, \text{ где}$$

$v$  – коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающей конструкции:

$$v = 0,7 + 0,000025 \times (\text{ГСОП} - 1000) = 0,7 + 0,000025 \times (4820 - 1000) = 0,8;$$

$\zeta$  – коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления:

$\zeta = 0,9$  - однетрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однетрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;

$\xi = 0$ , коэффициент, учитывающий снижение теплопотребления жилых зданий при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление, принимается до получения статистических данных фактического снижения;

$\beta_h$  – коэффициент, учитывающий дополнительное тепловое использование системы отопления, соединяемое с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных систем, их дополнительными теплопотерями через радиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения:

для многосекционных и других протяженных зданий  $\beta_h = 1,13$ ;

$$q_{от}^p = [0,32 + 0,06 - (0,05 + 0,04) \times 0,8 \times 0,9] \times (1 - 0) \times 1,13 = 0,315 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Нормируемая (базовая) удельная характеристика расхода энергии на отопление и вентиляцию сооружения, см. таблицу 14 [1]:

$$q_{от}^{тр} = 0,336 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C});$$

В соответствии с таблицей 15 [1], величина изменения расчетного (фактического) значения характеристики расхода энергии на отопление и вентиляцию сооружения от нормируемого:

$$[(q_{от}^p - q_{от}^{тр}) / q_{от}^{тр}] \times 100\% = [(0,315 - 0,336) / 0,336] \times 100\% = - 6,2\% \rightarrow \text{класс энергосбережения (энергоэффективности) «С» – нормальный.}$$

4.6. Удельный расход энергии на отопление и вентиляцию сооружения за отопительный период,  $q$ , кВт $\times$ ч/(м<sup>3</sup> $\times$ год) или, кВт $\times$ ч/(м<sup>2</sup> $\times$ год), см. формулу Г.9 и Г.9а) [1]:

$$q = 0,024 \times \text{ГСОП} \times q_{от}^p, \text{ кВт}\times\text{ч}/(\text{м}^3\times\text{год}) \text{ (Г.9)}$$

$$q = 0,024 \times \text{ГСОП} \times q_{от}^p \times h, \text{ кВт}\times\text{ч}/(\text{м}^2\times\text{год}) \text{ (Г.9а)), где}$$

$h$  – средняя высота этажа здания:

$$V_{от} / A_{от} = 24963,9 / 7064,4 = 3,5 \text{ м};$$

$$q = 0,024 \times 5014 \times 0,2 = 36,4 \text{ кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^3 \times \text{год}) \text{ (Г.9)};$$

$$q = 0,024 \times 5014 \times 0,2 \times 3,5 = 127 \text{ кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^2 \times \text{год}) \text{ (Г.9 а)}).$$

4.7. Расход энергии на отопление и вентиляцию сооружения за весь отопительный период  $Q_{\text{от}}^{\text{год}}$ , (кВт × ч) / год, см. формулу Г.10 [1]:

$$Q_{\text{от}}^{\text{год}} = 0,024 \times \text{ГСОП} \times V_{\text{от}} \times q_{\text{от}}^{\text{р}} = 0,024 \times 4820 \times 24963,9 \times 0,315 = 909664 \text{ (кВт} \times \text{ч)} / \text{год};$$

4.8. Общие теплотери здания за отопительный период  $Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$ , (кВт × ч) / год, см. формулу Г.11 [1]:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{год}} = 0,024 \times \text{ГСОП} \times V_{\text{от}} \times (k_{\text{об}} + k_{\text{вент}}) = 0,024 \times 4820 \times 24963,9 \times (0,32 + 0,06) = 1097373 \text{ (кВт} \times \text{ч)} / \text{год}$$

Проверка:  $Q_{\text{от}}^{\text{год}} / A_{\text{от}} = 909664 / 7064,4 = 127 \text{ кВт} \times \text{ч} / (\text{м}^2 \times \text{год})$

## 5. Энергетический паспорт здания.

### Общая информация

Дата заполнения (число, месяц, год)	2017
Адрес здания	г. Пенза
Разработчик проекта	Качкуркин П.В.
Адрес и телефон разработчика	ПГУАС
Шифр проекта	НИР-2069059-270800-130967-17
Назначение здания, серия	Жилой дом
Этажность, количество секций	7-и этажный, двухсекционный
Количество квартир	42
Расчетное количество жителей или служащих	119
Размещение в застройке	-
Конструктивное решение	с продольными и поперечными несущими стенами

### Расчетные условия

Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1 Расчетная температура внешнего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_n$	°С	-27
2 Средняя температура внешнего воздуха за отопительный период	$t_{от}$	°С	-4,1
3 Продолжительность отопительного периода	$z_{от}$	Сут/год	200
4 Градусо-сутки отопительного периода	ГСОП	°С·сут/год	4820
5 Расчетная температура внутреннего воздуха для проектирования теплозащиты	$t_v$	°С	20
6 Расчетная температура чердака	$t_{черд}$	°С	-
7 Расчетная температура техподполья	$t_{подп}$	°С	+5

### Показатели геометрические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Расчетное значение	Фактическое значение
8 Сумма площадей этажей здания	$A_{от}, м^2$	7064,4	-
9 Площадь жилых помещений	$A_{ж}, м^2$	2920,54	-
10 Расчетная площадь (общественных зданий)	$A_p, м^2$	-	-
11 Отапливаемый объем	$V_{от}, м^3$	24963,9	-
12 Коэффициент остекленности фасада здания	$f$	21	-
13 Показатель компактности здания	$K_{комп}$	0,21	-
14 Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	$A_n^{сум}, м^2$	5391	-
фасадов	$A_{фас}$	3372,6	-
стен (раздельно по типу конструкции)	$A_{ст}$		-
окон и балконных дверей	$A_{ок.1}$	657,36	-
витражей	$A_{ок.2}$	413	-
фонарей	$A_{ок.3}$	-	-
окон лестнично-лифтовых узлов	$A_{ок.4}$	64,8	-
балконных дверей наружных переходов	$A_{дв}$	-	-
входных дверей и ворот (раздельно)	$A_{дв}$	7,6	-
покрытий (совмещенных)	$A_{покp}$	-	-
чердачных перекрытий	$A_{черд}$	1009,2	-

перекрытий "теплых" чердаков (эквивалентная)	$A_{\text{черд.т}}$	-	-
перекрытий над техническими подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентная)	$A_{\text{цок1}}$	1009,2	-
перекрытий над проездами или под эркерами	$A_{\text{цок2}}$	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$A_{\text{цок3}}$	-	-

### Показатели теплотехнические

Показатель	Обозначение и единица измерения	Нормируемое значение	Расчетное значение	Фактическое значение
15 Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений, в том числе:	$R_o^{np}$ , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$			-
стен (раздельно по типу конструкции)	$R_{o,ст}^{np}$	3,087	4,15	-
окон и балконных дверей	$R_{o,ок1}^{np}$	0,526	0,53	-
витражей	$R_{o,ок2}^{np}$	-	-	-
фонарей	$R_{o,ок3}^{np}$	-	-	-
окон лестнично-лифтовых узлов	$R_{o,ок4}^{np}$	-	-	-
балконных дверей наружных переходов	$R_{o,дв}^{np}$	-	-	-
входных дверей и ворот (раздельно)	$R_{o,дв}^{np}$	0,83	0,83	-
покрытий (совмещенных)	$R_{o,покp}^{np}$	-	-	-
чердачных перекрытий	$R_{o,черд}^{np}$	4,61	7,7	-
перекрытий "теплых" чердаков (эквивалентное)	$R_{o,черд.т}^{np}$	-	-	-
перекрытий над подпольями или над неотапливаемыми подвалами (эквивалентное)	$R_{o,цок1}^{np}$	4,069	4,84	-
перекрытий над проездами или под эркерами	$R_{o,цок2}^{np}$	-	-	-
стен в земле и пола по грунту (раздельно)	$R_{o,цок3}^{np}$	-	-	-

### Показатели вспомогательные

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное значение показателя
16 Общий коэффициент теплопередачи	$K_{\text{общ}}, \text{Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$	-	1,5
17 Средняя кратность воздухообмена сооружения за отопительный период при удельной норме воздухообмена	$n_{\text{в}}, \text{ч}^{-1}$	-	0,179
18 Удельные бытовые тепловыделения сооружения	$q_{\text{быт}}, \text{Вт}/\text{м}^2$	-	9,97
19 Тарифная цена тепловой энергии для проектируемого сооружения	$C_{\text{тепл}}, \text{руб}/\text{кВт} \cdot \text{ч}$	-	-

#### Удельные характеристики

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормируемое значение показателя	Расчетное проектное значение показателя
20 Удельная теплозащитная характеристика	$k_{\text{об}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	0,18	0,32
21 Удельная вентиляционная характеристика	$k_{\text{вент}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,06
22 Удельная характеристика бытовых тепловыделений	$k_{\text{быт}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,05
23 Удельная характеристика теплопоступлений от солнечной радиации	$k_{\text{рад}}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	-	0,04

#### Коэффициенты

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя
24 Коэффициент эффективности авторегулирования отопления	$\zeta$	0,9

25 Коэффициент, учитывающий снижение теплотребления жилых при наличии поквартирного учета тепловой энергии на отопление	$\xi$	0
26 Коэффициент эффективности рекуператора	$k_{эф}$	0
27 Коэффициент, учитывающий снижение использования теплоступлений в период превышения их над теплотерями	$\nu$	0,8
28 Коэффициент учета дополнительных теплотерь системы отопления	$\beta_h$	1,13

#### Комплексные показатели расхода тепловой энергии

Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Значение показателя
29 Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q_{от}^p, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	0,315
30 Нормируемая удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q_{от}^{тр}, \text{Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$	0,336
31 Класс энергосбережения		«С» - нормальный
32 Соответствует ли проект здания нормативному требованию по теплозащите		соответствует

#### Энергетические нагрузки здания

Показатель	Обозначение	Единица измерений	Значение показателя
33 Удельный расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период	$q$	$\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$	36,4
		$\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$	127
34 Расход тепловой энергии на отопление и	$Q_{от}^{\text{год}}$	$\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{год})$	909664



вентиляцию за отопительный период			
35 Общие теплопотери за отопительный период	$Q_{\text{общ}}^{\text{год}}$	кВт·ч/(год)	1097373

### **Вывод:**

В процессе расчетов было выявлено, что жилое 7-и этажное 2-х секционное здание соответствует нормативному требованию по теплозащите.

Класс энергосбережения здания «С» - нормальный

## **6. Список используемой литературы**

1. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве – М.: Госстрой России, 2001.
2. СП 48.13330.2011 Организация строительства – М.: Госстрой России, 2011.
3. Пресняков А.В., Вдовина В.Я. Разработка технологических и организационных решений в проектах производства работ. Учебное пособие – Пенза: ПГАСА, 2002.
4. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. Учебник для строительных Вузов – М.: Издательство АСВ, 2002.
5. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции – М.: Госстрой России, 2012.
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий–М.: Минрег России, 2012.
7. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. – М.: Минрегион России, 2012.
8. СП 23.101.2004 Проектирование тепловой защиты зданий – М.: Госстрой России, 2004.
9. СП 71.13330.2011 Изоляционные и отделочные покрытия– М., 2011.
10. ВСН 53-86 (р). Правила оценки физического износа жилых зданий – М.: Госгражданстрой, 1998.

11. ГОСТ 24699-81. Окна и балконные двери деревянные со стеклопакетами и стеклами для жилых и общественных зданий – М.: Издательство стандартов, 1982.

12. ГОСТ 16289-86. Окна и балконные двери деревянные с тройным остеклением для жилых и общественных зданий – М.: Издательство стандартов, 1987.

13.РД 102-011-89 Охрана труда. Организационно-методические документы.

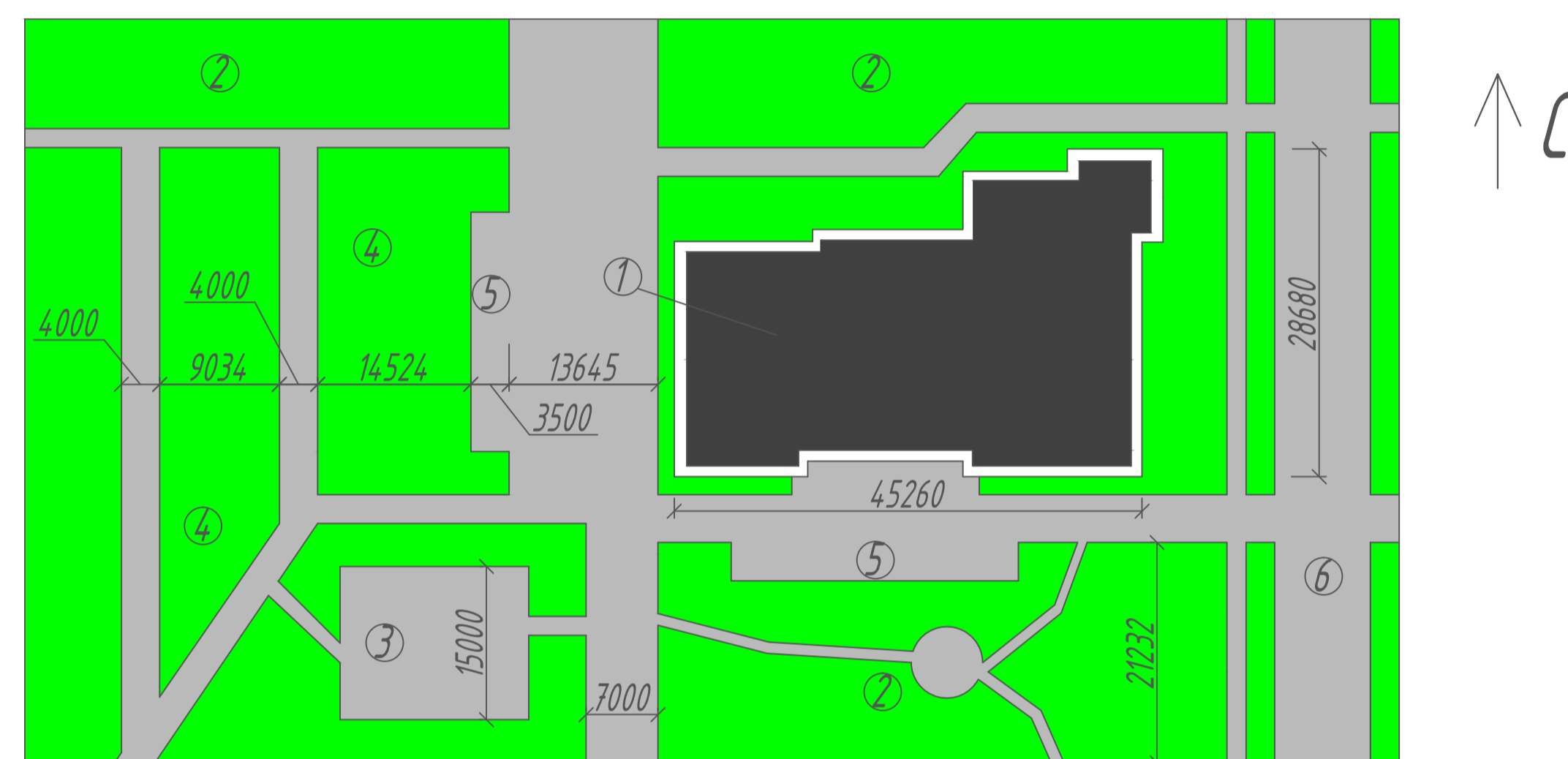
14. ТСН 23-332-2002. Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий Пензенской области



### Фасад в осях 1-13



### Генеральный план



### ТЭП генплана

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь участка, $S_u$	$m^2$	11151
Площадь озеленения, $S_o$	$m^2$	7680
Площадь асфальтирования, $S_a$	$m^2$	2303
Площадь застройки, $S_z$	$m^2$	1168
Плотность застройки, $S_z/S_u$		0,105

### Экспликация

№ поз.	Обозначение
1	Здание
2	Зона отдыха
3	Детская площадка
4	Зона занятия спортом
5	Парковочные места
6	Проезжая часть

Вед. кафедрой	Гришанин А.В.			ВКР -2069059-080301-130967-2017 7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе
Руководитель	Береговой А.М.			
Н. контроля	Викторова О.Л.			
Консультанты				
Архитектура	Береговой А.М.			Жилое здание
ТЭП	Береговой А.М.			
Конструкции	Пучков Ю.М.			Стация
ГОСП	Гарькин И.Н.			
БЖД	Береговой А.М.			Лист
Студент	Качуркин П.В.			
				Листов
				ВКР 1 10
				Фасад в осях 1-13, генеральный план, ТЭП Цветовое решение
				ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

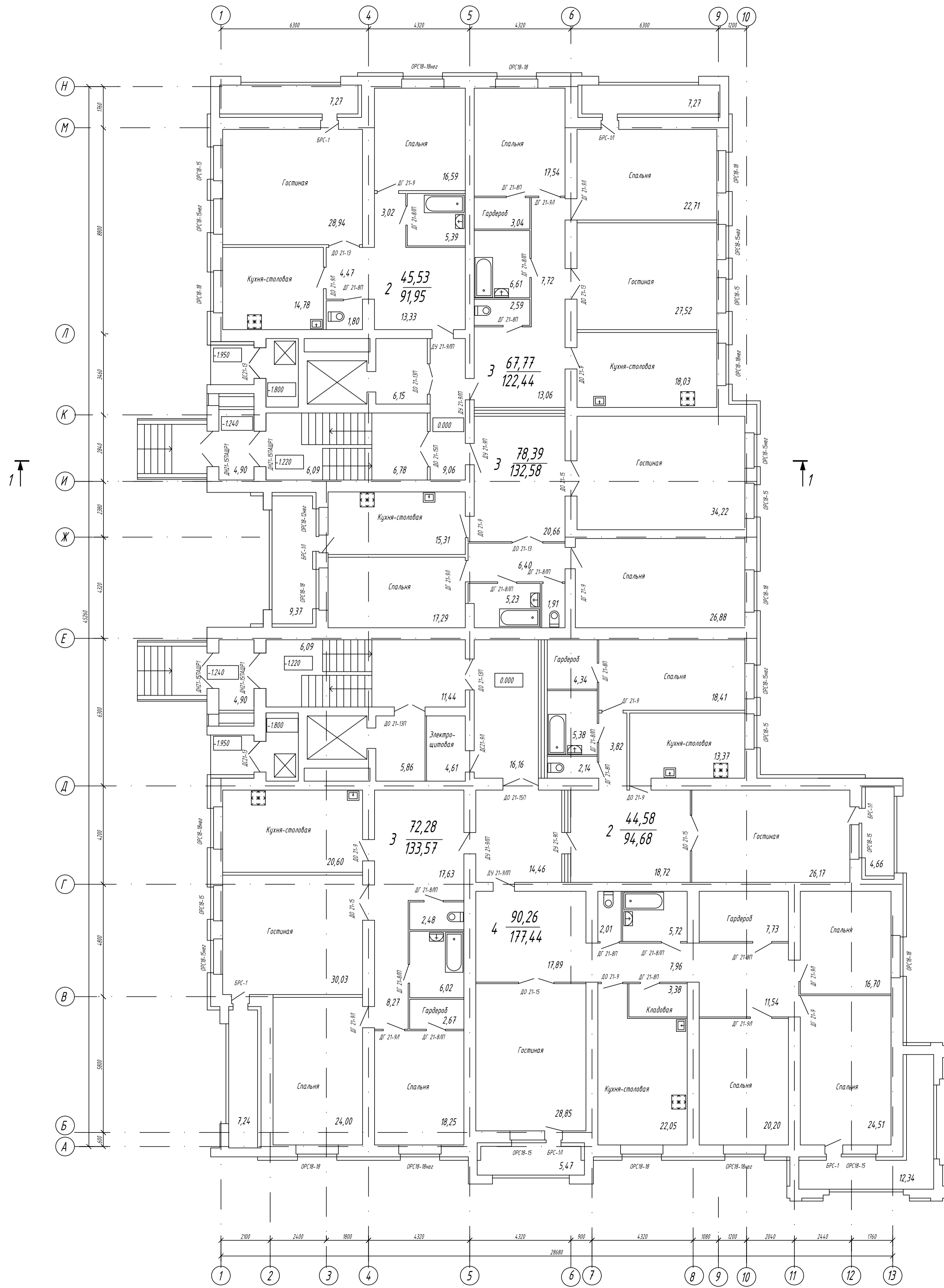
Фасад в осях Н-А



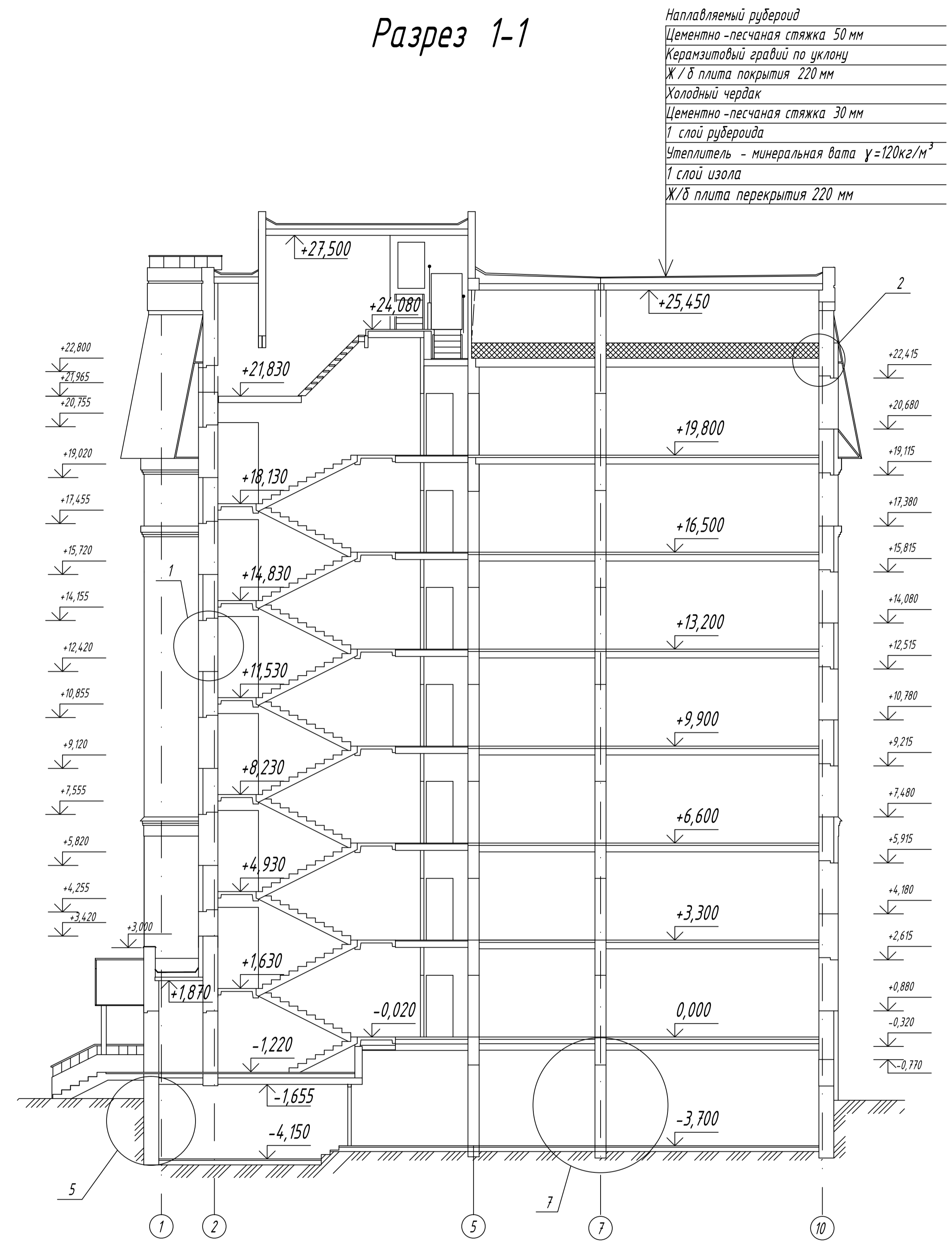
Вед. кафедр	Гришанин А.В.
Руководитель	Береговой А.М.
Н. контроль	Викторова О.Л.
Консультанты	
Архитектура	Береговой А.М.
ТЭЭ	Береговой А.М.
Конструкции	Гуляев В.М.
ГОСП	Гаркин И.Н.
ЭБЖД	Береговой А.М.
Студент	Качуркин П.В.

ВКР -2069059-080301-130967-2017		
7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе		
Жилое здание	Лист	Листов
	ВКР 2	10
Фасад в осях Н-А Цветовое решение	ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45	

# План 1 этажа



# Разрез 1-1

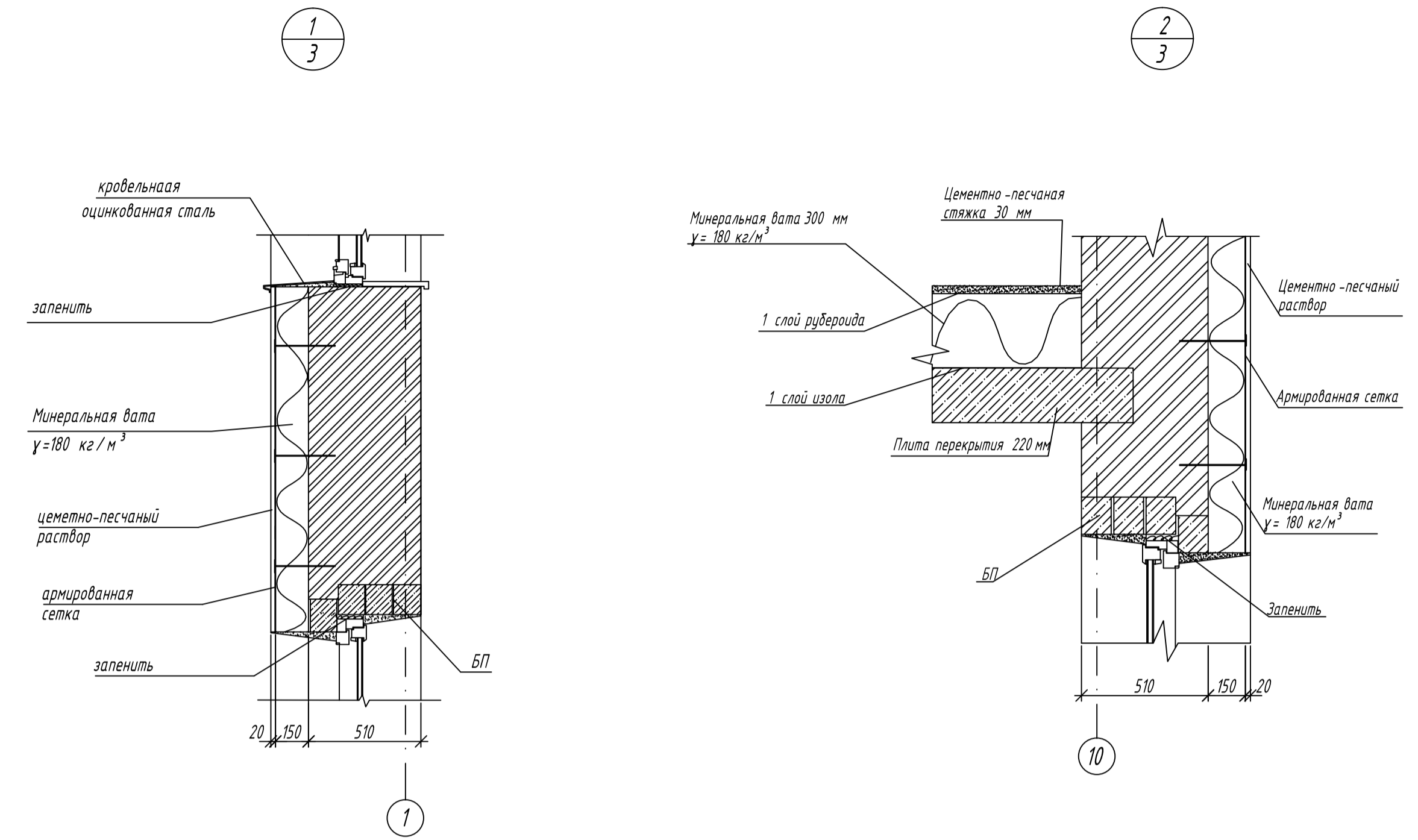
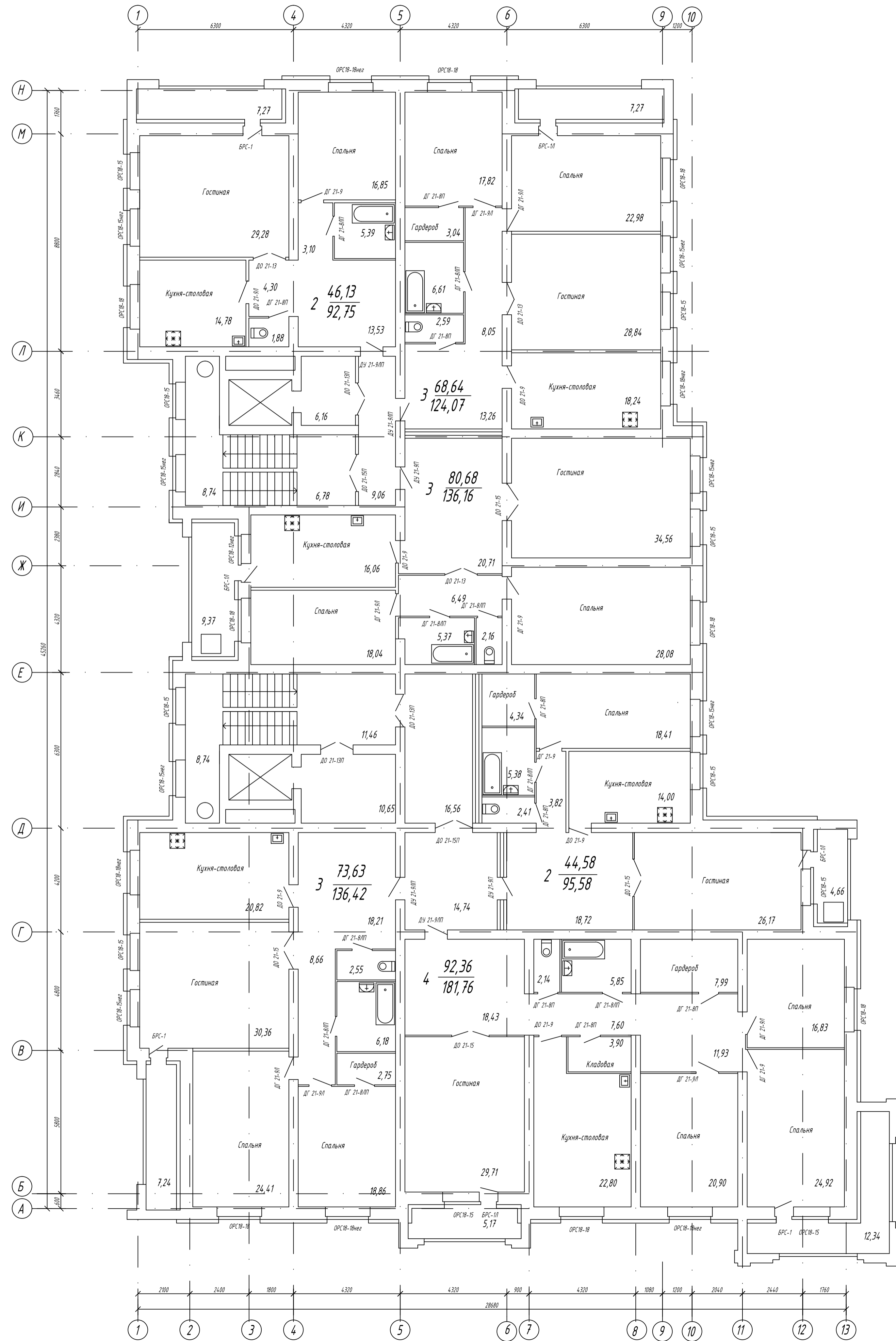


Наплавляемый рубероид
Цементно-песчаная стяжка 50 мм
Керамзитовый гравий по уклону
Ж/б плита покрытия 220 мм
Холодный чердак
Цементно-песчаная стяжка 30 мм
1 слой рубероида
Утеплитель - минеральная вата $\gamma=120\text{кг/м}^3$
1 слой изола
Ж/б плита перекрытия 220 мм

Дир. кафедр:	Григорьев А.В.			
Руководитель:	Береговой А.М.			
Н. контрол:	Викторова О.Л.			
Консультанты:				
Архитектура:	Береговой А.М.			
ГЭЭ:	Береговой А.М.			
Инженер:	Гучков В.М.			
ГЭС:	Гаркин И.Н.			
ЭБЖД:	Береговой А.М.			
Студент:	Качуркин П.В.			

ВКР - 2069059-080301-130967-2017		
7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе		
Жилое здание	Стадия	Лист
План 1 этажа, разрез 1-1	ВКР	3 / 10
	ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45	

# План типового этажа



## Технико-экономические показатели

N п/п	НАИМЕНОВАНИЕ	ЕДИЦМ.	КОЛ-ВО
1.	КОЛИЧЕСТВО КВАРТИР	ШТ.	42
2.	В ТОМ ЧИСЛЕ 2-Х КОМНАТНЫХ	ШТ.	14
3.	3-Х КОМНАТНЫХ	ШТ.	21
4.	4-Х КОМНАТНЫХ	ШТ.	7
5.	ПЛОЩАДЬ ЗАСТРОЙКИ	м <sup>2</sup>	1167,5
6.	ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ КВАРТИР	м <sup>2</sup>	5346,94
7.	ЖИЛАЯ ПЛОЩАДЬ КВАРТИР	м <sup>2</sup>	2920,54
8.	СТРОИТЕЛЬНЫЙ ОБЪЕМ	м <sup>3</sup>	31950,0
9.	В ТОМ ЧИСЛЕ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ	м <sup>3</sup>	4320,0
10.	НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ	м <sup>3</sup>	27630,0
11.	ОБЩАЯ ПЛОЩАДЬ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА	м <sup>2</sup>	1008,71
12.	ПОЛЕЗНАЯ ПЛОЩАДЬ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА	м <sup>2</sup>	892,2
13.	РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ ЦОКОЛЬНОГО ЭТАЖА	м <sup>2</sup>	757,0

Дир. кафедр:	Григорьев А.В.
Руководитель:	Береговой А.М.
Ч. контроля:	Викторова О.Л.
Консультанты:	
Архитектура:	Береговой А.М.
ТЭЭ:	Береговой А.М.
Конструкции:	Луцкий В.М.
ГОСП:	Гаркин И.Н.
БЖД:	Береговой А.М.
Студент:	Качуркин П.В.

ВКР - 2069059-080301-130967-2017

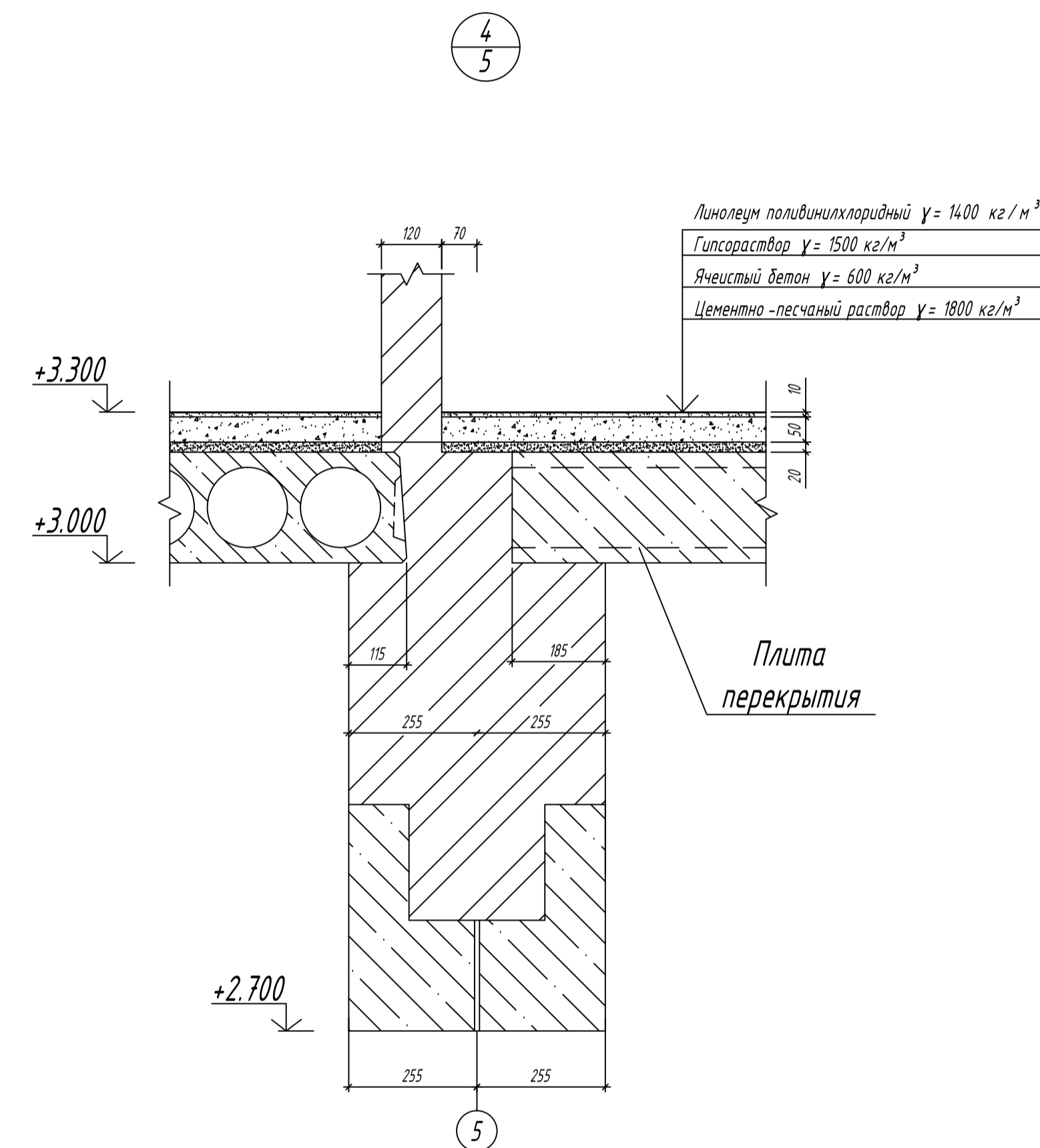
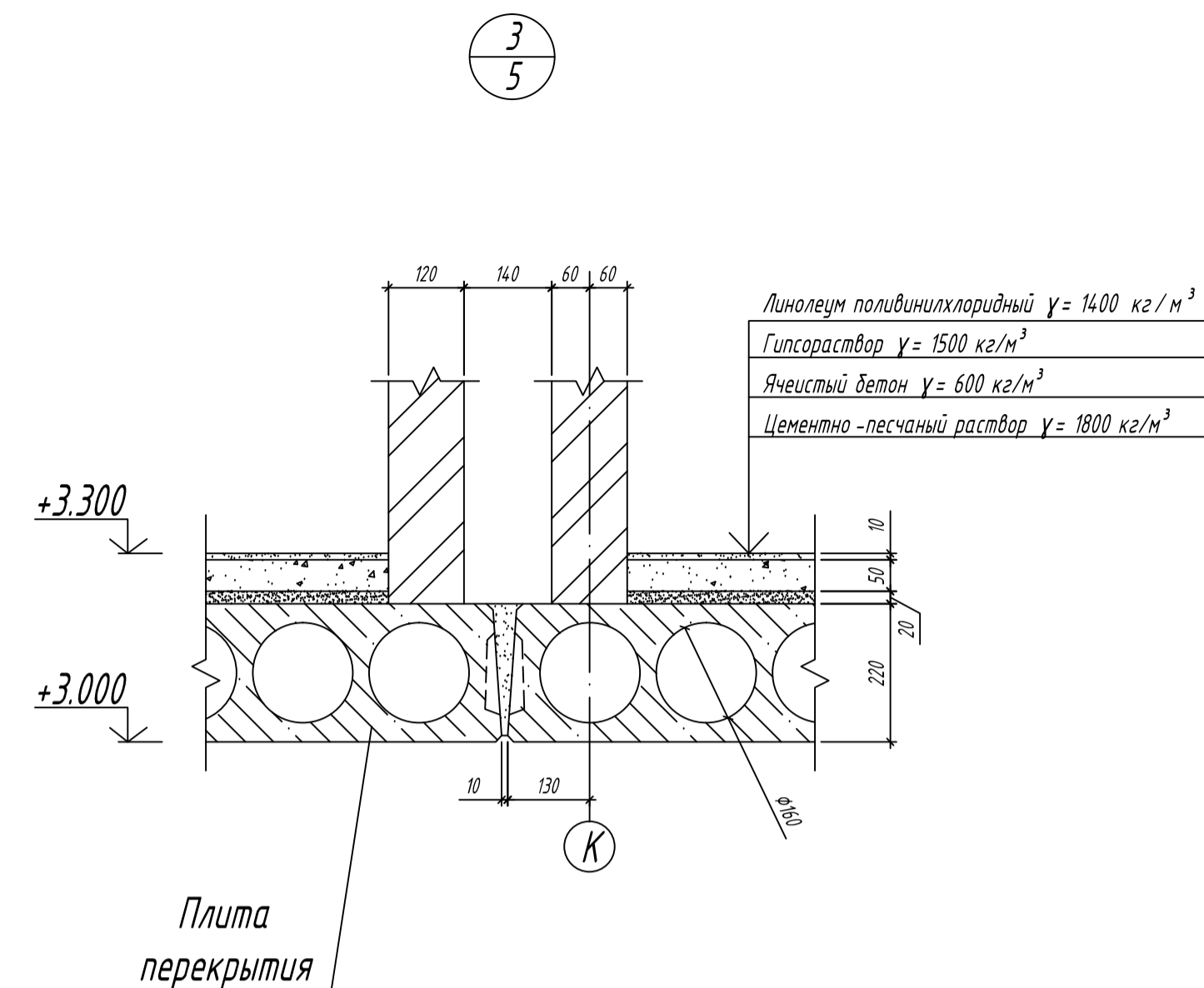
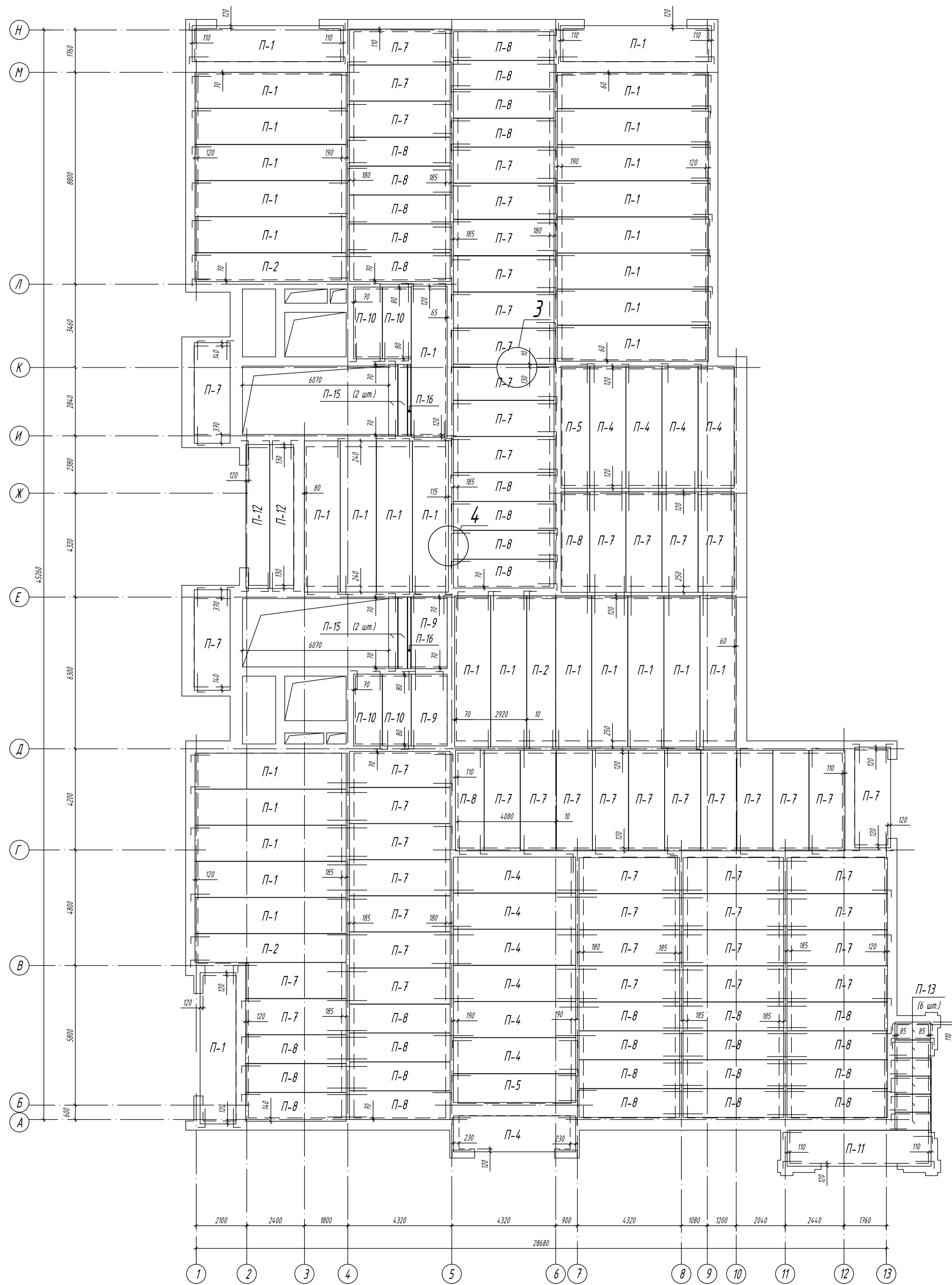
7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе

Жилое здание

План типового этажа, узлы 1, 2, технико-экономические показатели

Стация	Лист	Листов
ВКР	4	10
ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45		

# План плит перекрытия



## СПЕЦИФИКАЦИЯ

Марка, поз.	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг
П-1	ПК 63.15	33	2975
П-2	ПК 63.12	3	2250
П-4	ПК 51.15	11	2425
П-5	ПК 51.12	2	1825
П-7	ПК 42.15	50	2020
П-8	ПК 42.12	34	1525
П-9	ПК 30.15	2	1470
П-10	ПК 30.12	4	1110
П-11	ПК 60.15	1	2850
П-12	ПК 60.10	2	1775

Рав. кафедры	Береговой А.М.
Руководитель	Береговой А.М.
И. контроль	Викторова О.Л.
Консультанты	
Архитектура	Береговой А.М.
ГЗЗ	Береговой А.М.
Конструкции	Лыков Ю.М.
ГОСП	Саркис И.И.
ЭБЖД	Береговой А.М.
Студент	Качуркин П.В.

ВКР -2069059-080301-130967-2017

7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе

Жилое здание

План плит перекрытия, узлы 3, 4, спецификация

Страница 5

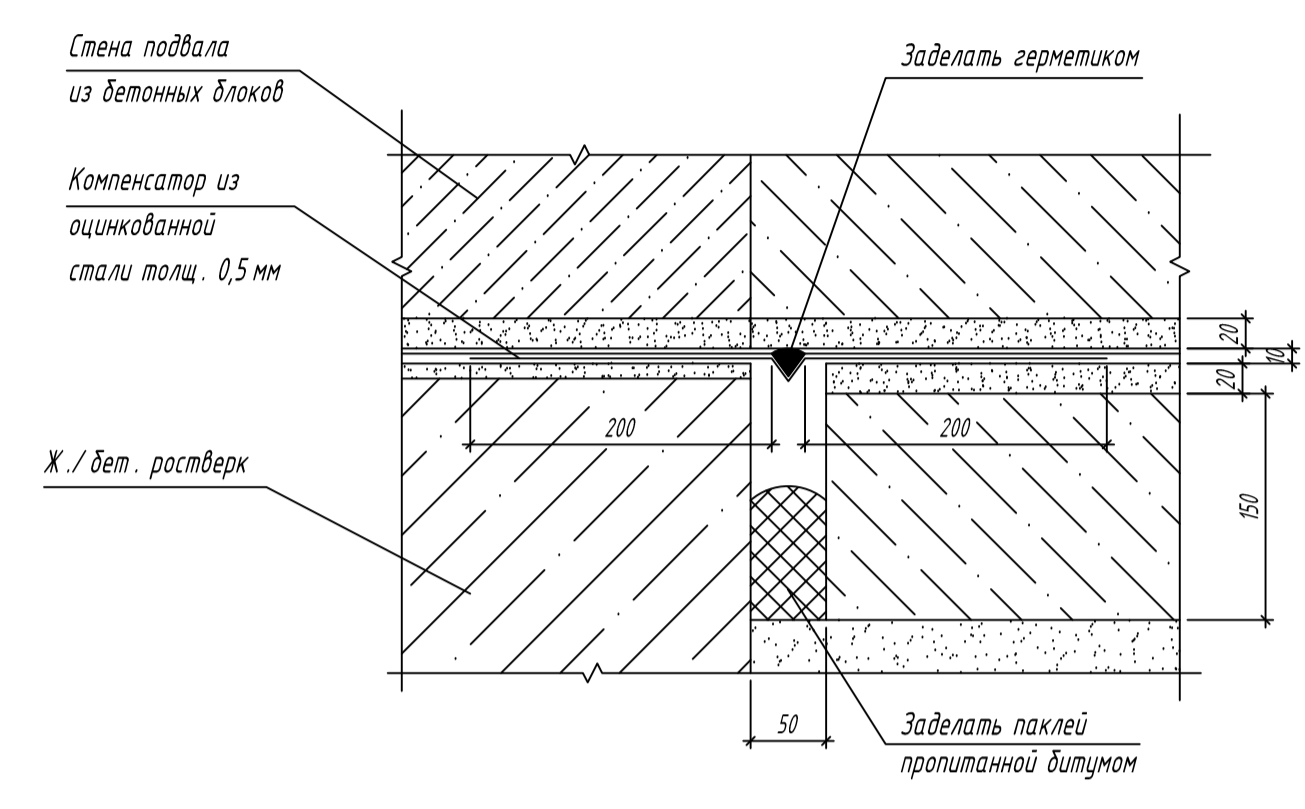
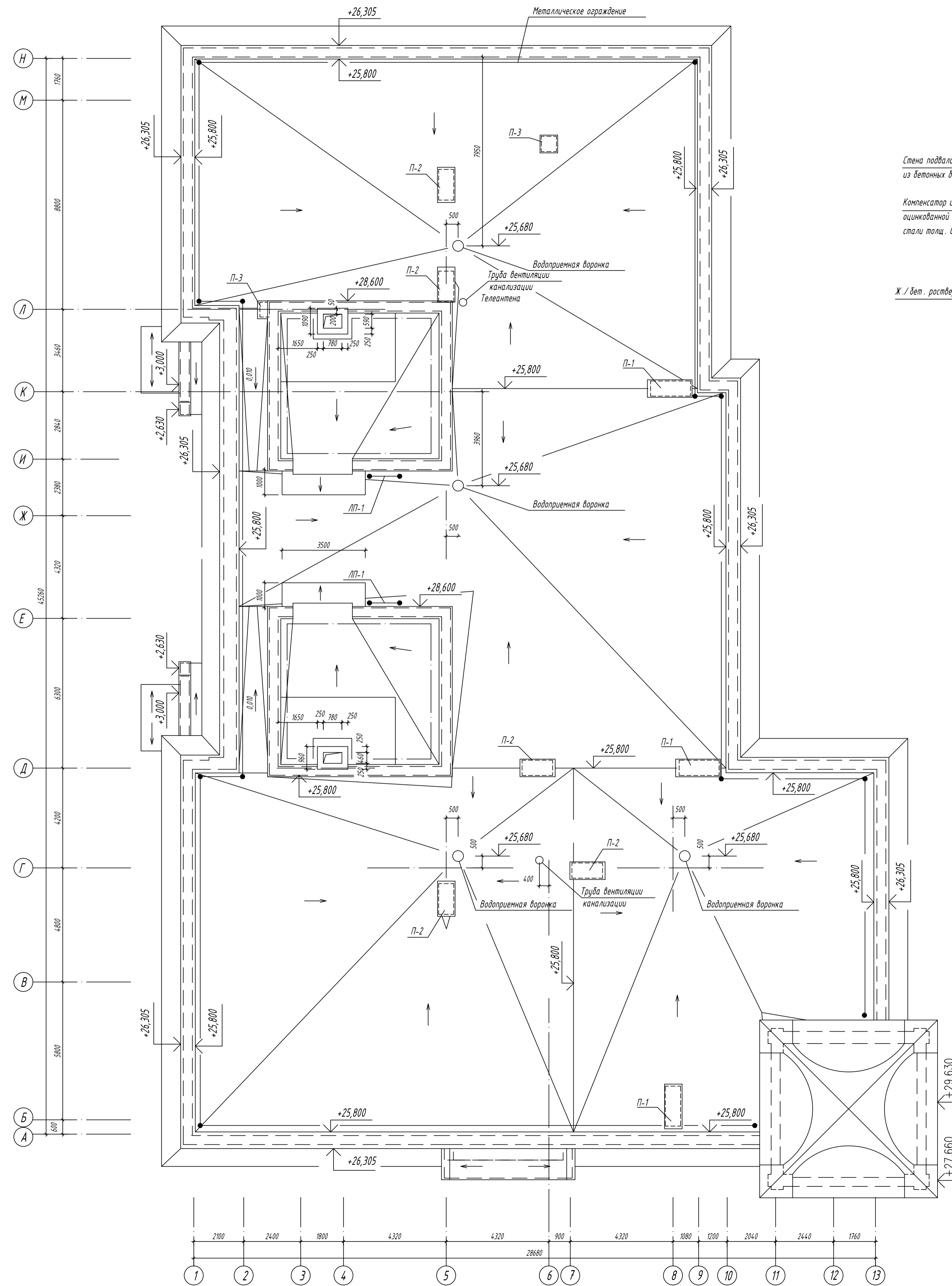
Лист 10

ВКР

ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

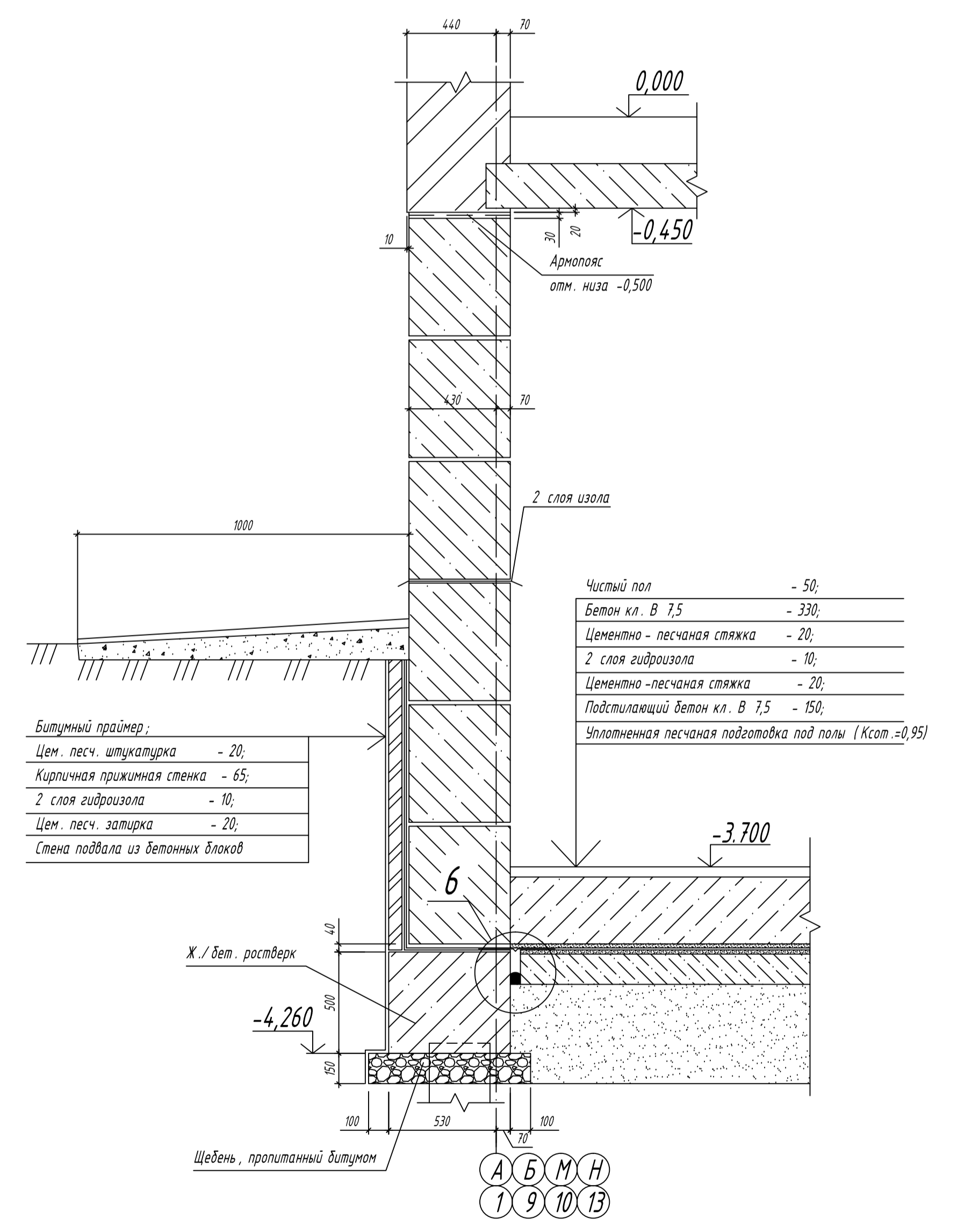


# План кровли



6/6

5/3



Ж./бет. растверк

-4,260

Щебень, пропитанный битумом

А Б М Н  
1 9 10 13

Рав. кафедры	речников А.В.
Руководитель	Береговой А.М.
И. контроля	Викторова О.Л.
Консультанты	
Архитектура	Береговой А.М.
ГЗЭ	Береговой А.М.
Конструкция	Лычков Ю.М.
ГОСП	Саржан И.Н.
ЭБЖД	Береговой А.М.
Студент	Качуркин П.В.

ВКР -2069059-080301-130967-2017

7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе

Жилое здание

План кровли, узлы 5, 6

Стадия	Лист	Листов
ВКР	6	10

ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

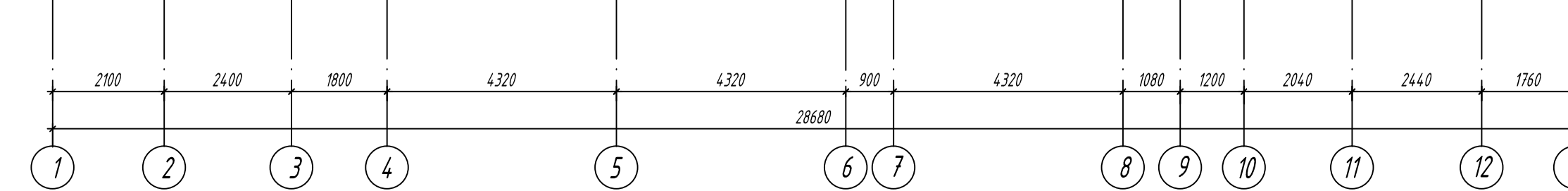
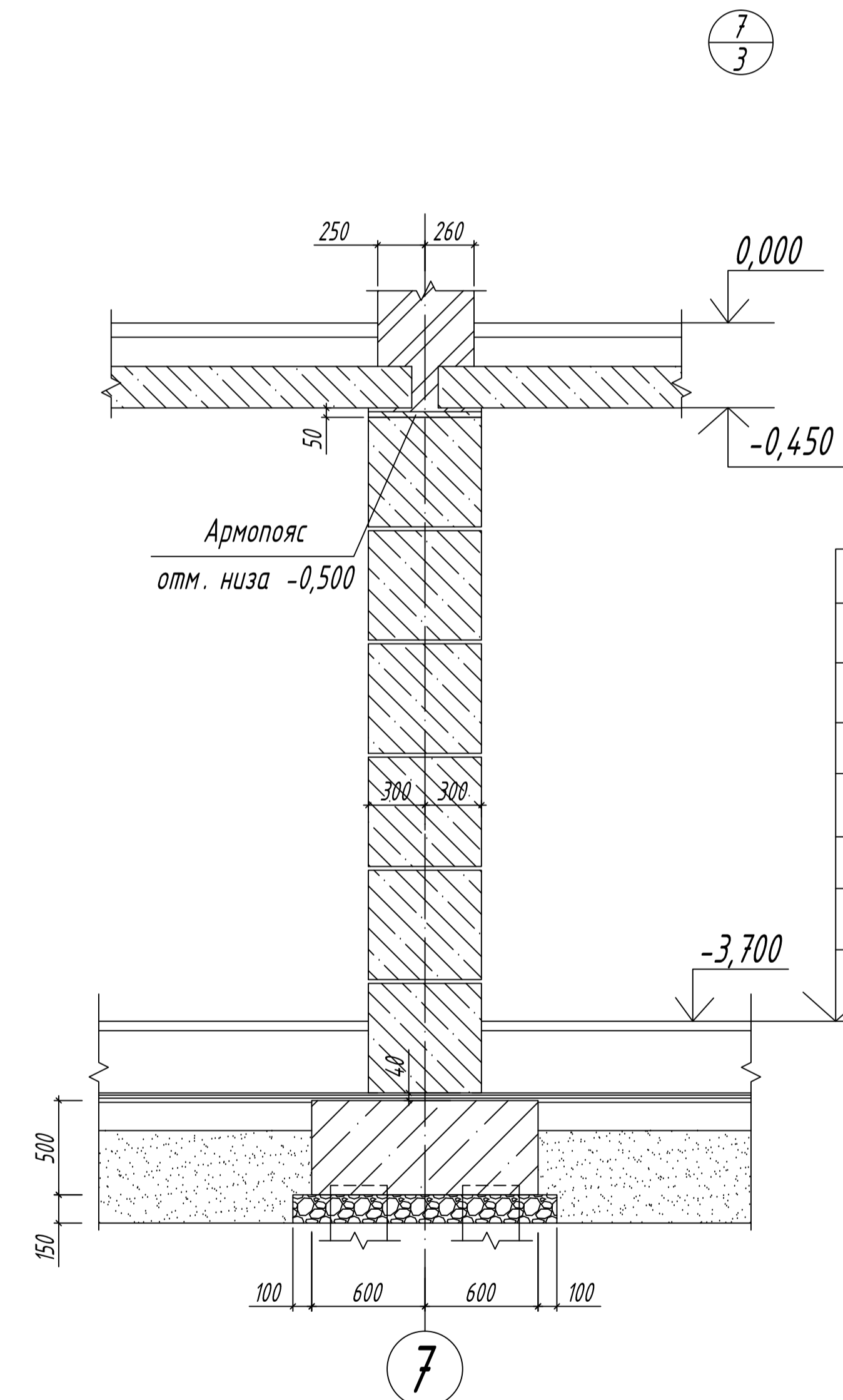
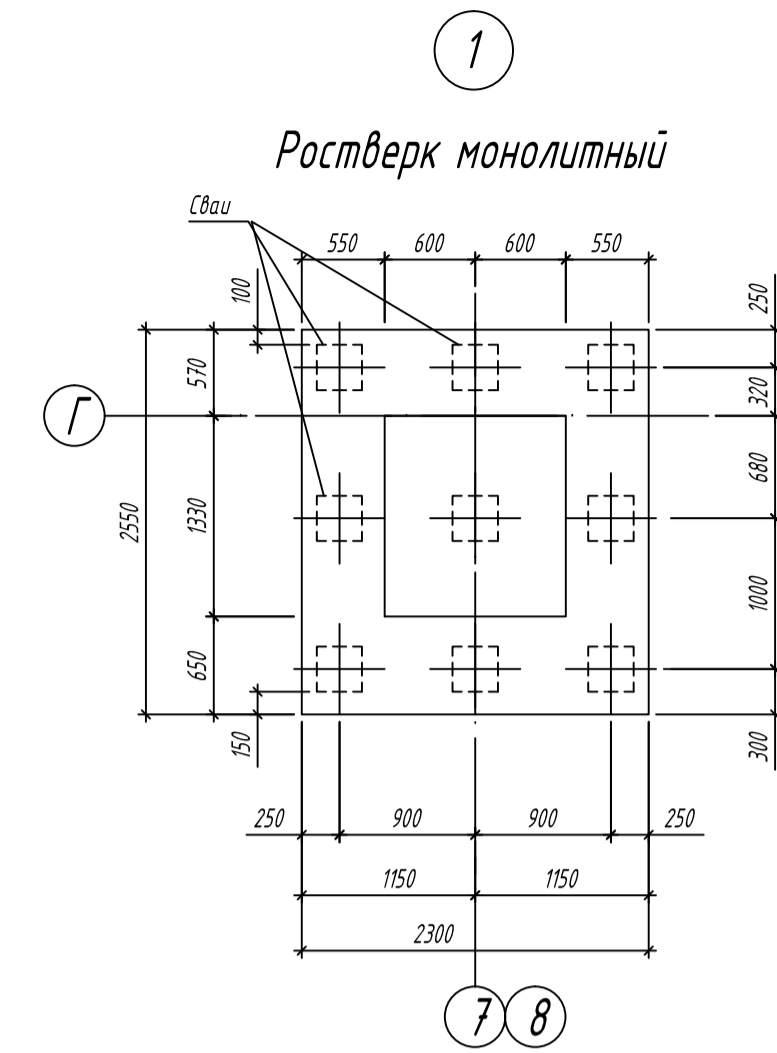
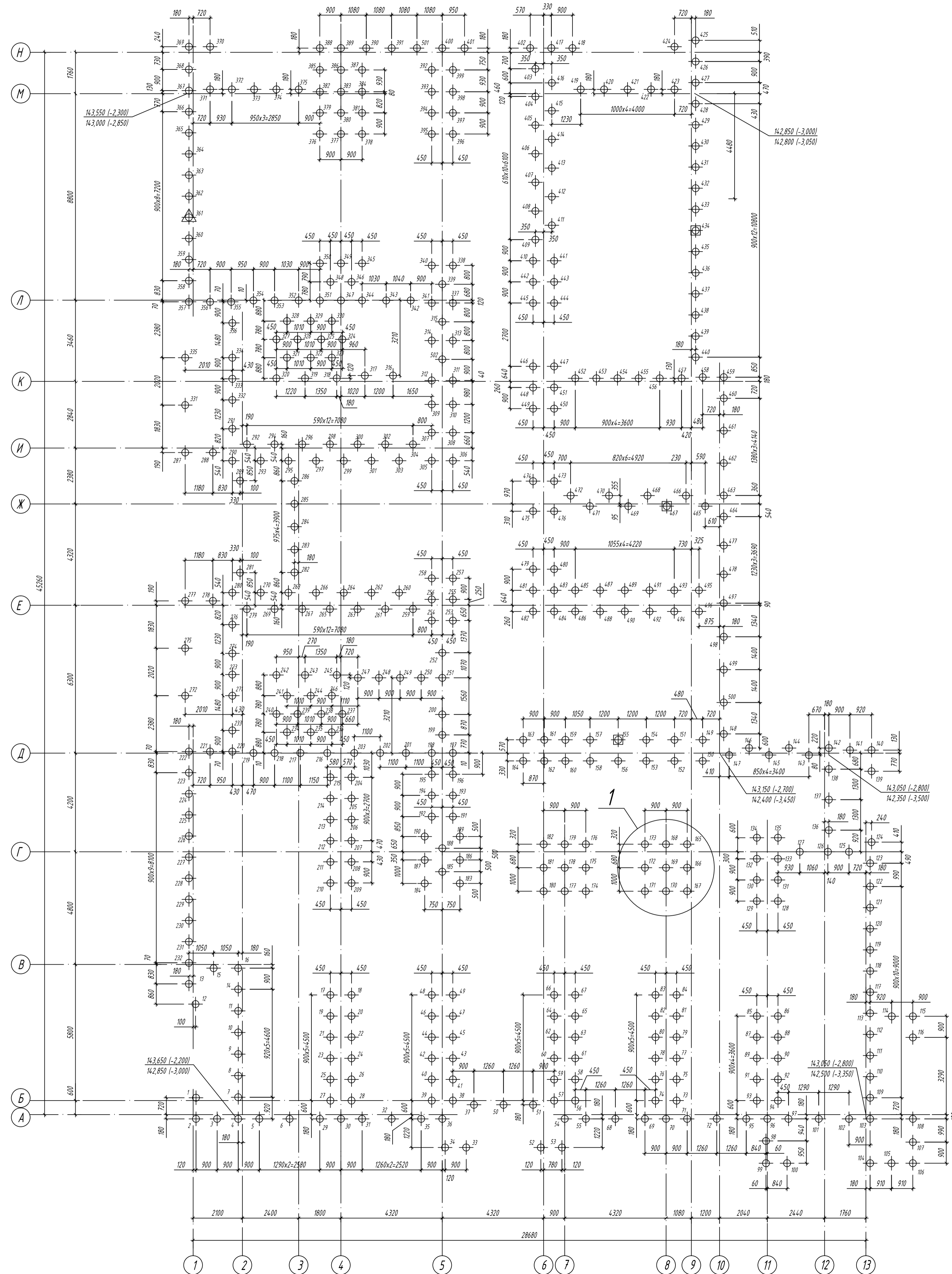


Схема расположения  
фундаментных свай

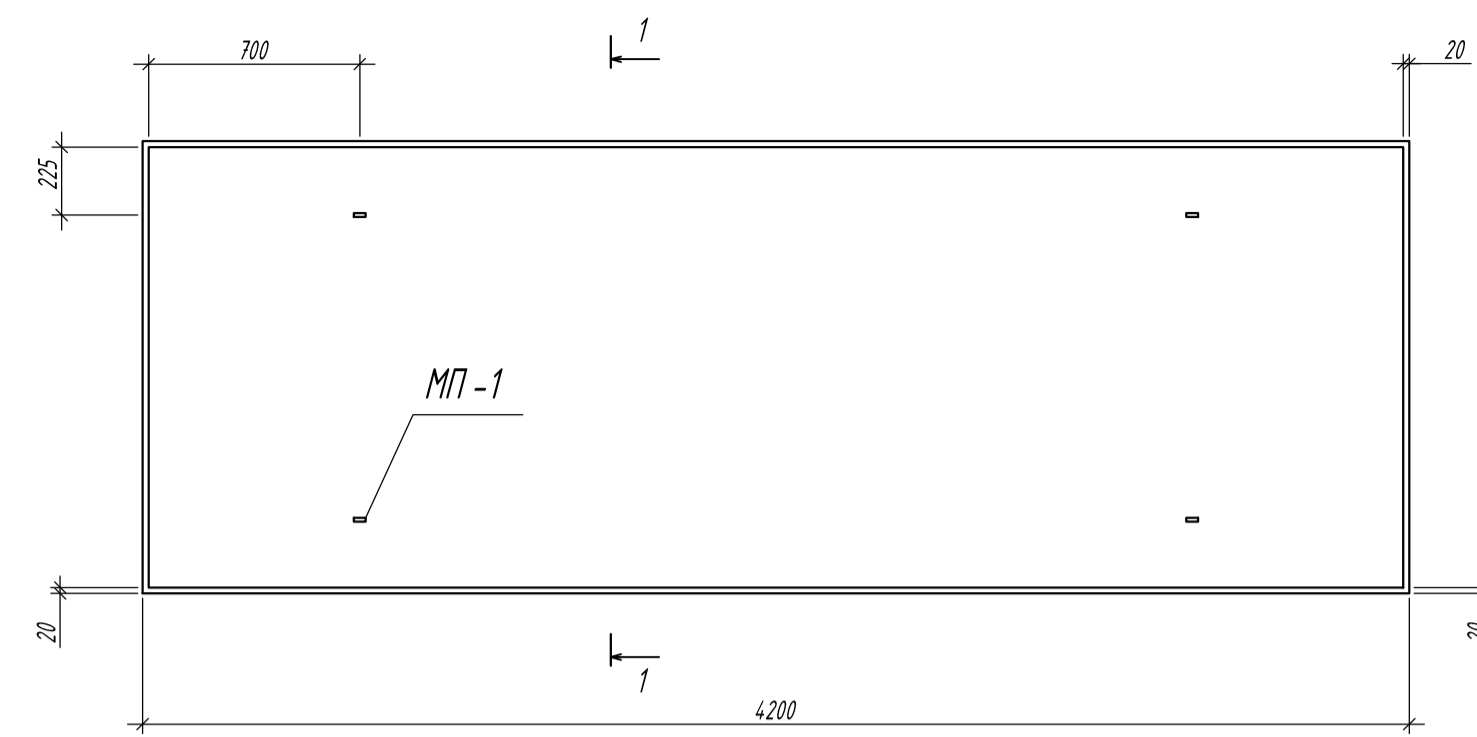


- Чистый пол - 50;
- Бетон кл. В 7,5 - 330;
- Цем. песч. стяжка - 20;
- 2 слоя изола - 10;
- Цем. песч. стяжка - 20;
- Подстилающий бетон - 150;
- Уплотненная песчаная подготовка под полы (Ксот.=0,95)

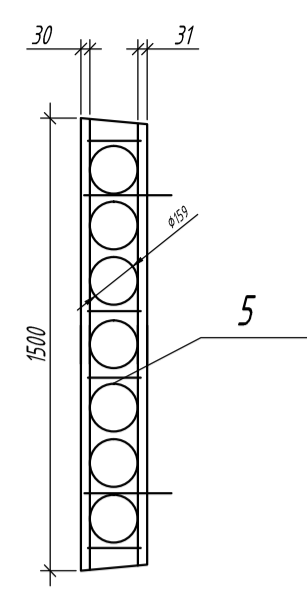
Рав. кафедры	Береговой А. В.
Руководитель	Береговой А. М.
И. контроль	Викторова О. Л.
Консультанты	
Архитектура	Береговой А. М.
ГЭС	Береговой А. М.
Конструкция	Лычков Ю. М.
ГОСП	Саржин И. Н.
ЭВМ	Береговой А. М.
Студент	Качушкин П. В.

ВКР -2069059-080301-130967-2017		
7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе		
Жилое здание	Стация	Лист
	ВКР	7
		10
Схема расположения фундаментных свай, ростверк монолитный, узел 7		ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

Опалубочный чертеж плиты ПК 42-15 (1:25)



1-1



Опалубочный чертеж лестничного марша (1:50)

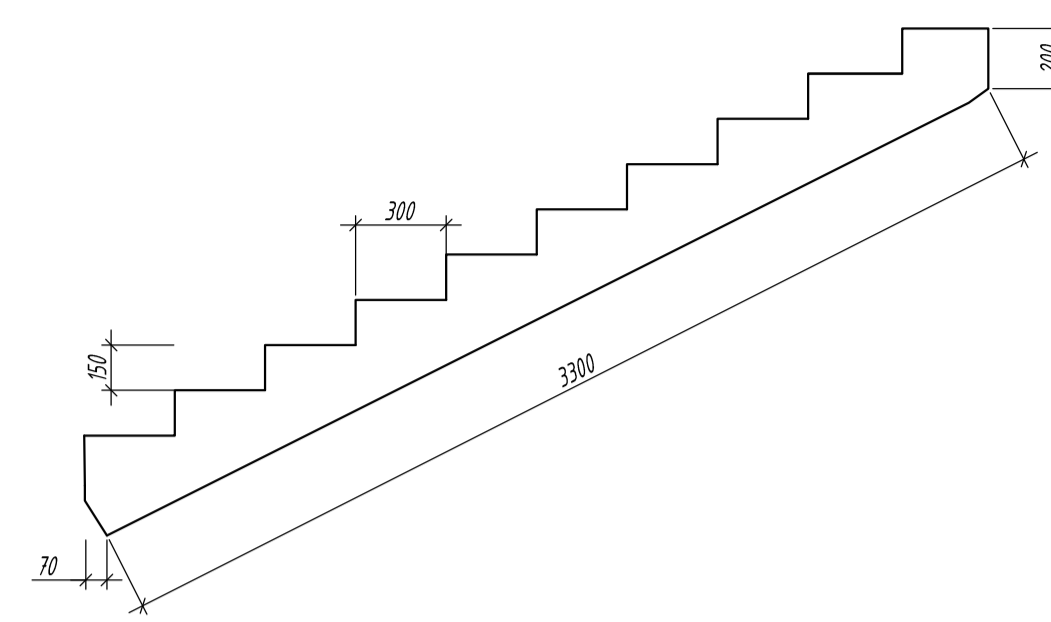
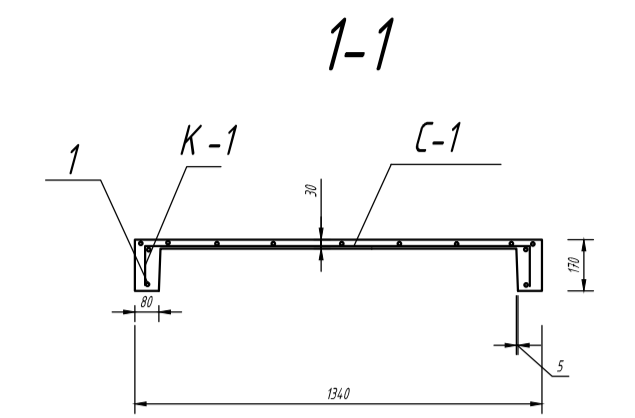
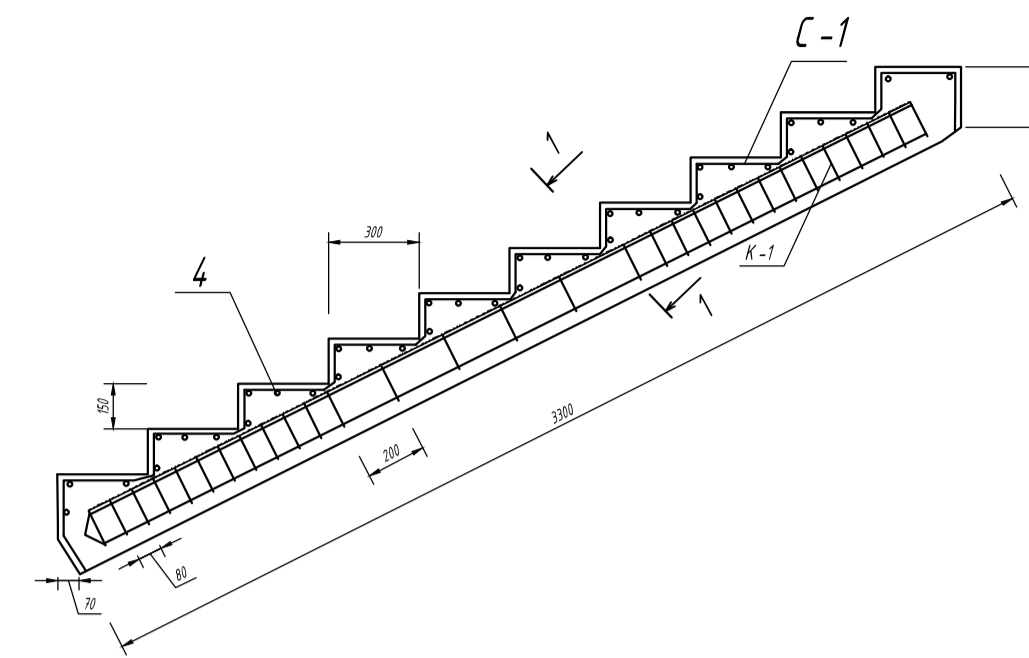
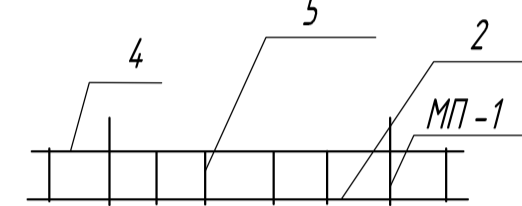


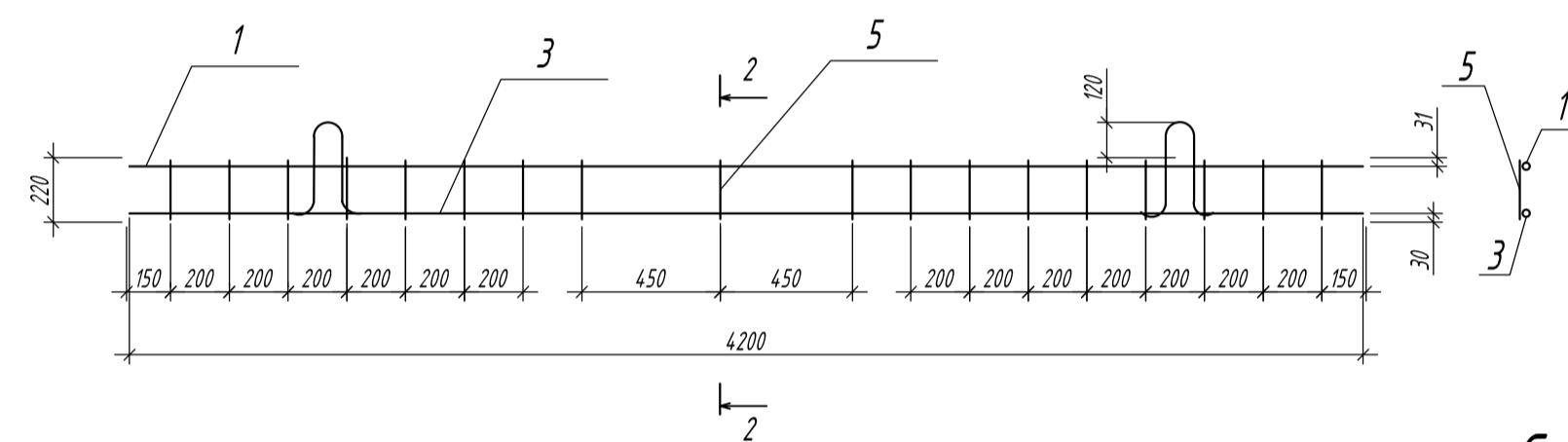
Схема армирования лестничного марша (1:50)



Объемный каркас К-2 (1:25)

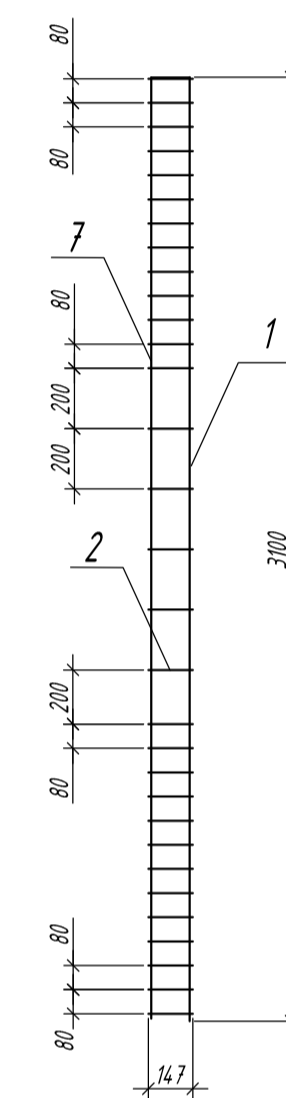


Плоский каркас К-1 (1:25)

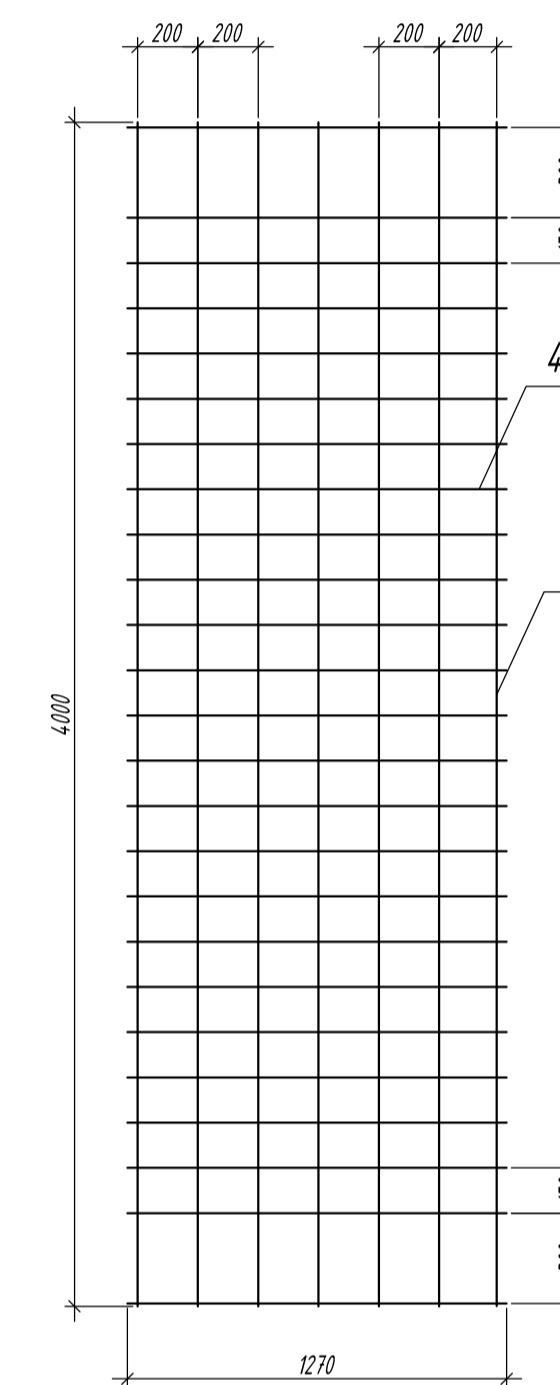


2-2

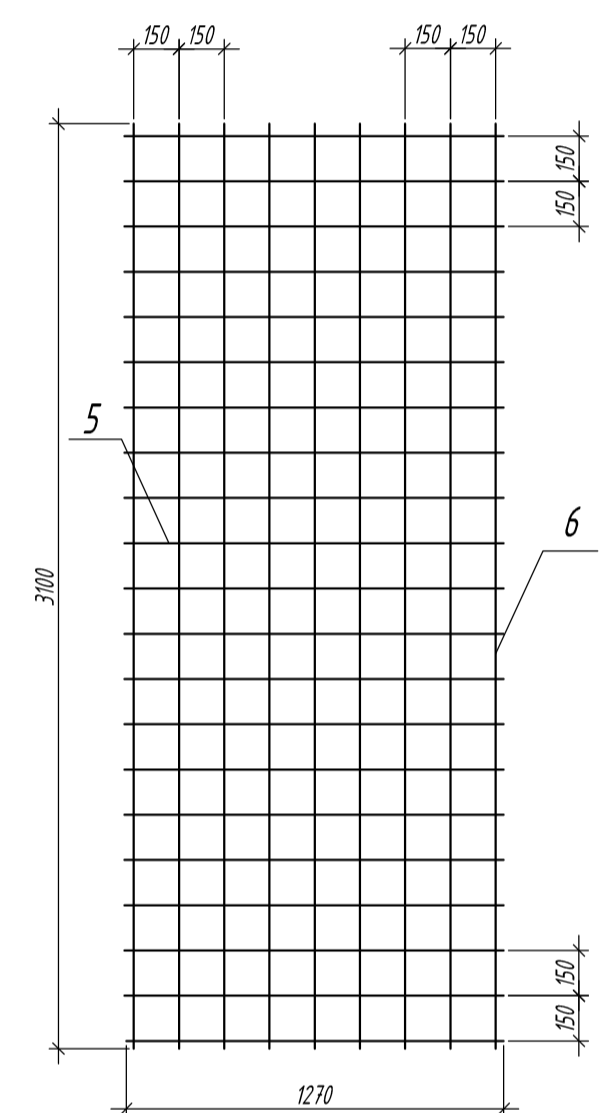
Каркас плоский К-1 (1:50)



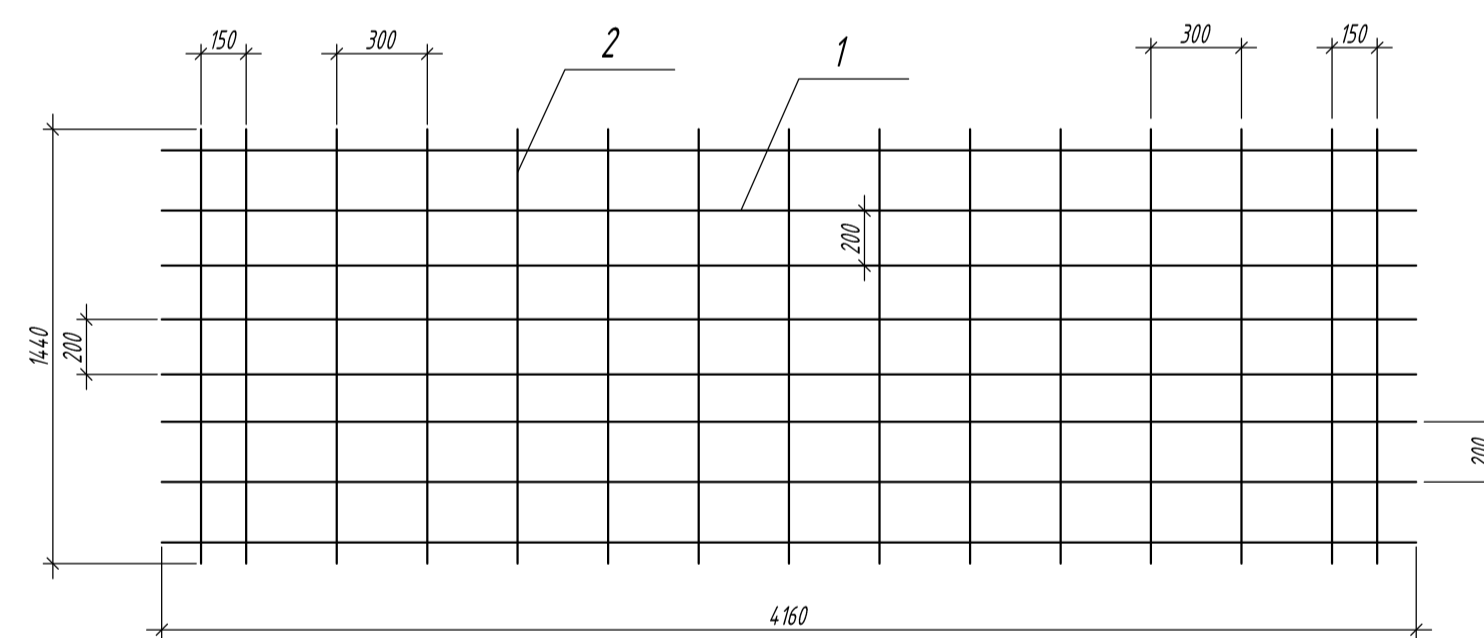
С-1 (1:50)



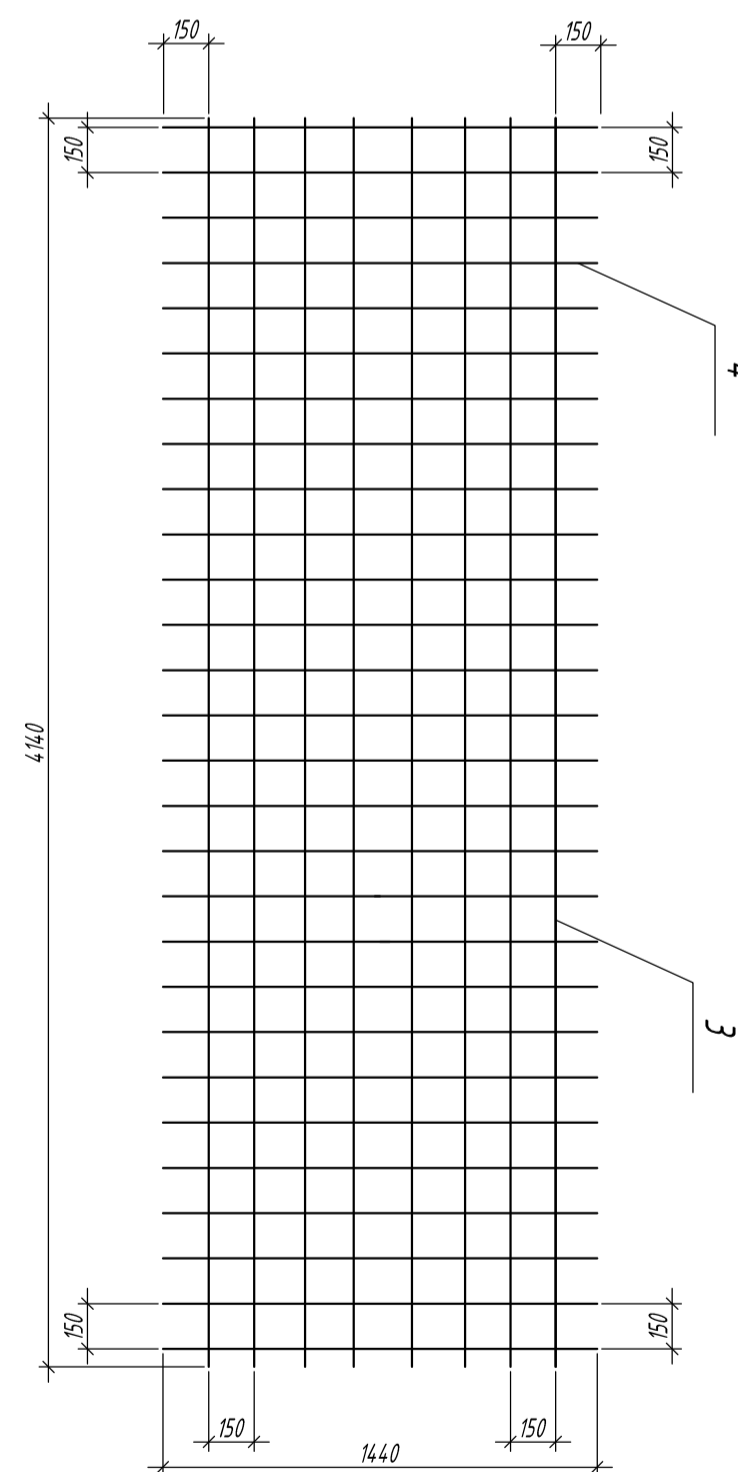
С-2 (1:50)



С-1 (1:25)



С-2 (1:25)



Спецификация

Каркас	Поз.	Арматура	Кол.-во	Масса ед., кг	Общая масса, кг
С-1	1	А-III (Ø8) l=5960	10	0,395	23,54
	2	А-III (Ø8) l=1940	21	0,395	16,09
С-2	3	Вр-1 (Ø5) l=5940	12	0,144	10,26
	4	Вр-1 (Ø5) l=1940	40	0,144	11,17
К-2	5	А-III (Ø8) l=200	22	1,208	5,32
МП-1		А-III (Ø16) l=325	4	1,578	2,05
					68,43

Спецификация

Каркас	Поз.	Арматура	Кол.-во	Масса ед., кг	Общая масса, кг
К-1	1	А-III (Ø14) l=3100	2	1,208	7,5
	2	А-III (Ø8) l=150	31	0,395	1,8
	7	А-III (Ø8) l=3100	11	0,144	4,9
С-1	3	А-III (Ø8) l=4000	7	0,395	11,1
	4	А-III (Ø8) l=3100	25	0,222	17,2
С-2	5	Вр-1 (Ø5) l=1270	21	0,144	3,85
	6	Вр-1 (Ø5) l=3100	9	0,144	4,02
МП-1		А-III (Ø16) l=500	2	1,578	1,58
					51,95

Зав. кафедрой	Григорьев А.В.
Руководитель	Береговой А.М.
Н. контроль	Викторова О.Л.
Консультанты	
Архитектура	Береговой А.М.
ГЭС	Береговой А.М.
Конструкции	Пучков Ю.М.
ГОСП	Гарькин И.Н.
ЭЖД	Береговой А.М.
Студент	Качирикин П.В.

ВКР -2069059-080301-130967-2017

7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе

Жилое здание

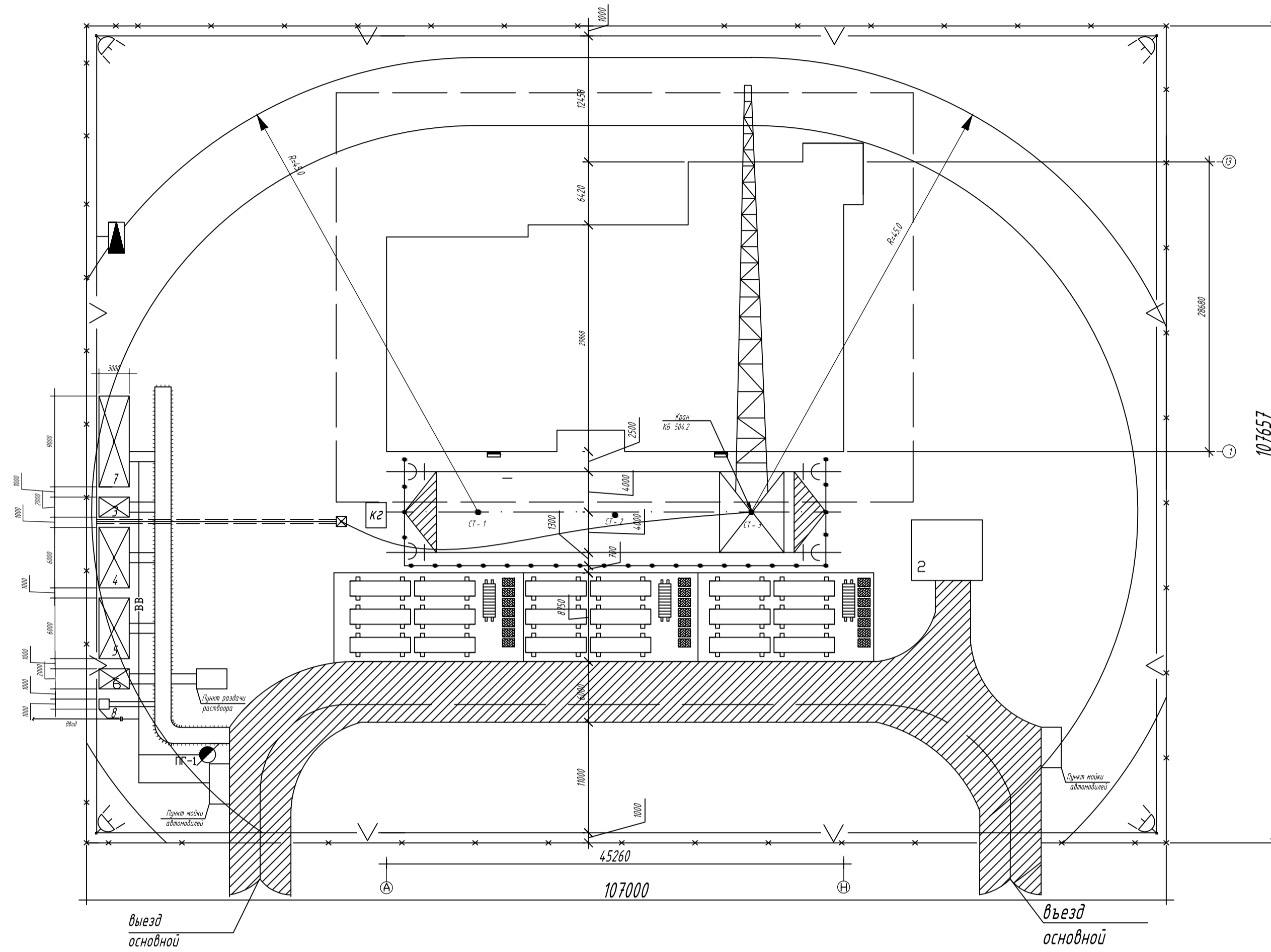
Опалубочные чертежи плиты и лестничного марша, разрез 1-1, 2-2, каркас плоский К-1, С-1, С-2, объемный каркасы, спецификации

Студия Лист Листов

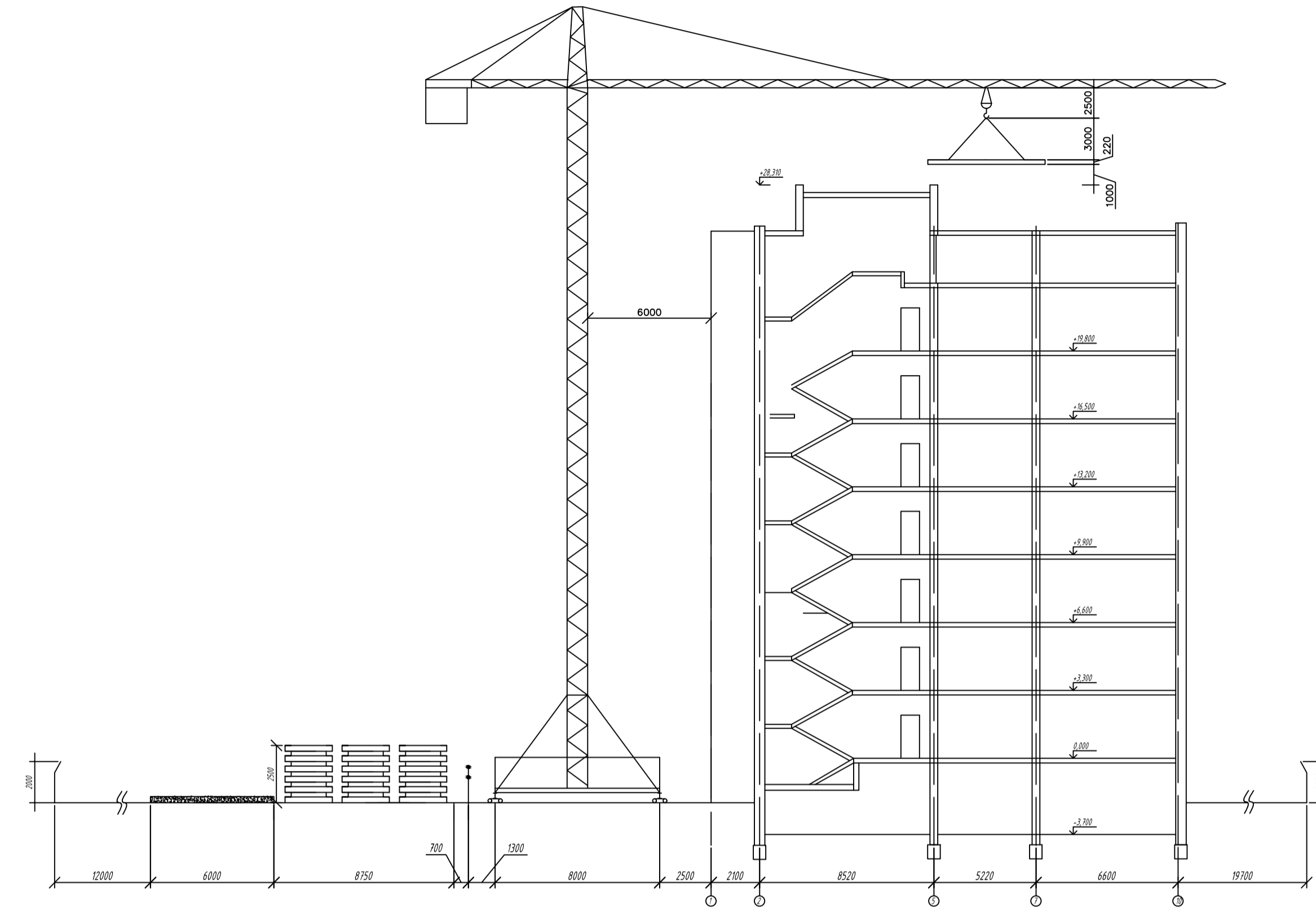
ВКР 8 10

ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

# Стройгенплан (1:500)



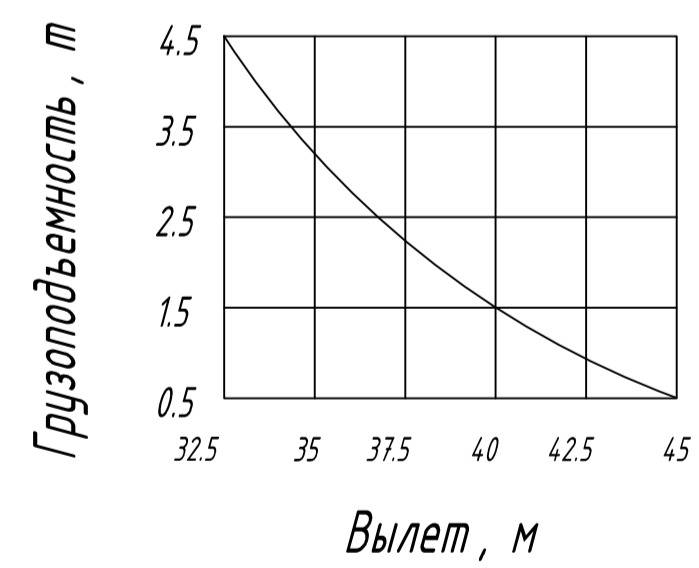
# Разрез 1-1



## Техника безопасности при производстве работ

1. Опасную зону оградить или обозначить предупредительными знаками.
2. При погрузке и разгрузке автотранспорта водитель должен находиться вне опасной зоны.
3. Кран установить на спланированной площадке с учетом обеспечения безопасных расстояний (если требуется паспортная характеристика – кран устанавливает на все выносные опоры).
4. Запрещается перемещать грузы краном над кабиной автомобиля.
5. Запрещается производить погрузку и разгрузку автомобиля, если в кузове или кабине находятся люди.
6. Для входа и выхода из кузова предусмотреть приставные инвентарные лестницы.
7. При подъеме груза из кузова автомобиля следить за тем, чтобы груз не был зажат.
8. При погрузке и разгрузке длинномерных грузов необходимо применять инвентарные оттяжки и крючки.
9. Складирование грузов производить с применением подкладок и прокладок. Ослаблять натяжение стропов разрешается после проверки надежности установки грузов.
10. При подъеме стрелы необходимо следить, чтобы она не поднималась выше положения, соответствующего наименьшему рабочему вылету.

## Характеристика крана КБ 504.2



## Технико-экономические показатели

1. Площадь строительной площадки - 8654 м<sup>2</sup>.
2. Площадь занимаемая постоянными сооружениями - 1298 м<sup>2</sup>.
3. Площадь занимаемая временными зданиями - 66 м<sup>2</sup>.
4. Протяженность временных автодорог - 100 м.
5. Протяженность временного водопровода - 344 м.
6. Протяженность временного ограждения - 354 м.
7. Протяженность временной осветительной линии - 345 м.

## Экспликация временных зданий

Поз.	Наименование	Ед. изм. м <sup>2</sup>	Кол-во	Габариты МХМ	Тип здания
1	Открытый склад	624	1	52x12	
2	Закрытый склад	42	1	7x6	
3	Прорабская	6	1	3x2	Конт.
4	Гардеробная	18	1	3x6	Конт.
5	Душевая/Умывальная	18	1	3x6	Конт.
6	Сушильная	6	1	3x2	Конт.
7	Помещения для обогрева и отдыха	27	1	3x9	Конт.
8	Биотуалет	2	1		

## Условные обозначения

— ВВ —	Временный водопровод
— * —	Временные ограждения
⊕	Прожекторные установки
▲	Трансформатор "СКТП-100-6/10/0.4"
⊙	Пожарный гидрант
— √ —	Временное электрическое освещение
⊙	Кран Башенный
□	Строящееся здание
▬	Распределительный щит
●—●	Ограждения крана
□	Место складирования плит перекрытия
▤	Место складирования лестничных маршей
▥	Место складирования кирпича
▧	Асфальтированная автоб. дорога

Рав. кафедры	Береговой А.В.				
Руководитель	Береговой А.М.				
Н. контроля	Викторова О.Л.				
Консультанты					
Архитектура	Береговой А.М.				
ГЗЗ	Береговой А.М.				
Конструкции	Лычков Ю.М.				
ГОСП	Саржан И.Н.				
ЭБЖД	Береговой А.М.				
Студент	Качуркин П.В.				

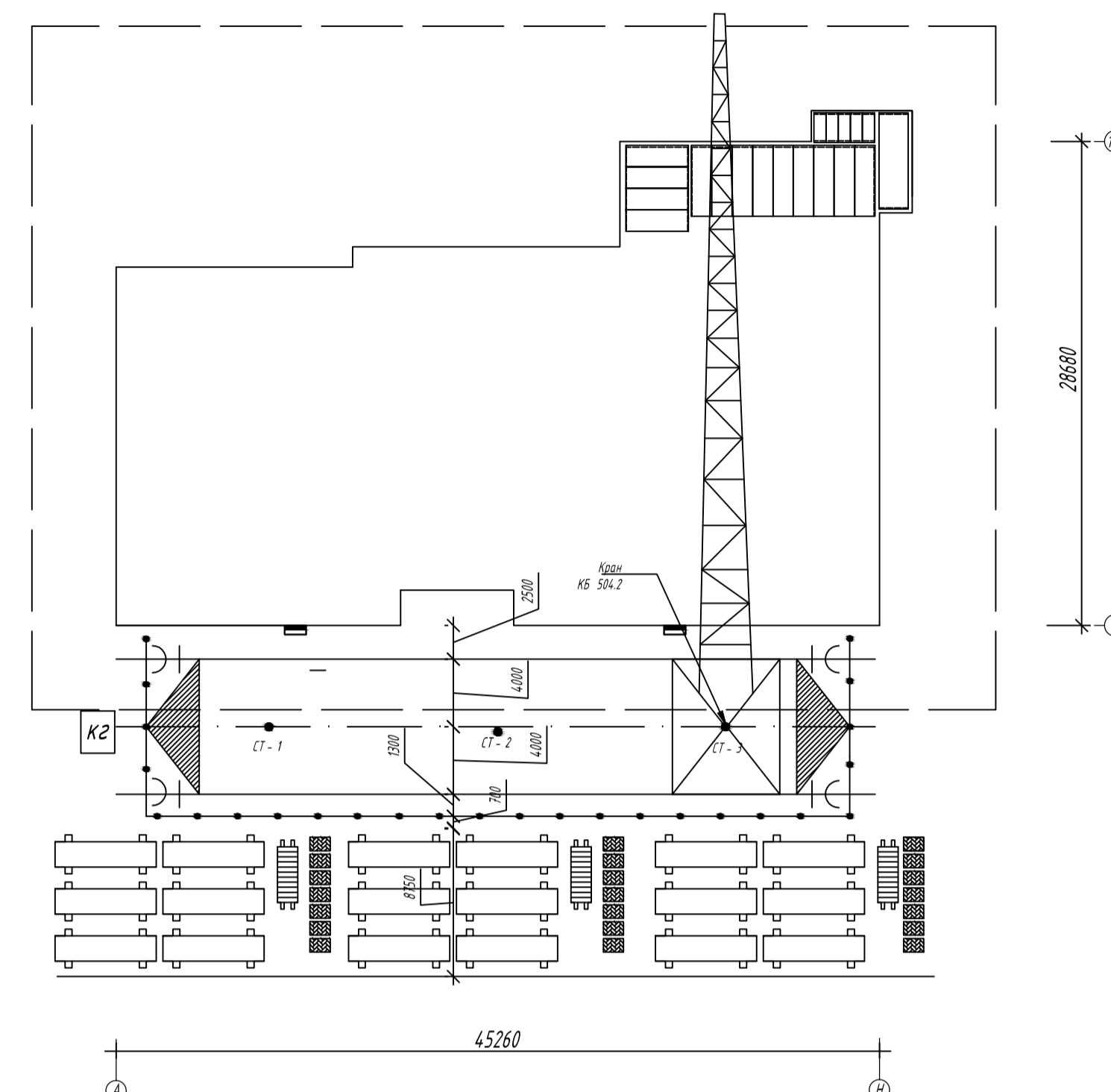
ВКР -2069059-080301-130967-2017		
7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе		
Жилое здание	Стадия	Лист
	ВКР	9
		10
Стройгенплан, разрез 1-1 техника-экономические показатели, экспликация временных сооружений, техника безопасности		ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45

## План производства работ

## График трудового процесса

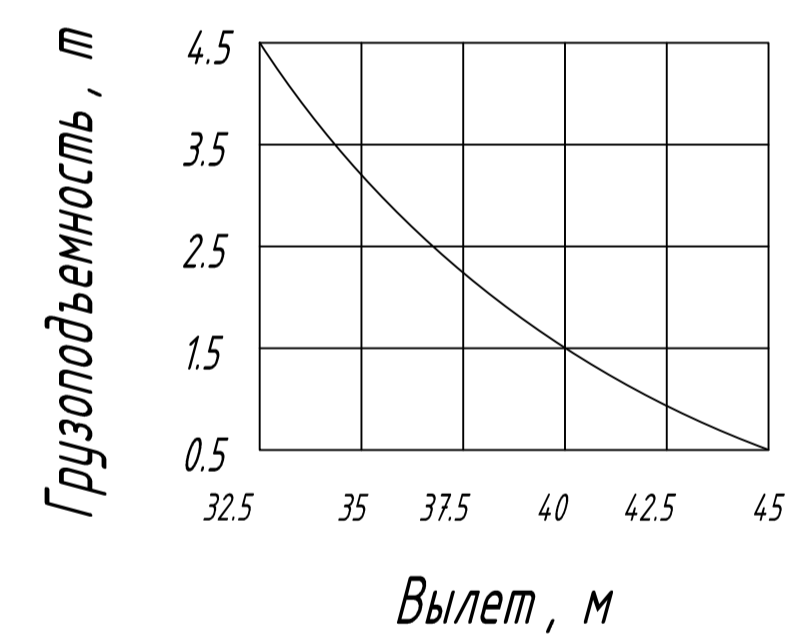
### Условные обозначения

	башенный кран
	контрольный пункт
	место складирования плит перекрытий и покрытий



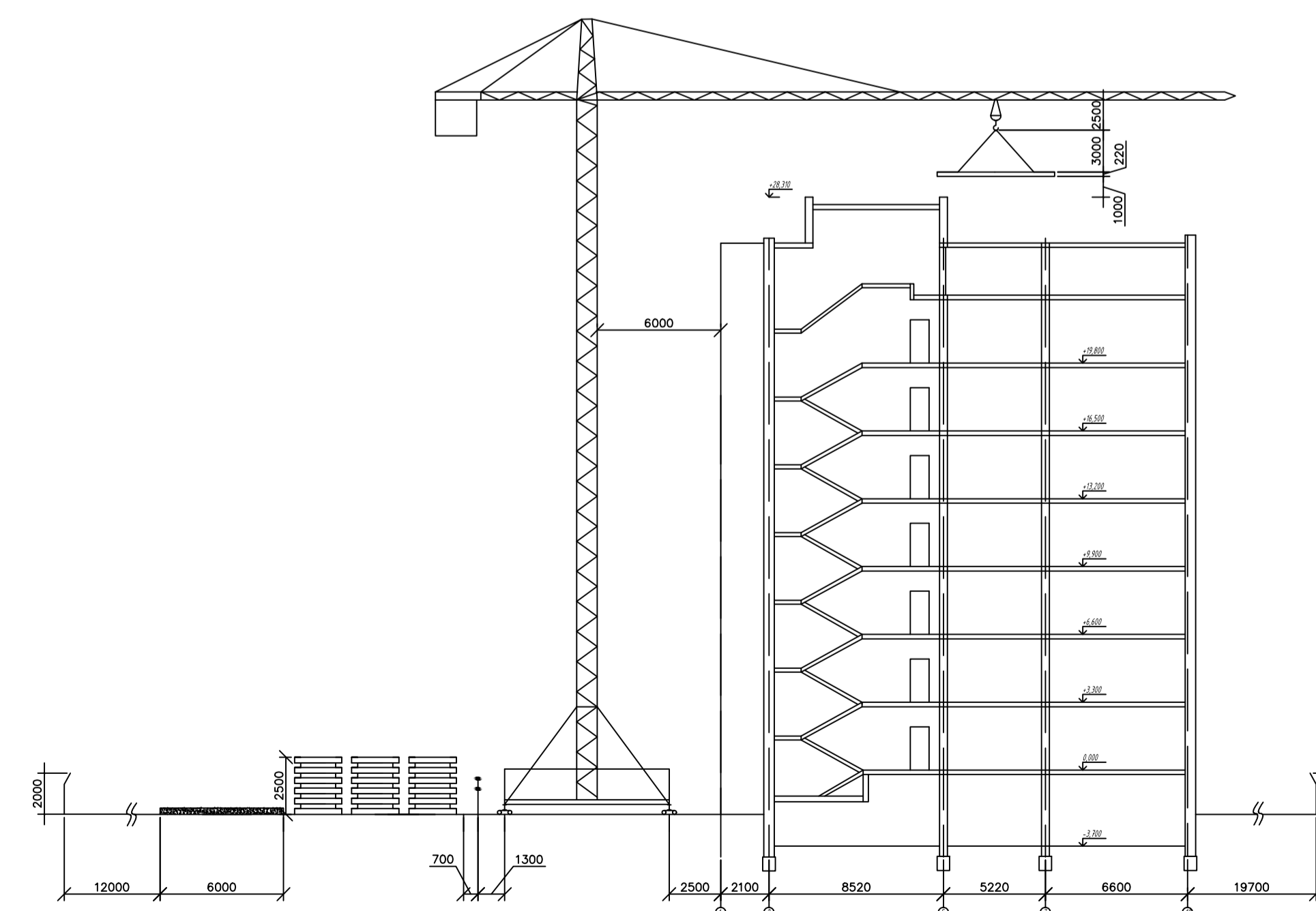
Наименование работ	Продолж. мин	Затраты труда чел-мин	Продолжительность процесса, мин																			
			1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	
подготовка плит к строповке	11	11																				
строповка и подъём плит	6	6																				
устройство разборной постели	6	12																				
установка п. на разв. постель	3	6																				
разработка панелей в проектное положение	6	12																				
растроповка панели	3	6																				
уплотнение горизонтального шва	3	6																				
подготовка к укладке след. плиты	4	8																				
Итого	36	67																				

### Характеристика крана КБ 504.2



п/п	Наименование показателя	Величина
1	Максимальная грузоподъемность	25т
2	Грузоподъемность на макс. вылете	4,5т
3	Вылет стрелы	35м
4	Ширина колеи, а	8м
5	База	8м
6	Глубина опускания крюка	5м
7	Примечание	балочная стрела

### Разрез 1-1



### Условные обозначения

	временное ограждение
	место складирования плит перекрытий и покрытий
	временная дорога
	ограждение территории

### Допустимые отклонения

п/п	Наименование показателя	Величина
1	Отклонение плоскостей и линий их пересечения от вертикали	<100мм
2	Отклонения по горизонту	±15мм
3	Отклонения в пролете элемента	±20мм
4	Отклонения по сечению	+6, -3мм
5	Разница отметок по высоте на стыке 2-х снежных поверхностей	3мм
6	Местные отклонения верхней поверхности бетона от проектной	±5мм

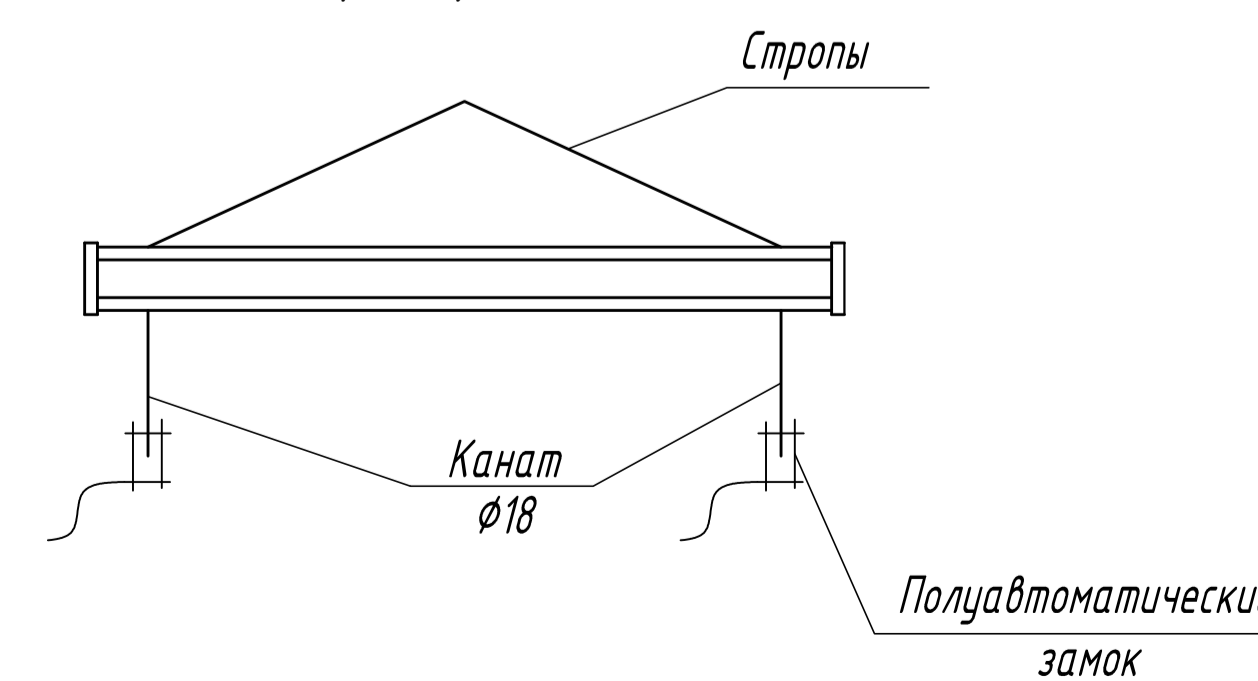
### Состав бригады

№	Наименование профессии	Разряд	Кол-во
1	Машинист крана	6	1
2	Монтажник строительных конструкций	5	1
4	Монтажник строительных конструкций	4	1
5	Такелажник	3	1

### Оборудования и инструменты

п/п	Наименование, назначение, основные параметры	Марка, ГОСТ	Количество шт.	Техническая характеристика
1	Кран	КБ 504.2	1	Грузоподъемность 4,5т Вылет стрелы 45м
2	Четырехвальный строп	ПИ Промстальконструкция 2006-78	1	Грузоподъемность 10т
3	Крюк для подъема плит перекрытия	Чертеж 3227	1	—
4	Ящик для раствора	Чертеж 3182	1	—
5	Ящик с инструментами	—	1	—
6	Щетка стальная	ЦНИИТЭстроймаш	1	—
7	Лом монтажный	ГОСТ 9533-72	2	—
8	Ведро	—	1	—
9	Кельма	ГОСТ 1405-72	2	—
10	Метла	—	1	—

### Траверса ПК



Рав. кафедры	Рецензент	А.В. Береговой		VKP-2069059-080301-130967-2017 7-этажный двухсекционный жилой дом с повышенной тепловой защитой в г. Пензе
Руководитель	Инженер	В.И. Викторова		
И. контролер	Инженер	В.И. Викторова		Жилое здание
Консультанты	Инженеры	А.А. Береговой		
Архитектура	Инженеры	А.А. Береговой		Страница Лист Листов VKP 10 10
ГЭС	Инженеры	А.А. Береговой		
Конструкция	Инженеры	Ю.И. Лучков		План производства работ, график трудового процесса, разрез 1-1, допустимые отклонения, оборудование и инструменты, состав бригады
ГОСП	Инженеры	И.И. Саркис		
ЭБЖД	Инженеры	А.А. Береговой		ПГУАС каф. ГС и А, гр. СТР 1-45
Студент	Студент	П.В. Качуркин		