Эталоны энергопаспорта и раздела «Энергоэффективность» для зданий жилых, общественных и смешанного типа

(пособие к **МР 23-345-2008 УР**)

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА, АРХИТЕКТУРЫ
И ЖИЛИЩНОЙ ПОЛИТИКИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ИЖЕВСК
2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНО ЗАО "Удмуртгражданпроект" (Колясева О.В. - руководитель темы, Смирнова Л.Н., Яковенко Т.А., Кунгурова В.И., Колбина Е.А.)
   Технический консультант к.т.н. Матросов Ю.А. (НИИСФ РААСН)

2. ВНЕСЕНО Управлением архитектуры и градостроительства Министерства строительства, архитектуры и жилищной политики Удмуртской Республики

3. ПРИНЯТО и ВВЕДЕНО в действие приказом Министерства строительства, архитектуры и жилищной политики Удмуртской Республики от 08 апреля 2009 г. № 62

4. ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……4

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ……4

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ……4

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ……5

4 РАЗДЕЛ ПРОЕКТА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ»……6

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ……7

6 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ (9-ЭТАЖНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ)……8

7 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ (9-ЭТАЖНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ)……32

8 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ (ДЕТСКАЯ ПОЛИКЛИНИКА)……37

9 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ (ДЕТСКАЯ ПОЛИКЛИНИКА)……61

10 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ЗДАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА (4-ЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ СО ВСТРОЕННЫМ МАГАЗИНОМ НА ПЕРВОМ ЭТАЖЕ)……66

11 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ДЛЯ ЗДАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА (4-ЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ СО ВСТРОЕННЫМ МАГАЗИНОМ НА ПЕРВОМ ЭТАЖЕ)……94

12 ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ……99

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ……101

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ……102

ПРИЛОЖЕНИЕ В к МР 23-345-2008 УР (обязательное) КАРТА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С РАЗБИВКОЙ ЗОН ВЛАЖНОСТИ……107

ПРИЛОЖЕНИЕ Г к МР 23-345-2008 УР (обязательное) РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД……108

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (рекомендуемое) ФОРМЫ ТАБЛИЦ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ», ЗАПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ……116

ВВЕДЕНИЕ

Эталоны энергопаспорта и раздела «Энергоэффективность» для зданий жилых, общественных и смешанного типа» (пособие к МР 23-345-2008 УР) разработаны по заданию Министерства строительства, архитектуры и жилищной политики Удмуртской Республики.

Эталоны содержат расчеты энергетических паспортов раздела «Энергоэффективность» для зданий жилых, общественных и смешанного типа, рекомендации и справочные материалы, позволяющие реализовать требования СНиП 23-02, СП 23-101. Раздел «Энергоэффективность» включает исходные данные для расчета теплоэнергетических параметров, теплотехнические расчеты ограждающих конструкций, расчеты энергетических показателей, заполнение энергетического паспорта по форме приложения Д МР 23-345-2008 УР.

Положения МР 23-345-2008 УР и пособия к МР 23-345-2008 УР позволяют проектировать здания с рациональным использованием энергии путем выявления суммарного энергетического эффекта от использования архитектурных, строительных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов.

Проектирование жилых и общественных зданий, для которых устанавливаются специальные, не регламентируемые существующими нормативными документами требования по энергосбережению с использованием новых технологий, инженерного оборудования и материалов, следует осуществлять по разработанным для них специальным техническим условиям. Указанные технические условия должны быть согласованы в установленном порядке.

Для сокращения сроков и выполнения многовариантных расчетов возможно выполнение расчетов с использованием сертифицированных программных средств, разработанных в соответствии с требованиями СНиП 23-02 и СП 23-101.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эталон разработан и рекомендован к применению на территории Удмуртской Республики при проектировании новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых отапливаемых жилых домов (многоквартирных и одноквартирных), зданий общественного назначения (административных, дошкольных, общеобразовательных, высших учебных заведений, лечебных учреждений и поликлиник) и зданий смешанного типа (со встроенными помещениями общественного назначения) с нормируемыми температурой и относительной влажностью внутреннего воздуха.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1 В настоящих нормах использованы ссылки на нормативные документы, перечень которых приведен в приложении А.

2.2 В настоящем документе использованы термины и определения, приведенные в приложении Б.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 В составе раздела «Энергоэффективность» для зданий жилых, общественных и смешанного типа при проектировании тепловой защиты зданий в каждом конкретном случае разрабатывается энергетический паспорт здания с пояснительной запиской и соответствующими расчетами, с заключением о соответствии проекта здания требованиям СНиП 23-02, МР 23-345-2008 УР и рекомендациями по повышению энергетической эффективности.

Определение уровня тепловой защиты выполняется согласно разделу 4 МР 23-345-2008 УР для отдельных ограждающих конструкций по нормируемым значениям сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций для всех зданий (таблица 8 МР 23-345-2008 УР), либо по нормируемому удельному расходу тепловой энергии на отопление для жилых и общественных зданий (таблица 10 МР 23-345-2008 УР) при расчете энергетического паспорта.

Энергетический паспорт следует заполнять при разработке проектов новых, реконструируемых, капитально ремонтируемых жилых и общественных зданий, при приемке зданий в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации построенных зданий.

Эталон содержит следующие разделы:

3.1.1 Исходные данные для расчета теплоэнергетических показателей.

3.1.2 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций в соответствии с требованиями СНиП 23-02 и СП 23-101.

Примечание: *при расчете приведенного сопротивления теплопередаче в разделе «Энергоэффективность» допустимо назначение минимальных значений коэффициента теплотехнической однородности наружных непрозрачных конструкций, не указанных в СНиП и СП принимать:*
- для стен с оконными проемами r = 0,75 - 0,85 в зависимости от соотношения площади окон к площади фасада (для соотношения 0,18 величина r = 0,8);
- для глухих участков стен r = 0,92;
- для перекрытий верхнего этажа, совмещенных с покрытием кровли r = 0,95;
- для утепленного чердачного или цокольного перекрытия r = 0,97.

3.1.3 Расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания за отопительный период в соответствии с приложением Г МР 23-345-2008 УР.

3.1.4 Заключение о соответствии нормативным требованиям по эффективному использованию теплоты на отопление здания и рекомендации по повышению эффективности ее использования.

3.1.5 Энергетический паспорт здания, выполненный по форме приложения Д МР 23-345-2008 УР.

3.2 Класс энергетической эффективности определяется по таблице 3 МР 23-345-2008 УР.

4 РАЗДЕЛ ПРОЕКТА "ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ"

4.1 Раздел "Энергоэффективность" выполняется в соответствии с требованиями СНиП 23-02, СНиП 31-01, СНиП 31-02, СНиП 31-05 и МР 23-345-2008 УР на стадии проектной документации. В этом разделе представлены сводные показатели энергоэффективности проектных решений. Сводные показатели энергоэффективности должны быть сопоставлены с нормативными показателями строительных норм.

4.2 Пояснительная записка раздела должна содержать:

а) исходные данные для расчета теплоэнергетических параметров здания, включающие в себя:
– общую характеристику здания;
– проектные решения здания;
– климатические показатели холодного периода года;
– температурно-влажностный режим здания;
– уровень тепловой защиты ограждающих конструкций здания;
– установочную мощность систем инженерного оборудования по данным проектной организации на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию;
– характеристику оборудования здания;
– фасад, план типового этажа, разрез здания, принципиальную схему теплоснабжения.

б) теплотехнические расчеты ограждающих конструкций:
– расчеты сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций здания;
– теплотехнический расчет техподполья (теплого чердака).

в) расчеты энергетических показателей здания, включающие в себя:
– расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период по формуле (Г.1) приложения Г;
– расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода по формуле (Г.2);
– общие теплопотери здания за отопительный период по формуле (Г.3);
– среднюю кратность воздухообмена здания за отопительный период по формуле (Г.8);
– количество инфильтрирующегося воздуха в лестничную клетку здания через неплотности заполнений проемов по формуле (Г.9);
– бытовые теплопоступления в течение отопительного периода по формуле (Г.10);
– теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода по формуле (Г.11).

г) заключение о соответствии нормативным требованиям по эффективному использованию теплоты на отопление здания и рекомендации по повышению эффективности её использования

Примеры составления раздела "Энергоэффективность" приведены в составе эталонов. Контроль нормируемых показателей приведен в разделе 8 МР 23-345-2008 УР.

5 ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ЗДАНИЯ

5.1 Энергетический паспорт здания должен содержать:

- общую информацию о проекте;
- расчетные условия;
- сведения о функциональном назначении, типе и конструктивном решении здания;
- геометрические показатели;
- теплоэнергетические (теплотехнические и энергетические) показатели;
- коэффициенты энергетической эффективности, эффективности авторегулирования, учета встречного теплового потока, учета дополнительного теплопотребления;
- комплексные показатели, сведения о сопоставлении с нормируемыми показателями, класс энергетической эффективности здания;
- указания по повышению энергетической эффективности здания.

5.2 Ответственность за достоверность данных энергетического паспорта здания несет организация, которая осуществляет его заполнение.

5.3 Форма для заполнения энергетического паспорта здания приведена в приложении Д МР 23-345-2008 УР.

6 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ (9-ЭТАЖНЫЙ ДВУХСЕКЦИОННЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ)

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

9-этажный двухсекционный жилой дом по ул. Светлой в 1 микрорайоне г. Ижевска.

Энергоэффективность

11111 – ЭФ

Том 1.

г. Ижевск
2008

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

9-этажный двухсекционный жилой дом по ул. Светлой в 1 микрорайоне г. Ижевска.

Энергоэффективность

11111 – ЭФ

Том 1.

Директор	Петров В.В.
Главный инженер	Добров А.Н.
Главный инженер проекта	Качалов С.П.

Договор № 1 от 11.01.08 г. Заказчик: ООО «Стройинвест»

г. Ижевск
2008

СОДЕРЖАНИЕ:

стр.

6 Пояснительная записка

6.1 Исходные данные для расчета теплоэнергетических параметров здания.....12

6.2 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций 18

6.3 Расчеты энергетических показателей здания 26

6.4 Заключение 31

7 Эталон энергетического паспорта жилого здания.....32

6 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

6.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЯ

Раздел «Энергоэффективность» выполнен для жилого дома по объекту «9-этажный двухсекционный жилой дом по ул. Светлой в 1 микрорайоне г. Ижевска».

Раздел выполнен на основании следующих нормативных документов и методических рекомендаций:

- СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- МР 23-345-2008 УР «Методические рекомендации по проектированию тепловой защиты жилых и общественных зданий».

Общая характеристика здания

Количество квартир – 108, в том числе 2х комнатных квартир – 108.

Расчетное количество жителей – m = 324 человека (заселенность 6101 м^2/324 чел = = 18,8 м^2/чел).

Расчетная высота здания, от пола первого этажа до верха вытяжной шахты (п. Г.5), H = 33,5 м.

Высота этажа - 3 м.

Высота техподполья (подвала) - 2,3 м.

Площадь квартир, A_h = 6101 м^2, в том числе площадь жилых помещений A_l = 3042 м^2.

Отапливаемый объем, V_h = 24144 м^3.

Общая площадь наружных ограждающих конструкций, A_e^{sum} = 5919,7 м^2.

Коэффициент остекленности фасада согласно п. 5.11 СНиП 23-02:

$f = \dfrac{A_F}{A_w + A_F} = \dfrac{762{,}9}{3369{,}2 + 762{,}9}$ = 0,18, что не превышает нормативного значения 0,18,

где A_F = 762,9 м^2 - площадь заполнений светопроемов;

A_w = 3369,2 м^2 - площадь наружных стен (за исключением проемов).

Показатель компактности здания определяем согласно п. 7.3 по формуле (3) МР 23-345-2008 УР:

$k_e^{des} = \dfrac{A_e^{sum}}{V_h} = \dfrac{5919{,}7}{24144}$ = 0,25 м$^{-1}$, что не превышает нормативного показателя компактности здания k_e^{req} = 0,32 м$^{-1}$ (таблица 11 МР 23-345-2008 УР).

Проектные решения здания

Здание – каркасное. Каркас по серии 1.020-1/87 переработан на высоту этажа 3 м.

Стены техподполья запроектированы из бетонных блоков по ГОСТ 13579.

Перекрытие и покрытие - панели железобетонные многопустотные по сериям 1.041.1-3 вып.1,5 и 1.141-1вып.60.

Наружные стены запроектированы толщиной 400 мм из блоков ячеистого бетона ГОСТ 21520 с облицовкой кирпичом керамическим по ГОСТ 530 толщиной 120 мм.

Утеплитель на чердачном перекрытии – пенобетон толщиной 350 мм, γ = 220 кг/м^3 по ТУ 5741-001-08890619-99.

Оконные блоки в деревянных переплетах с тройным остеклением из обычного стекла по ГОСТ 11214.

Двери наружные (кроме балконных) деревянные по ГОСТ 24698.

В здании предусмотрены водяное отопление с подключением к системе централизованного теплоснабжения через автоматизированный узел управления и горячее водоснабжение. Система отопления - двухтрубная поквартирная, с прокладкой вертикальных разводящих магистралей в технологических шкафах, горизонтальных - в техподполье. Нагревательные приборы снабжены автоматическими терморегуляторами. На вводе в квартиру установлены балансировочные клапаны.

Запроектирована общеобменная вентиляция с естественным побуждением и организованной вытяжкой из кухонь и санитарных узлов.

Климатические показатели холодного периода года
(таблица 4 МР 23-345-2008 УР)

Населенный пункт	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, t_{ext}, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С, z_{ht}, сут.	Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8°С, t_{ht}, °С	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, v, м/с
Ижевск	-34	222	-5,6	4,8

Температурно-влажностный режим здания
(таблица 5 МР 23-345-2008 УР)

Здание	Температура внутреннего воздуха t_{int}, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int}, %	Температура точки росы t_d, °С
жилое	21	55	11,6

Уровень теплозащиты ограждающих конструкций

Название	Описание технических решений	Приведенное сопротивление теплопередаче $м^2$ °С/Вт	Ссылка
Здание жилое			
Наружная стена	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,120 м, ГОСТ 530; Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,010 м; Пенобетон γ = 500 кг/$м^3$, δ = 0,400 м, ГОСТ 21520; Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м;	2,07	
Чердачное перекрытие с кровлей из рулонных материалов	Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,02 м; Пенобетон γ = 220 кг/$м^3$, δ = 0,350 м ТУ 5741-001-08890619-99; Слой рубероида на битумной мастике γ = 600 кг/$м^3$, δ = 0,001 м; Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,005 м; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/$м^3$ δ = 0,220 м;	4,60	
Перекрытие над техническим подпольем	Сосна и ель поперек волокон γ = 500 кг/$м^3$, δ = 0,030 м; Лаги прямоугольного сечения 0,075х0,050м; Гравий керамзитовый γ = 600 кг/$м^3$, δ = 0,050 м; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/$м^3$, δ = 0,220 м;	0,94	
Окно, балконная дверь	Окна деревянные с тройным остеклением из обычного стекла в раздельно-спаренных переплетах ГОСТ 11214;	0,55	
Дверь (кроме балконной)	Двери деревянные по ГОСТ 24698	0,93	

Установочная мощность систем инженерного оборудования

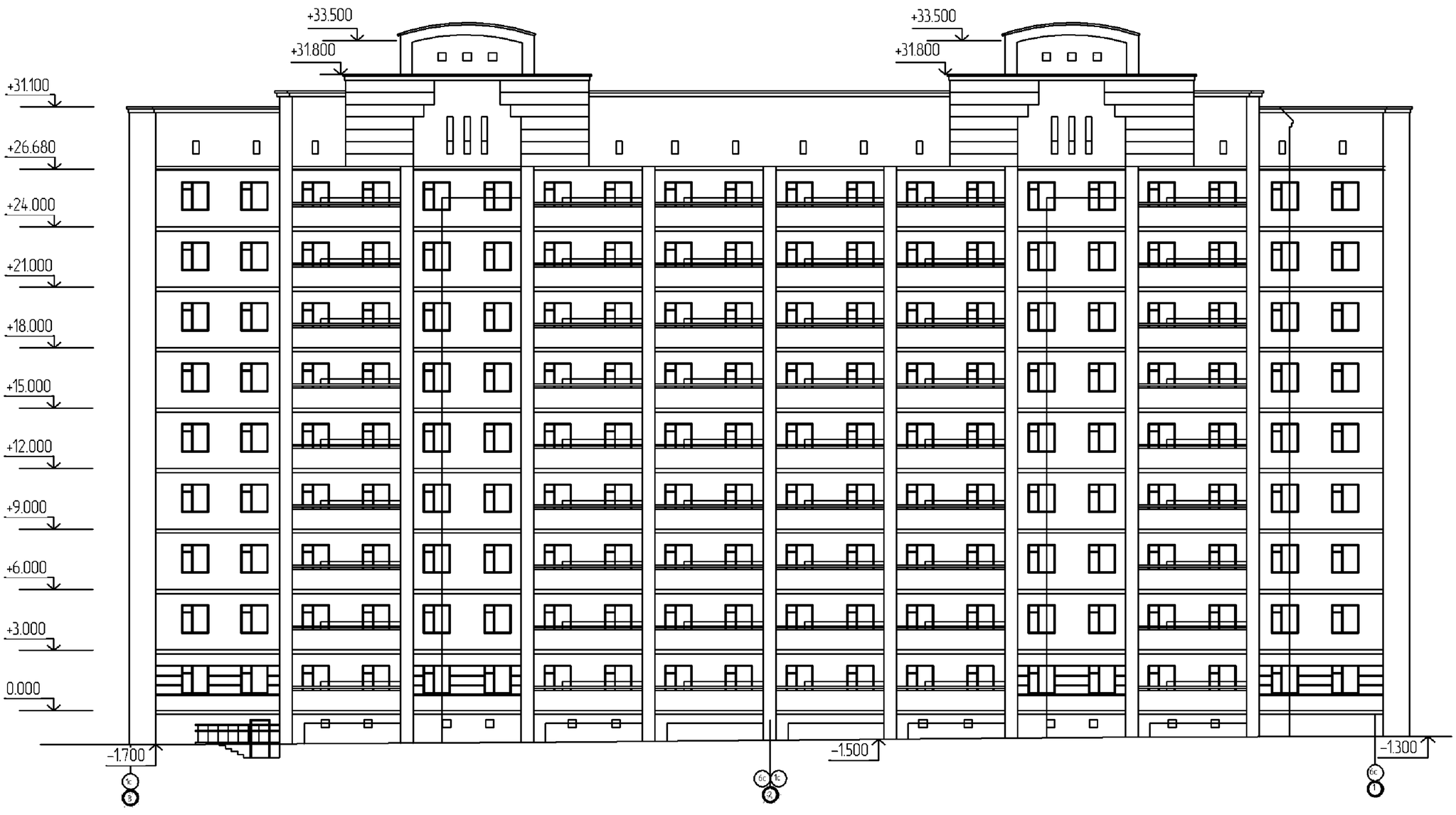
(заполняется проектной организацией на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию)

№ п/п	Показатели и характеристики	Ед. измер.	Кол-во	Прим
1	Максимальный расчетный часовой расход теплоты на отопление	кВт	415,3	
2	Часовые расходы теплоты на горячее водоснабжение	кВт	484,9	
3	Часовые расходы холодной воды	$м^3$	4,8	
4	Часовые расходы электрической энергии	кВт	112,0	
5	Часовые расходы природного (сжиженного) газа	$м^3$	27,0	

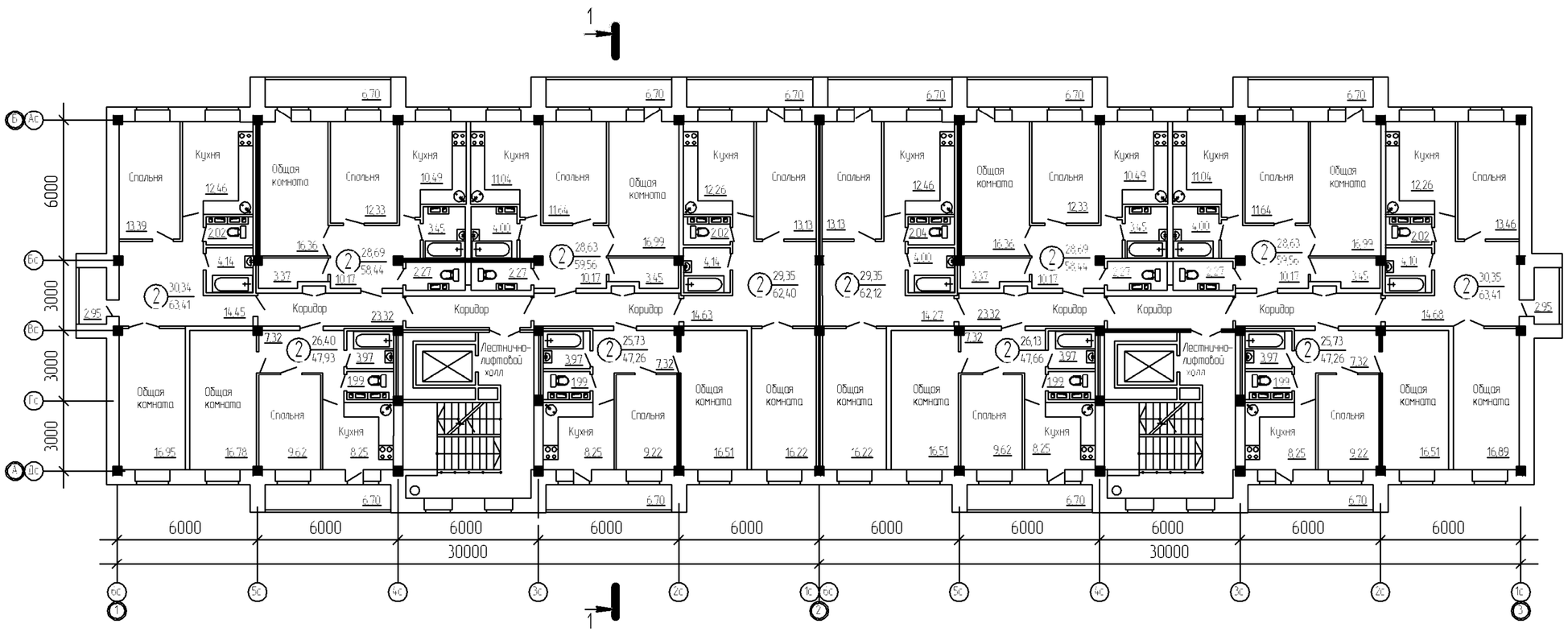
Характеристика оборудования здания

Источник теплоснабжения здания	Центральный тепловой пункт
Система отопления здания	Двухтрубная поквартирная, прокладка магистралей в техподполье с $t_T = 90 \div 70\,^{o}C$
Схема подключения системы отопления здания	Зависимая, с установкой автоматизированного узла управления
Тип нагревательных приборов	Стальные панельные радиаторы
Регулирующая арматура для нагревательных приборов	Термостатические клапаны
Регулирующие приборы для балансировки системы отопления	Запорно-балансировочные клапаны на ветках систем отопления
Схема подключения системы горячего водоснабжения	Централизованное от ЦТП
Система водоснабжения	Хозяйственно-питьевой водопровод
Система канализации	Хозяйственно-бытовая канализация
Приборы учета тепловой энергии - ХВС на вводе в здание - поквартирный ХВС - поквартирный ГВС	Теплосчетчик ВСХ ВСХ ВСГ
Система газоснабжения	Природный газ
Тип приборов для приготовления пищи	Четырехкомфорочные газовые плиты
Квартирный прибор учета газа	СГ
Регулирование параметров теплоносителя	Автоматическое
Теплоизоляция трубопроводов отопления и ГВС по подвалу здания	Трубчатый материал
Источник электроснабжения	ТП
Система телефонизации	АТС
Система телевидения	Антенна метрового и дециметрового диапазона
Противопожарная автоматика и дымозащита	Автономные пожарные извещатели в квартирах
Наличие мусоропровода	Мусоропроводы из оцинкованной стали

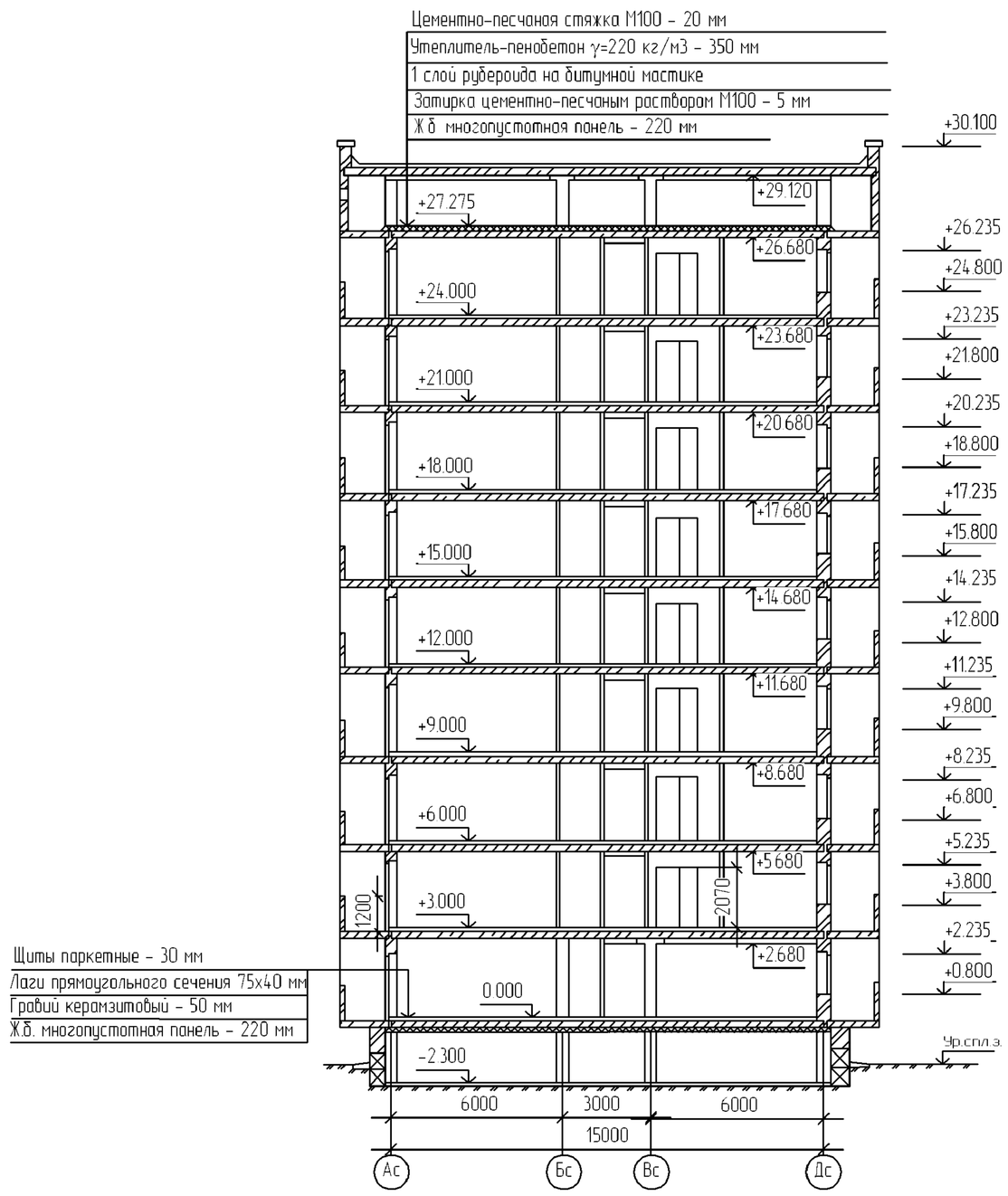
Фасад 3-1.



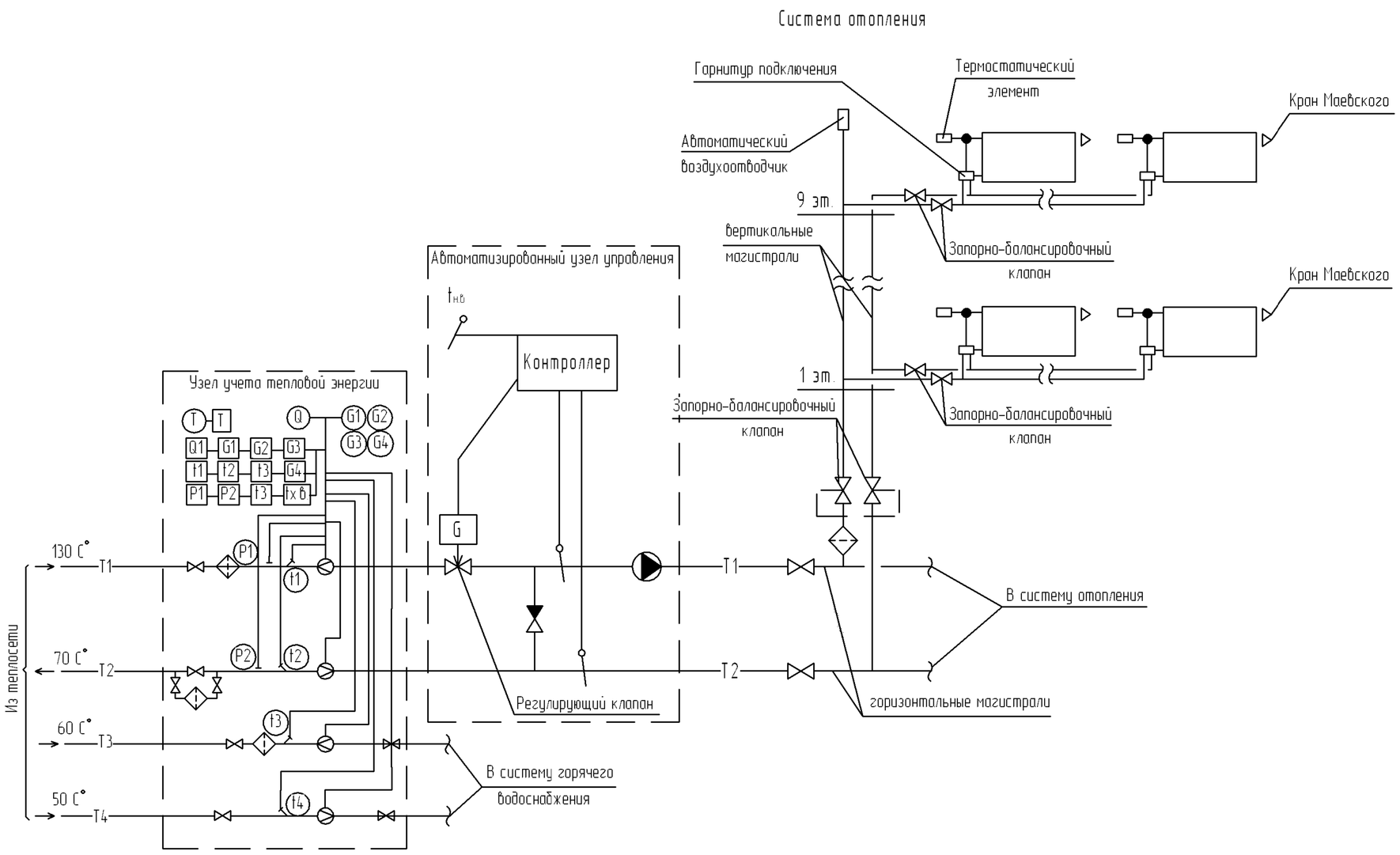
План типового этажа.



Разрез 1-1.



Принципиальная схема теплоснабжения здания.



6.2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Площадь наружных ограждающих конструкций, отапливаемые площадь и объем здания, необходимые для расчета энергетического паспорта, и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания определялись согласно проекту в соответствии с требованиями СНиП 23-02.

Сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определялись в зависимости от количества и материалов слоев по формулам (6-8) СП 23-101.

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены здания

Тип конструкции: наружная стена.

Температура внутреннего воздуха t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-5{,}6))\cdot 222 = 5905$ град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности - стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблице 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d =11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 4 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026
2	Пенобетон, плотность 500 кг/м^3	0,400	0,180	2,222
3	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,010	0,760	0,013
4	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,120	0,700	0,171

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:
$R_к = R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{a.l.} = 0{,}026 + 2{,}222 + 0{,}013 + 0{,}171 = 2{,}43$ м^2°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:
$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 2{,}43 + \frac{1}{23} = 2{,}59 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для наружной стены принимаем $r = 0{,}8$.
По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:
$R_0^r = R_0^{con} r = 2{,}59 \cdot 0{,}8 = 2{,}07$ м^2°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3{,}47$ м^2°С/Вт.
По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min} = 2{,}19$ м^2°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:
$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21 + 34)}{4 \cdot 8{,}7} = 1{,}58 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:
$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R^r{}_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{1 \cdot (21 + 34)}{2{,}07 \cdot 8{,}7} = 18{,}0 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:
$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21 + 34)}{2{,}07 \cdot 8{,}7} = 3 \text{ °С}$$

Таким образом:
$R_0^r = 2{,}07$ м^2°С/Вт $< R_{req1} = 3{,}47$ м^2°С/Вт,
$R_0^r = 2{,}07$ м^2°С/Вт $< R_{\min} = 2{,}19$ м^2°С/Вт,
$R_0^r = 2{,}07$ м^2°С/Вт $> R_{req} = 1{,}58$ м^2°С/Вт,
$\tau_{si} = 18{,}0$ °С $> t_d = 11{,}6$ °С,
$\Delta t_0 = 3$ °С $< \Delta t_n = 4$ °С.

Вывод: *рекомендуется выполнить расчет по энергетическому паспорту, так как конструкция наружной стены не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия

Тип конструкции: чердачное перекрытие.
Температура внутреннего воздуха t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.
Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.
Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008УР.
Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.
По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-5{,}6))\cdot 222$ = 5905 град.сут.
Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 0,9.
Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 12 Вт/(м^2°С).
Тип внутренней поверхности - потолок с $h/a \le$ 0,3, тогда согласно таблице 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).
По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d = 11,6 °С.
Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 3,0 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:
$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$
где δ - толщина слоя конструкции, м,
λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026
2	Пенобетон, плотность 220 кг/м^3	0,350	0,081	4,321
3	Рубероид на битумной мастике, плотность 600 кг/м^3	0,001	0,17	0,006
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,005	0,760	0,007
5	Ж.б многопустотная панель, плотность 2500 кг/м^3	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:
$$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}026 + 4{,}321 + 0{,}006 + 0{,}007 + 0{,}181 = 4{,}54 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:
$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 4{,}54 + \frac{1}{12} = 4{,}74 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для чердачного перекрытия принимаем r = 0,97.
По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:
$R_0^r = R_0^{con} r = 4{,}74 \cdot 0{,}97 = 4{,}60$м^2°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_{req1} = 4,56 м^2°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min}$ = 3,65 м^2°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}9 \cdot (21+34)}{3 \cdot 8{,}7} = 1{,}9 \text{ м}^2\text{°С/Вт.}$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{0{,}9 \cdot (21+34)}{4{,}60 \cdot 8{,}7} = 19{,}8 \text{ °С.}$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}9 \cdot (21+34)}{4{,}60 \cdot 8{,}7} = 1{,}2 \text{ °С .}$$

Таким образом:
R_0^r = 4,60 м^2°С/Вт > R_{req1} = 4,56 м^2°С/Вт,
R_0^r = 4,60 м^2°С/Вт > $R_{\min}$ = 3,65 м^2°С/Вт,
R_0^r = 4,60 м^2°С/Вт > R_{req} = 1,9 м^2°С/Вт,
τ_{si} = 19,8 °С > t_d =11,6 °С,
Δt_0 = 1,2 °С < Δt_n = 3 °С.

Вывод: *конструкция чердачного перекрытия удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над техподпольем

Тип конструкции: перекрытие над техподпольем.
Температура внутреннего воздуха в квартире на первом этаже t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Влажность внутреннего воздуха в квартире на первом этаже φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Согласно п. 9.3.2 СП 23-101 расчетная температура воздуха в техподполье принята

t_{int}^{b} = 2°С.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности A.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-5{,}6))\cdot 222 = 5905$ град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности $n = 0{,}6$.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 6 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности - пол с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблице 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d = 11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 2 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Сосна и ель поперек волокон, плотность 500 кг/м^3	0,030	0,140	0,214
2	Гравий керамзитовый, плотность 600 кг/м^3	0,050	0,170	0,294
3	Ж.б многопустотная панель, плотность 2500 кг/м^3	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}214 + 0{,}294 + 0{,}181 = 0{,}69$ м^2°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}69 + \frac{1}{6} = 0{,}97 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для перекрытия над техподпольем принимаем r = 0,97.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_0^r = R_0^{con} r = 0{,}97 \cdot 0{,}97 = 0{,}94$ м^2°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1}^0 = R_{req1} n = 4{,}56 \cdot 0{,}6 = 2{,}74$ м^2°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R^0_{\min} = R_{\min} n = 3{,}65 \cdot 0{,}6 = 2{,}19$ м^2°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t^b_{\text{int}})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}6 \cdot (21-2)}{2 \cdot 8{,}7} = 0{,}66 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t^b_{\text{int}})}{R^r_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{0{,}6 \cdot (21-2)}{0{,}94 \cdot 8{,}7} = 19{,}6 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R^r{}_0 \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}6 \cdot (21-2)}{0{,}94 \cdot 8{,}7} = 1{,}4 \text{ °С}.$$

Таким образом:

$R^r_0 = 0{,}94$ м^2°С/Вт $<$ $R^0_{req1} = 2{,}74$ м^2°С/Вт,

$R^r_0 = 0{,}94$ м^2°С/Вт **<** $R^0_{\min} = 2{,}19$ м^2°С/Вт,

$R^r_0 = 0{,}94$ м^2°С/Вт $>$ $R_{req} = 0{,}66$ м^2°С/Вт,

$\tau_{si} = 19{,}6$ °С $> t_d = 11{,}6$ °С,

$\Delta t_0 = 1{,}4$ °С $<$ $\Delta t_n = 2$ °С.

Вывод: *рекомендуется выполнить расчет по энергетическому паспорту, так как конструкция перекрытия над техподпольем не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Теплотехнический расчет техподполья

Расчетная температура в техподполье $t^b_{\text{int}} = 2$ °С, согласно п. 9.3.2 СП 23-101.

Влажность внутреннего воздуха в техподполье $\varphi_{\text{int}} = 75$ %, п. 5.9 СНиП 23-02.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности перекрытия над техподпольем $\Delta t_n = 2$ °С.

Температура внутреннего воздуха в квартире на первом этаже $t_{\text{int}} = 21$ °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха $t_{ext} = -34$ °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Средняя температура отопительного периода $t_{ht} = -5{,}6$ °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 222$ суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.

Площадь перекрытия над техподпольем $A_b = 889{,}5$ м^2.

Ширина техподполья 15,4 м.
Высота наружной стены техподполья заглубленной в грунт 0,8 м.
Высота наружной стены техподполья над уровнем земли 1,2 м.
Площадь наружных стен техподполья заглубленных в грунт 121,3 м^2.
Площадь наружных стен техподполья над уровнем земли $A_{b.w}$ = 181,9 м^2.
Площадь пола и стен, контактирующих с грунтом $A_s = 889{,}5 + 121{,}3$ = 1010,8 м^2.
Объем техподполья V_b = 1860,3 м^3.
Труб системы газоснабжения в техподполье нет.
Пол в техподполье по грунту по уплотненному основанию не утеплен.
Кратность воздухообмена в техподполье n_a = 0,5 ч$^{-1}$, п. 9.3.5 СП 23-101.
Плотность воздуха в техподполье ρ = 1,2 кг/м^3, п. 9.3.5 СП 23-101.

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены в техподполье:

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).
Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.
Тип внутренней поверхности - стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблице 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).
По температуре и влажности внутреннего воздуха по приложению Р СП 23-101 находим температуру точки росы t_d = -1,74 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,
λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026
2	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,640	0,700	0,914

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}026 + 0{,}914 = 0{,}94 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}94 + \frac{1}{23} = 1{,}10 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для наружной стены техподполья принимаем r = 0,92.
По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^r = R_0^{con} r = 1{,}10 \cdot 0{,}92 = 1{,}01 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R^{r}{}_{0}\alpha_{\text{int}}} = 2 - \frac{1\cdot(2+34)}{1{,}01\cdot 8{,}7} = -2{,}1\ ^{\circ}\text{C};\ \tau_{si} = -2{,}1\ ^{\circ}\text{C} < t_d = -1{,}74\ ^{\circ}\text{C},$$

Вывод: *при низкой температуре в техподполье возможно кратковременное выпадение конденсата на поверхности ограждающей конструкции, унос влаги обеспечен нормативным воздухообменом (кратность воздухообмена* n_a *= 0,5* $ч^{-1}$ *, п. 9.3.5 СП 23-101).*

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен техподполья над уровнем земли (см. выше) составляет $R_0^{b.w}$ = 1,01 м^{2o}С/Вт.

Для определения приведенного сопротивления теплопередаче заглубленной части найдем суммарную длину, включающую ширину техподполья и две высоты части наружных стен, заглубленных в грунт п. 9.3.3 СП 23-101: $L = 15{,}4 + 0{,}8\cdot 2$ = 17 м.

Тогда приведенное сопротивление теплопередаче заглубленной части по таблице 13 СП 23-101: $R_0^{r.s}$ = 4,52 м^{2o}С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче перекрытия над техподпольем (см. выше расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над техподпольем) составляет $R_0^{b.c}$ = 0,94 м^{2o}С/Вт.

Суммарная мощность теплового потока, выделяемая изолированными трубопроводами, составляет:

$$Q_p = \sum_{i=1}^{n} q_{pi} l_{pi} = 17{,}34\cdot 40 + 19{,}95\cdot 60 + 22{,}55\cdot 60 + 24{,}65\cdot 60 + 27{,}68\cdot 30 + 31{,}55\cdot 40 + 18{,}16\cdot 60 +$$
$$+ 22{,}09\cdot 40 = 8788{,}2\ \text{Вт},$$

где l_{pi} - длина трубопровода *i*-го диаметра, м,

q_{pi} - линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на 1 м длины трубопровода *i*-го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м, определяется по таблице 12 СП 23-101 или, если температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод, меньше 18 °С, по формуле (34) СП 23-101: $q_t = q_{18}\left(\frac{t_T - t}{t_T - 18}\right)^{1{,}283}$,

где q_{18} - линейная плотность теплового потока через поверхность теплоизоляции, приходящаяся на 1 м длины трубопровода *i*-го диаметра с учетом теплопотерь через изолированные опоры, фланцевые соединения и арматуру, Вт/м, определяется по таблице 12 СП 23-101,

t_T - температура теплоносителя, циркулирующего в трубопроводе при расчетных условиях,

t - температура воздуха в помещении, где проложен трубопровод.

Трубопроводы в техподполье:

Название системы	Диаметр, мм	Длина, l_{pi} м	Средняя температура теплоносителя, °С	Плотность теплового потока, q_{pi} Вт/м
Система отопления	15	40	80	17,34
	20	60		19,95
	25	60		22,55
	32	60		24,65
	50	30		27,68
	70	40		31,55
Система горячего водоснабжения	25	60	60	18,16
	40	40		22,09

Температура в техподполье из уравнения теплового баланса по формуле (41) СП 23-101:

$$t_{\text{int}}^{b} = \frac{t_{\text{int}} A_b / R_0^{b.c.} + Q_p + 0{,}28 V_b n_a \rho t_{ext} + t_{ext} A_s / R_0^{r.s.} + t_{ext} A_{b.w.} / R_0^{b.w.}}{A_b / R_0^{b.c.} + 0{,}28 V_b n_a \rho + A_s / R_0^{r.s.} + A_{b.w.} / R_0^{b.w.}} =$$

$$= \frac{21 \cdot 889{,}5 / 0{,}94 + 8788{,}2 + 0{,}28 \cdot 1860{,}3 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2 \cdot (-34) + (-34) \cdot 1010{,}8 / 4{,}52 + (-34) \cdot 181{,}9 / 1{,}01}{889{,}5 / 0{,}94 + 0{,}28 \cdot 1860{,}3 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}2 + 1010{,}8 / 4{,}52 + 181{,}9 / 1{,}01} =$$

$= 2{,}6$ °С.

Температурный перепад для пола первого этажа по формуле (4) СНиП 23-02:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^{b})}{R_0^{b.c.} \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}6 \cdot (21 - 2{,}6)}{0{,}94 \cdot 8{,}7} = 1{,}4 \text{ °C}; \ \Delta t_0 = 1{,}4 \text{ °C} < \Delta t_n = 2 \text{ °C}.$$

Вывод: *конструкция перекрытия над техподпольем удовлетворяет требованиям по температурному перепаду для пола первого этажа.*

6.3 РАСЧЕТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЯ

6.3.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, q_h^{des}, кДж/(м^2·°С·сут) или кДж/(м^3·°С·сут), определяется по формуле (Г.1):

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{A_h D_d} = \frac{1000 \cdot 2476355}{6101 \cdot 5905} = 68{,}73 \text{ кДж/(м}^2\text{·°С·сут)},$$

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{V_h D_d} = \frac{1000 \cdot 2476355}{24144 \cdot 5905} = 17{,}37 \text{ кДж/(м}^3\text{ ·°С·сут)},$$

где Q_h^y= 2476355 МДж - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода,

A_h = 6101 м^2 - сумма площадей пола квартир,

V_h = 24144 м^3 - отапливаемый объем здания,
D_d = 5905 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР,

6.3.2 Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж, определяется по формуле (Г.2):

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{\text{int}} + Q_s)\nu\zeta]\beta_h = [3144011 - (991916 + 261434)\cdot 0{,}8\cdot 0{,}95]\cdot 1{,}13 = 2476355 \text{ МДж},$$

где Q_h = 3144011 МДж - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции,
Q_{int} = 991916 МДж - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода,
Q_s = 261434 МДж - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода,
ν = 0,80 - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, приведенный в п. Г.2,
ζ = 0,95 - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, приведенный в п. Г.2,
β_h = 1,13 - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, приведенный в п. Г.2.

6.3.3 Общие теплопотери здания за отопительный период Q_h, МДж, определяется по формуле (Г.3):

$$Q_h = 0{,}0864 K_m D_d A_e^{sum} = 0{,}0864\cdot 1{,}041\cdot 5905\cdot 5919{,}7 = 3144011 \text{ МДж},$$

где по формуле (Г.4): $K_m = K_m^{tr} + K_m^{\inf} = 0{,}636 + 0{,}405$ = 1,041 Вт/(м^2·°С) – общий коэффициент теплопередачи здания,

D_d = 5905 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР,
A_e^{sum} = 5919,7 м^2 - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

где K_m^{tr} = 0,636 Вт/(м^2·°С) - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания,
$K_m^{\inf}$ = 0,405 Вт/(м^2·°С) - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции,

по формуле (Г.5): $K_m^{tr} = \left(\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{nA_c}{R_c^r} + \frac{nA_f}{R_f^r}\right) / A_e^{sum} =$

$$= \left(\frac{3369{,}2}{2{,}07} + \frac{889{,}5}{4{,}60}\cdot 0{,}9 + \frac{889{,}5}{0{,}94}\cdot 0{,}6 + \frac{762{,}9}{0{,}55} + \frac{8{,}6}{0{,}93}\right) / 5919{,}7 = 0{,}636 \text{ Вт/(м}^2\text{·°С)},$$

A_w = 3369,2 м^2, A_F = 762,9 м^2, A_{ed} = 8,6 м^2, A_c = 889,5 м^2, A_f = 889,5 м^2, - площади

ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений светопроемов; наружных дверей и ворот; чердачных перекрытий; цокольных перекрытий,
R_w^r = 2,07 м^{2o}С/Вт, R_F^r = 0,55 м^{2o}С/Вт, R_{ed}^r = 0,93 м^{2o}С/Вт, R_c^r = 4,60 м^{2o}С/Вт, R_f^r = 0,94 м^{2o}С/Вт - приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений световых проемов; наружных дверей и ворот; чердачных перекрытий; цокольных перекрытий,
n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведенный в таблице 6 СНиП 23-02, принимаем для чердачного перекрытия n = 0,9, для перекрытия над техподпольем n = 0,6,
A_e^{sum} = 5919,7 м^2 – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

по формуле (Г.6): $K_m^{\inf} = \dfrac{0{,}28cn_a\beta_v V_h \rho_a^{ht} k}{A_e^{sum}} = \dfrac{0{,}28\cdot 1\cdot 0{,}451\cdot 0{,}85\cdot 24144\cdot 1{,}32\cdot 0{,}7}{5919{,}7} =$
= 0,405 Вт/(м^2·°С),

где c = 1 кДж/(кг °С) – удельная теплоемкость воздуха,
n_a = 0,451 ч$^{-1}$ - средняя кратность воздухообмена за отопительный период,
β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_h = 24144 м^3 - отапливаемый объем здания,

по формуле (Г.7) $\rho_a^{ht} = \dfrac{353}{273+0{,}5(t_{\text{int}}+t_{ext})} = \dfrac{353}{273+0{,}5(21-34)}$ = 1,32 кг/м^3 - средняя плотность приточного воздуха помещения за отопительный период,

где t_{int} = 21 °С - расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания, таблица 5 МР 23-345-2008 УР,
t_{ext} = -34 °С – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,
k = 0,7 - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4.

6.3.4 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, n_a, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г.8):

$$n_a = \left[\frac{L_v n_v}{168} + \frac{G_{\inf} k n_{\inf}}{168\rho_a^{ht}}\right]/(\beta_v V_h) = \left[\frac{9126\cdot 168}{168} + \frac{259{,}3\cdot 0{,}7\cdot 168}{168\cdot 1{,}32}\right]/(0{,}85\cdot 24144) = 0{,}451 \text{ ч}^{-1},$$

где $L_v = 3A_l = 3\cdot 3042$ = 9126 м^3/ч – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке,
где A_l = 3042 м^2 – площадь жилых помещений здания,

n_v = 168 ч - число часов работы вентиляции в течение недели,

$G_{\inf}$ = 259,3 кг/ч - количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнений проемов,

k = 0,7 – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4,

$n_{\inf}$ = 168 ч - число часов учета инфильтрации в течение недели,

ρ_a^{ht} = 1,32 кг/м^3 – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,

β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,

V_h = 24144 м^3 – отапливаемый объем здания.

6.3.5 Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнений проемов, $G_{\inf}$, кг/ч, определяется по формуле (Г.9):

$$G_{\inf} = (A_F / R_{aF})(\Delta P_F / 10)^{2/3} + (A_{ed} / R_{a.ed})(\Delta P_{ed} / 10)^{1/2} = (39{,}2 / 0{,}39)(35{,}35 / 10)^{2/3} +$$
$$+ (5 / 0{,}47)(59{,}77 / 10)^{1/2} = 259{,}3 \text{ кг/ч},$$

где A_F = 39,2 м^2 - суммарная площадь окон и балконных дверей для лестничной клетки,

A_{ed} = 5 м^2 - суммарная площадь входных наружных дверей для лестничной клетки,

по формуле (Г.9.1): $R_{aF} = \frac{1}{G_n}\left(\frac{\Delta P_F}{\Delta P_0}\right)^{2/3} = \frac{1}{6}\left(\frac{35{,}35}{10}\right)^{2/3}$ = 0,39 м^2·ч·Па/кг - требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей для лестничной клетки,

где G_n = 6 кг/(м^{2}ч) – нормируемая воздухопроницаемость окон и балконных дверей в деревянных переплетах для жилых зданий, принимаемая по таблице 11 СНиП 23-02,

ΔP_0 = 10 Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию,

по формуле (Г.9.3):

$\Delta P_F = 0{,}28 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\inf}) + 0{,}03\gamma_{ext} v^2 = 0{,}28 \cdot 33{,}5 \cdot (14{,}5 - 11{,}8) + 0{,}03 \cdot 14{,}5 \cdot 4{,}8^2$ = 35,35 Па - расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей для лестничной клетки,

где H = 33,5 м – высота здания, от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты,

v = 4,8 м/с – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по таблице 4 МР 23-345-2008 УР,

по формуле (Г.9.5): $\gamma_{ext} = \frac{3463}{273 + t_{ext}} = \frac{3463}{273 - 34}$ = 14,5 Н/м^3 – удельный вес наружного воздуха,

по формуле (Г.9.6): $\gamma_{\text{int}} = \dfrac{3463}{273 + t_{\text{int}}} = \dfrac{3463}{273 + 21} =$ 11,8 Н/м^3 – удельный вес внутреннего воздуха,

где t_{int} = 21 °С - расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания, таблица 5 МР 23-345-2008 УР,
t_{ext} = -34 °С – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,

по формуле (Г.9.2): $R_{a.ed} = \dfrac{1}{G_n}\left(\dfrac{\Delta P_{ed}}{\Delta P_0}\right)^{2/3} = \dfrac{1}{7}\left(\dfrac{59,77}{10}\right)^{2/3} =$ 0,47 м^2·ч·Па/кг - требуемое сопротивление воздухопроницанию входных наружных дверей для лестничной клетки,

где G_n = 7 кг/(м^{2}ч) – нормируемая воздухопроницаемость входных дверей в жилое здание, принимаемая по таблице 11 СНиП 23-02,

по формуле (Г.9.4):
$\Delta P_{ed} = 0,55 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{ext} v^2 = 0,55 \cdot 33,5 \cdot (14,5 - 11,8) + 0,03 \cdot 14,5 \cdot 4,8^2 =$ 59,77 Па - расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных наружных дверей для лестничной клетки.

6.3.6 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, Q_{int}, МДж, определяются по формуле (Г.10):

$$Q_{\text{int}} = 0,0864 q_{\text{int}} z_{ht} A_l = 0,0864 \cdot 17 \cdot 222 \cdot 3042 = 991916 \text{ МДж},$$

где q_{int} = 17 Вт/м^2 – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений, определяется по п. Г.6,
z_{ht} = 222 сут –продолжительность отопительного периода, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,
A_l = 3042 м^2 – площадь жилых помещений здания.

6.3.7 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s, МДж, для четырех фасадов здания, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле (Г.11):

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor} =$$
$$= 0,5 \cdot 0,7 \cdot (392,1 \cdot 977 + 348,1 \cdot 966 + 8,1 \cdot 703 + 14,6 \cdot 1501) = 261434 \text{ МДж},$$

где τ_F = 0,50, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,
k_F = 0,70, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые

по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,

A_{F1} = 392,1 м^2, A_{F2} = 348,1 м^2, A_{F3} = 8,1 м^2, A_{F4} = 14,6 м^2- площади световых проемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям,

A_{scy} - площадь световых проемов зенитных фонарей здания,

I_1 = 977 МДж/м^2, I_2 = 966 МДж/м^2, I_3 = 703 МДж/м^2, I_4 = 1501 МДж/м^2- средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР,

I_{scy} - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м^2, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР.

6.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о соответствии нормативным требованиям по эффективному использованию теплоты на отопление жилого здания и рекомендации по повышению эффективности ее использования:

1. Ограждающие конструкции жилого дома соответствуют требованиям СНиП 23-02 и МР 23-345-2008 УР.

2. Расчетные температурные условия внутри помещений соответствуют требованиям ГОСТ 30494-96 и МР 23-345-2008 УР.

3. Компактность жилого здания составляет 0,25 м$^{-1}$, что не превышает нормативного значения 0,32 м$^{-1}$ по таблице 11 МР 23-345-2008 УР.

4. Удельный годовой расход теплоты на отопление 1 м^2 отапливаемых площадей с учетом энергосберегающих мероприятий (*установка термостатических клапанов на приборах отопления, регулирующие приборы для балансировки системы отопления, устройство автоматизированного узла управления с погодной компенсацией*) составляет 68,73 кДж / (м^2·°С·сут), что не превышает нормативного значения 76 кДж / (м^2·°С·сут), и 17,37 кДж / (м^3·°С·сут), что также не превышает нормативного значения 27,5 кДж / (м^3·°С·сут) таблица 10 МР 23-345-2008 УР.

5. Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления:

5.1. Класс энергетической эффективности – высокий, класс ***В***.

5.2. Проект здания соответствует нормативному требованию.

7 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Общая информация

Дата заполнения	08.04.2008 г.
Адрес здания	г. Ижевск, 1 микрорайон, ул. Светлая
Разработчик проекта	ООО "Институт"
Адрес и телефон разработчика	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
Шифр проекта	9-этажный двухсекционный жилой дом по ул. Светлой в 1 микрорайоне г. Ижевска.

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	21
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-34
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	-
4	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	2
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	222
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-5,6
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	5905

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Жилое
9	Размещение в застройке	Отдельно стоящее
10	Тип	Многоэтажное; 9 этажей
11	Конструктивное решение	Здание каркасное с кирпичными стенами

Геометрические и теплоэнергетические показатели

начало

№ п.п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показа-теля
1	2	3	4	5	6
Геометрические показатели					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	A_e^{sum}, м^2	-	5919,7	
	Наружная стена	A_w, м^2	-	3369,2	
	Чердачное перекрытие с кровлей из рулонных материалов	A_c, м^2	-	889,5	
	Перекрытие над техподпольем	A_f, м^2	-	889,5	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	A_F, м^2	-	762,9	
	Дверь (кроме балконной), ворота	A_{ed}, м^2	-	8,6	
13	Площадь квартир	A_h, м^2	-	6101	
14	Полезная площадь (общественных зданий)	A_h, м^2	-	-	
15	Площадь жилых помещений	A_l, м^2	-	3042	
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	A_l, м^2	-	-	
17	Отапливаемый объем	V_h, м^3	-	24144	
18	Коэффициент остекленности фасада здания	f, %	18	18	
19	Показатель компактности здания	k_e^{des}, м$^{-1}$	0,32	0,25	
Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	R_0^r, м^2·°С/Вт	-	1,57	
	Наружная стена	R_w	3,47	2,07	

продолжение

№ п.п	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показа-теля
1	2	3		4	5	6
	Чердачное перекрытие с кровлей из рулонных материалов	R_c		4,56	4,60	
	Перекрытие над техподпольем	R_f		2,74	0,94	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	R_F		0,59	0,55	
	Дверь (кроме балконной), ворота	R_{ed}		1,26	0,93	
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr}, Вт/м^2°С		-	0,636	
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	n_a, ч$^{-1}$		-	0,451	
	Кратность воздухообмена здания при испытании (при 50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$		-		
23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{\inf}$, Вт/м^2°С		-	0,405	
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	K_m, Вт/м^2°С		-	1,041	
Энергетические показатели						
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h	МДж	-	3144011	
			кВт·ч		873336	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, Вт/м^2		-	17	
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}	МДж	-	991916	
			кВт·ч		275532	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s	МДж	-	261434	
			кВт·ч		72621	
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y	МДж	-	2476355	
			кВт·ч		687876	

Коэффициенты

продолжение

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3		4	5
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_0^{des}		-	1
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_{dec}		-	1
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ		-	0,95
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k		-	0,7
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h		-	1,13
Комплексные показатели					
35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des}	кДж/м^2°С·сут	-	68,73
			кДж/м^3°С·сут		17,37
36	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req}	кДж/м^2°С·сут		76
			кДж/м^3°С·сут		27,5
37	Класс энергетической эффективности			-	Высокий
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию			-	Да
39	Дорабатывать ли проект здания			-	Нет

окончание

Указания по повышению энергетической эффективности	
40	Рекомендуем: Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления имеют высокий класс энергетической эффективности.

41	Паспорт заполнен	
	Организация	ООО "Институт"
	Адрес и телефон	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
	Ответственный исполнитель	Качалов С.П.

8 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ (ДЕТСКАЯ ПОЛИКЛИНИКА)

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

Детская поликлиника по ул. Северной в 3 микрорайоне г. Ижевска

Энергоэффективность

11112 – ЭФ

Том 1.

г. Ижевск
2008

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

Детская поликлиника по ул. Северной в 3 микрорайоне г. Ижевска

Энергоэффективность

11112 – ЭФ

Том 1.

Директор Петров В.В.
Главный инженер Добров А.А.
Главный инженер проекта Ложкин Р.А.

Договор № 1 от 12.01.08 г. Заказчик: ООО «Стройинвест»

г. Ижевск
2008

СОДЕРЖАНИЕ:

стр.

8 Пояснительная записка

8.1 Исходные данные для расчета теплоэнергетических параметров здания.....41

8.2 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.....48

8.3 Расчеты энергетических показателей здания 56

8.4 Заключение.....60

9 Эталон энергетического паспорта общественного здания 61

8 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

8.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЯ.

Раздел «Энергоэффективность» выполнен для общественного здания по объекту «Детская поликлиника по ул. Северной в 3 микрорайоне г. Ижевска».

Раздел выполнен на основании следующих нормативных документов:

- СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- МР 23-345-2008 УР «Методические рекомендации по проектированию тепловой защиты жилых и общественных зданий».

Общая характеристика здания

Здание поликлиники – четырехэтажное. В цокольном этаже размещены помещения: венткамеры, медицинский архив, хозяйственные кладовые, комната персонала, гардеробы врачей и младшего персонала. На первом этаже – вестибюль с гардеробом для посетителей, регистратура, приемно-смотровые фильтр-боксы, лаборатории, специализированные кабинеты. На втором и третьем этажах – кабинеты врачей специалистов, зал лечебной физкультуры, дневной стационар, кабинеты администрации поликлиники.

Расчетная высота здания, от пола первого этажа до верха вытяжной шахты (п. Г.5), H = 16,1 м.
Высота этажа – 3,3 м.
Высота техподполья – 2,4 м.
Высота подвала – 3,3 м.
Полезная площадь здания, A_h = 2936 м^2, в том числе расчетная площадь, A_l = 2555 м^2.
Общая площадь наружных ограждающих конструкций A_e^{sum} = 3615,6 м^2.
Отапливаемый объем здания V_h = 11267 м^3.

Режим работы детской поликлиники двухсменный по 4 часа в смену при пятидневной рабочей неделе.

Количество посетителей в смену – 240 человек. Количество работающих в поликлинике всего - 75 человека. Одновременное нахождение людей в здании в течении одной смены 277 человек.

Коэффициент остекленности фасада согласно п. 5.11 СНиП 23-02:

$$f = \frac{A_F}{A_w + A_F} = \frac{291{,}1}{1188{,}0 + 291{,}1} = 0{,}20,$$ что не превышает нормативного значения 0,25,

где A_F = 291,1 м^2 - площадь заполнений светопроемов;
A_w = 1188,0 м^2 - площадь наружных стен (за исключением проемов).

Показатель компактности здания определяем согласно п. 7.3 по формуле (3) МР 23-345-2008 УР:

$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h} = \frac{3615,6}{11267}$ = 0,32 м$^{-1}$, что не превышает нормативного показателя компактности здания k_e^{req} = 0,43 м$^{-1}$ (таблица 11 МР 23-345-2008 УР).

Проектные решения здания

Здание – каркасное. Каркас по серии 1.020-1/87.

Стены техподполья запроектированы из бетонных блоков по ГОСТ 13579. Перекрытия – панели железобетонные многопустотные по сериям 1.041.1-3вып.1, 5 и 1.141-1вып.60, 63, 65

Наружные стены – приняты трехслойные, из кирпича керамического ГОСТ 530 с утеплением пенополистиролом ПСБ-С-15 ГОСТ 15588 толщиной 120 мм.

Крыша стропильная. Утеплитель чердачного перекрытия – пенобетон толщиной 360 мм. γ = 220 кг/м^3 по ТУ 5741-001-08890619-99.

Оконные блоки – в пластиковых переплетах с 2-х камерными стеклопакетами из обычного стекла по ГОСТ 30674.

Двери наружные (кроме балконных) деревянные по ГОСТ 24698.

В здании предусмотрено водяное отопление, подключенное к системе централизованного теплоснабжения через автоматизированный узел управления, горячее водоснабжение. Система отопления - двухтрубная с нижней разводкой магистралей в техподполье. Нагревательные приборы снабжены автоматическими терморегуляторами.

В здании поликлиники предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.

Климатические показатели холодного периода года
(таблица 4 МР 23-345-2008)

Населенный пункт	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, t_{ext}, °С	Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 10 °С, z_{ht}, сут.	Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 10°С, t_{ht}, °С	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, v, м/с
Ижевск	- 34	237	- 4,7	4,8

Температурно-влажностный режим здания
(таблица 5 МР 23-345-2008)

Здание	Температура внутреннего воздуха t_{int}, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int}, %	Температура точки росы t_d, °С
общественное - лечебное учреждение	21	55	11,6

Уровень теплозащиты ограждающих конструкций

начало

Название	Описание технических решений	Приведенное сопротивление теплопередаче $м^2$ °С/Вт	Ссылка
Здание общественное			
Наружная стена	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,120 м ГОСТ 530; Пенополистирол ПСБ-С-15 γ = 15 кг/$м^3$ δ = 0,120 м ГОСТ 15588; Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,380 м ГОСТ 530; Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м.	2,87	
Внутренняя стена между отапливаемым подвалом и техподпольем	Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м; Минераловатные плиты γ = 100 кг/$м^3$ δ = 0,100 м ТУ 5762-003-45757203; Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,250 м ГОСТ 530; Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м.	2,72	
Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,03 м; Пенобетон γ = 220 кг/$м^3$, δ = 0,360 м, ТУ 5741-001-08890619-99; Слой рубероида на битумной мастике γ = 600 кг/$м^3$, δ = 0,001 м; Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,01 м; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/$м^3$, δ = 0,220 м.	4,73	
Перекрытие над техподпольем	Линолеум ПВХ γ = 1600 кг/$м^3$, δ = 0,005м; Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,04 м; Пенобетон наливной γ = 400 кг/$м^3$ δ = 0,055 м, ГОСТ 25485; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/$м^3$ δ = 0,220 м.	0,89	

окончание

Название	Описание технических решений	Приведенное сопротивление теплопередаче $м^2$ °С/Вт	Ссылка
Пол по грунту	Линолеум ПВХ γ = 1600 кг/$м^3$ δ = 0,005м; Цементно-песчаный раствор М-100 γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,02 м; Подстилающий слой бетона γ = 2400 кг/$м^3$, δ = 0,08 м.	4,85	
Окно, балконная дверь	Окна в пластиковых переплетах с двухкамерным стеклопакетом из обычного стекла по ГОСТ 30674	0,54	
Дверь (кроме балконной), ворота	Двери деревянные по ГОСТ 24698	0,93	

Установочная мощность систем инженерного оборудования

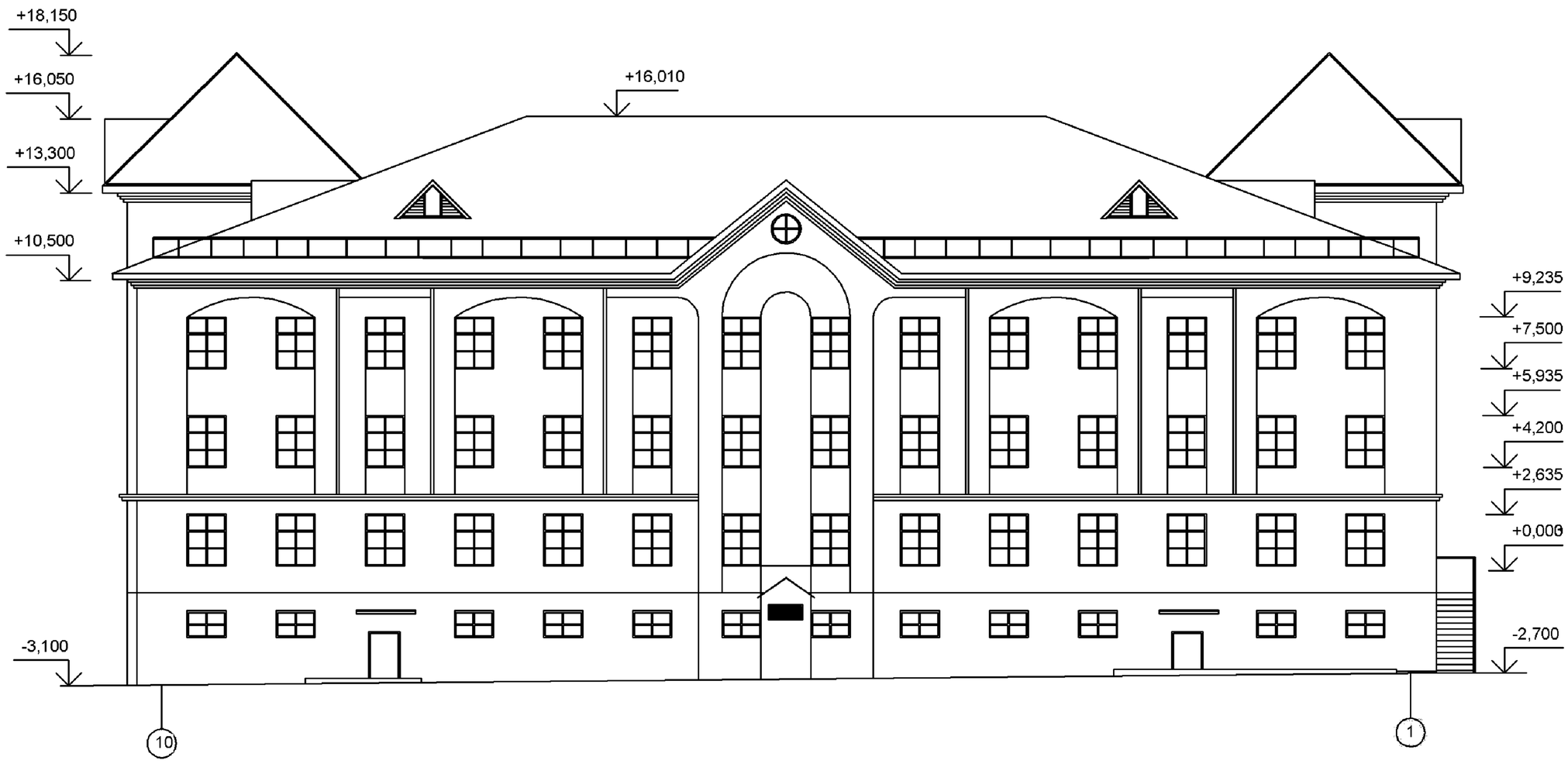
(заполняется проектной организацией на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию)

№ п/п	Показатели и характеристики	Ед. измер.	Кол-во	Прим.
1	Максимальный расчетный часовой расход теплоты на отопление	кВт	300,0	
2	Часовые расходы теплоты на горячее водоснабжение	кВт	120,3	
3	Часовые расходы холодной воды	$м^3$	0,83	
4	Часовые расходы электрической энергии	кВт	145,0	
5	Максимальный расчетный часовой расход теплоты на вентиляцию	кВт	264,0	

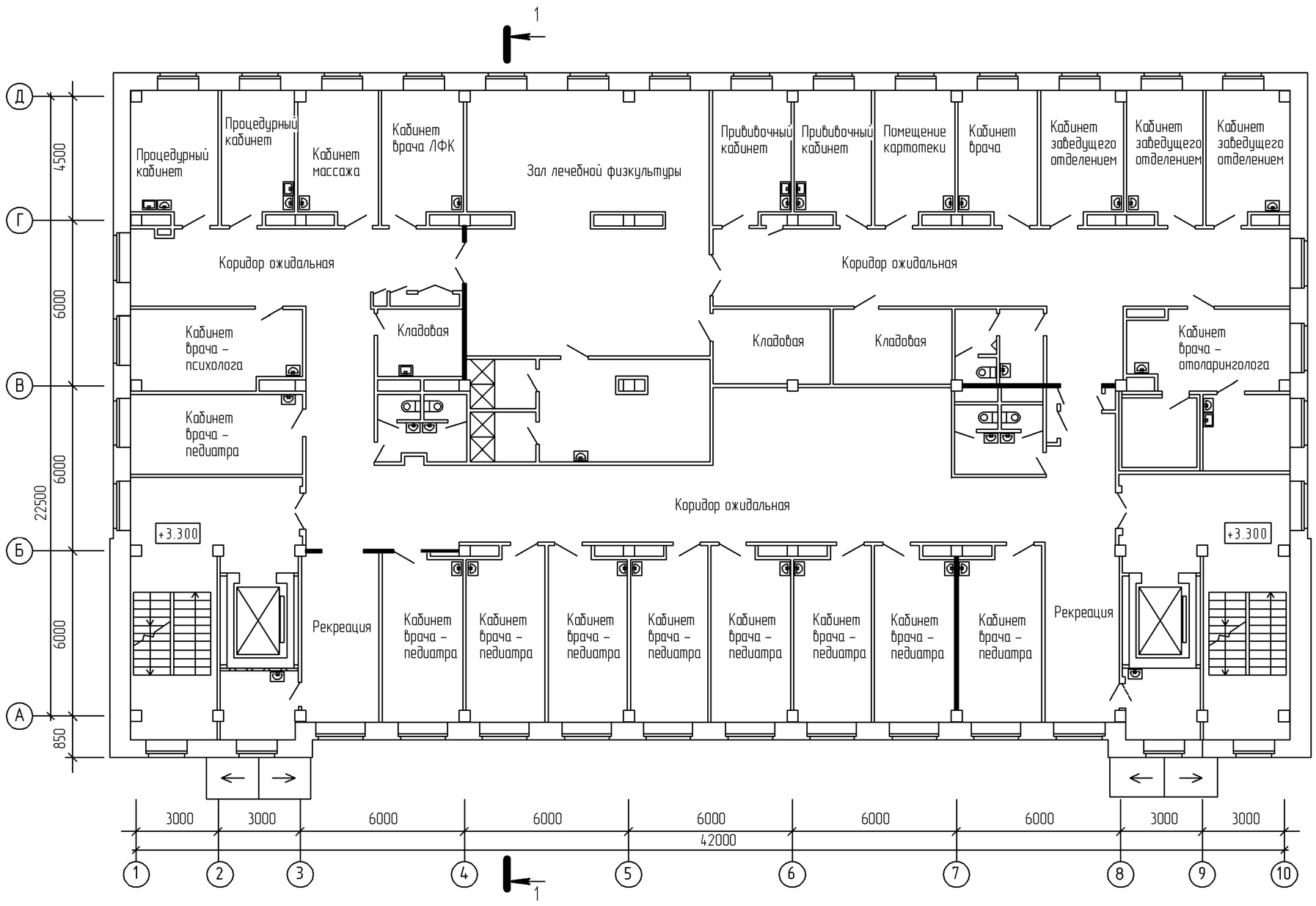
Характеристика оборудования здания

Источник теплоснабжения здания	Центральный тепловой пункт
Система отопления здания	Двухтрубная с нижней разводкой магистралей в техподполье
Схема подключения системы отопления здания	Зависимая с установкой автоматизированного узла управления
Тип нагревательных приборов	Стальные панельные радиаторы
Регулирующая арматура для нагревательных приборов	Термостатические клапаны
Регулирующие приборы для балансировки системы отопления	Запорно-балансировочные клапаны на ветках систем отопления
Система вентиляции	Приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением.
Схема подключения системы горячего водоснабжения	Централизованное от ЦТП
Система водоснабжения	Хозяйственно-питьевой водопровод
Система канализации	Хозяйственно-бытовая канализация
Приборы учета тепловой энергии - ХВС на вводе в здание	Теплосчетчик ВСХ
Регулирование параметров теплоносителя	Автоматическое
Теплоизоляция трубопроводов отопления и ГВС по подвалу здания	Трубчатый материал
Источник электроснабжения	ТП
Система телефонизации	АТС
Система телевидения	Антенна метрового и дециметрового диапазона
Противопожарная автоматика и дымозащита	Дымовые пожарные извещатели во всех помещениях

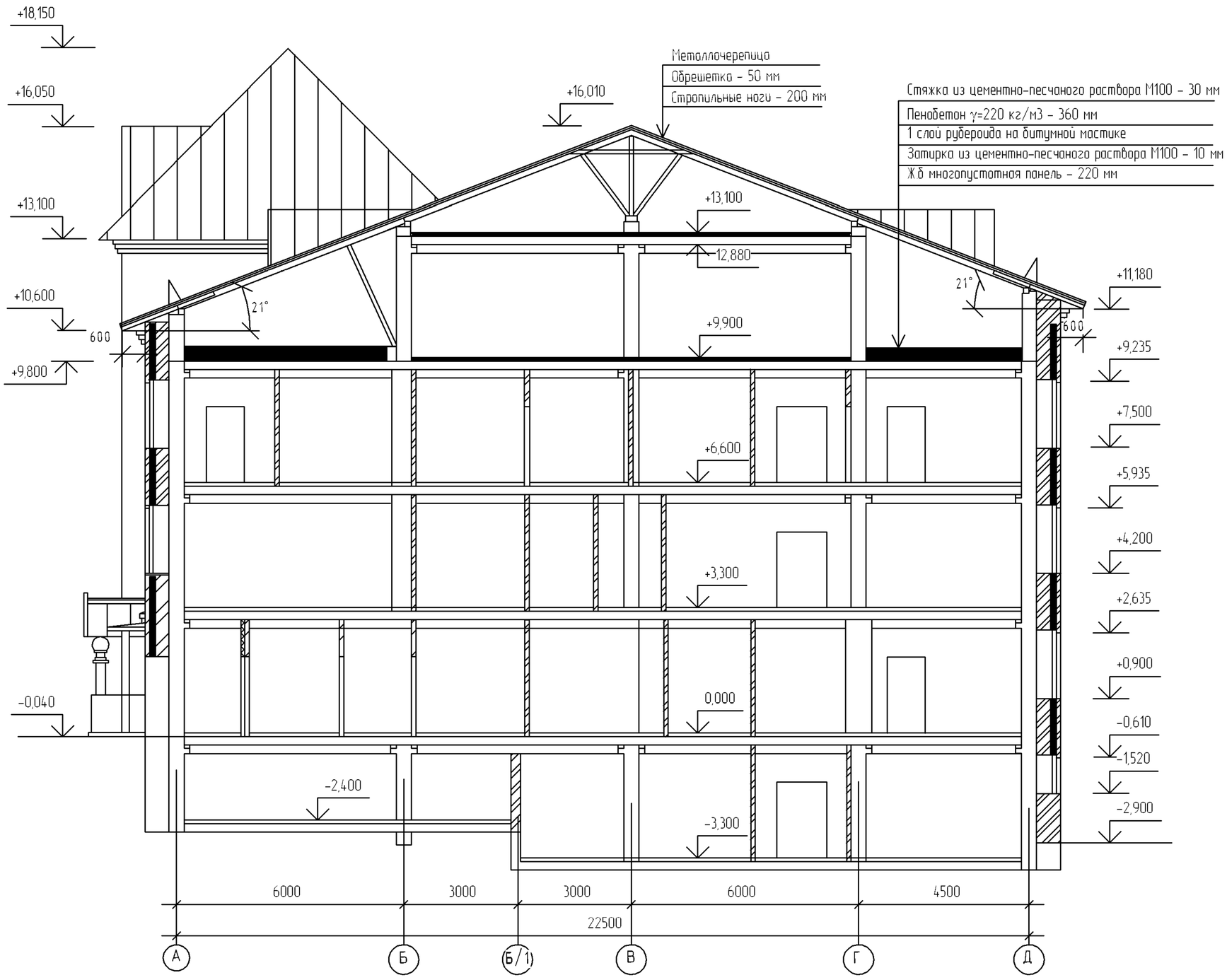
Фасад 10-1.



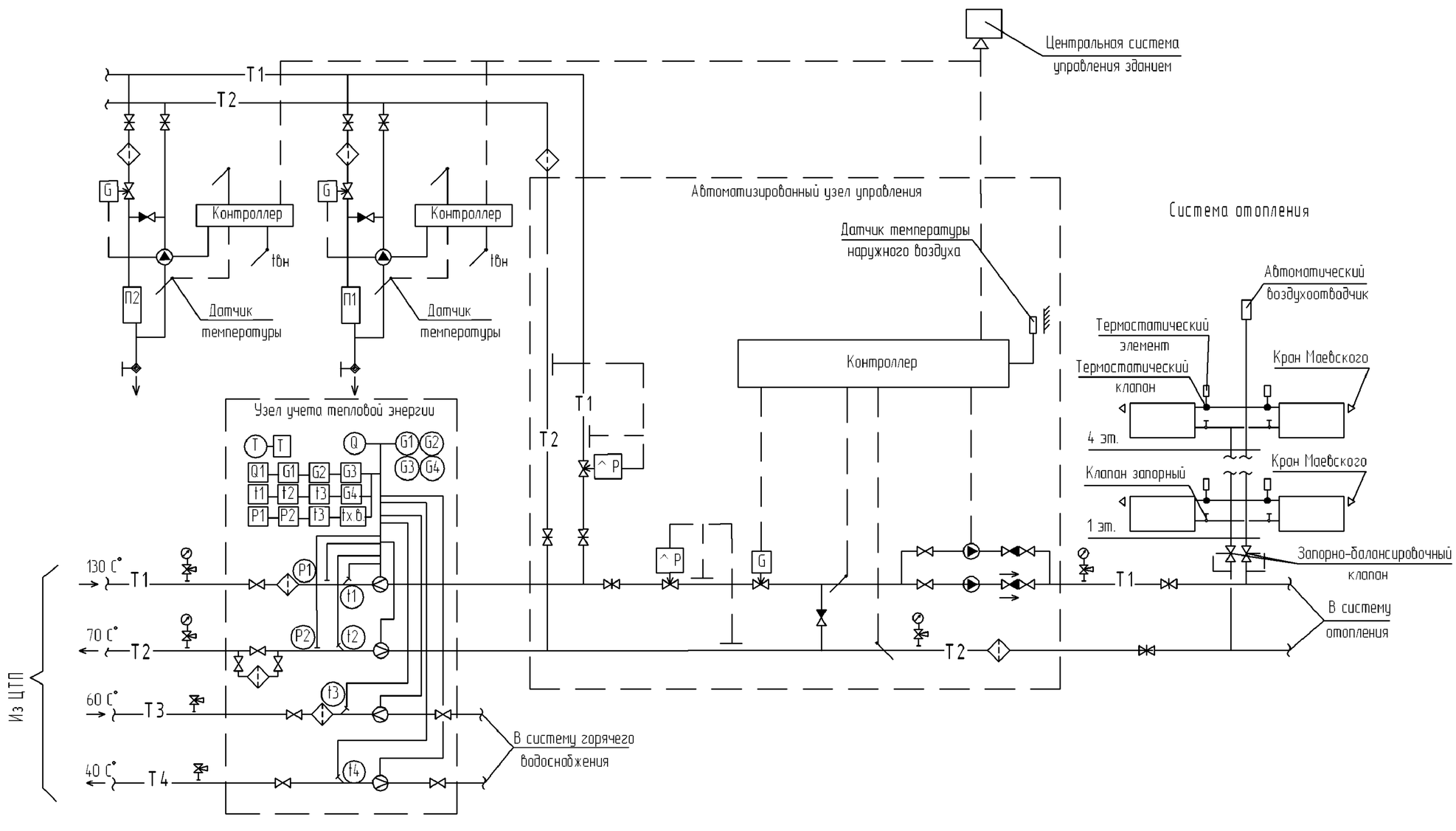
План 2-го этажа.



Разрез 1-1.



Принципиальная схема теплоснабжения здания.



8.2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Площадь наружных ограждающих конструкций, отапливаемые площадь и объем здания, необходимые для расчета энергетического паспорта, и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания определялись согласно проекту в соответствии с требованиями СНиП 23-02.

Сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определялись в зависимости от количества и материалов слоев по формулам (6-8) СП 23-101.

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены

Тип конструкции: наружная стена.

Температура внутреннего воздуха t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = - 4,7 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} = 237 сут, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-4{,}7))\cdot 237$ = 6091 град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности – стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d = 11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 4 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,120	0,700	0,171
2	Пенополистирол, плотность 15 кг/м^3	0,120	0,041	2,927
3	Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,380	0,700	0,543
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$R_к = R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{a.l.} = 0{,}171 + 2{,}927 + 0{,}543 + 0{,}026 = 3{,}67$ м^{2o}С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 3{,}67 + \frac{1}{23} = 3{,}83 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для наружной стены принимаем $r = 0{,}75$.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_0^r = R_0^{con} r = 3{,}83 \cdot 0{,}75 = 2{,}87$ м^{2o}С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 3{,}53$ м^{2o}С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min} = 2{,}22$ м^{2o}С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21 + 34)}{4 \cdot 8{,}7} = 1{,}58 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{1 \cdot (21 + 34)}{2{,}87 \cdot 8{,}7} = 18{,}8 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(21 + 34)}{2{,}87 \cdot 8{,}7} = 2{,}2 \text{ °С}.$$

Таким образом,

$R_0^r = 2{,}87$ м^{2o}С/Вт $< R_{req1} = 3{,}53$ м^{2o}С/Вт,

$R_0^r = 2{,}87$ м^{2o}С/Вт $> R_{\min} = 2{,}22$ м^{2o}С/Вт,

$R_0^r = 2{,}87$ м^{2o}С/Вт $> R_{req} = 1{,}58$ м^{2o}С/Вт,

$\tau_{si} = 18{,}8$ °С $> t_d = 11{,}6$ °С,

$\Delta t_0 = 2{,}2$ °С $< \Delta t_n = 4$ °С.

Вывод: *рекомендуется выполнить расчет по энергетическому паспорту, так как конструкция наружной стены не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче внутренней стены между отапливаемым подвалом и техподпольем

Тип конструкции: внутренняя стена.

Температура внутреннего воздуха в отапливаемом подвале t_{int} = 16 °С.

Влажность внутреннего воздуха в отапливаемом подвале φ_{int} = 55 %, примечание к таблице 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха (внутреннего воздуха в техподполье) $t_{ext} = t_{\text{int}}^{b}$ = 2 °С, согласно п. 9.3.2 СП 23-101.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности – стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха в отапливаемом подвале по приложению Р СП 23-101 находим температуру точки росы t_d = 7,0 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха в отапливаемом подвале и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 4 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026
2	Минераловатные плиты, плотность 100 кг/м^3	0,100	0,042	2,381
3	Кладка из кирпича глинного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,250	0,700	0,357
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}026 + 2{,}381 + 0{,}357 + 0{,}026 = 2{,}79 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 2{,}79 + \frac{1}{23} = 2{,}95 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для внутренней стены между отапливаемым подвалом и техподпольем принимаем r = 0,92.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:
$R_0^r = R_0^{con} r = 2{,}95 \cdot 0{,}92 = 2{,}72$ м^2°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21+34)}{4 \cdot 8{,}7} = 1{,}58 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 16 - \frac{1 \cdot (16-2)}{2{,}72 \cdot 8{,}7} = 15{,}4 \text{ °С}.$$

Таким образом,
$R_0^r = 2{,}72$ м^2°С/Вт > $R_{req} = 1{,}58$ м^2°С/Вт,
$\tau_{si} = 15{,}4$ °С > $t_d = 7{,}0$ °С,

Вывод: *конструкция внутренней стены между отапливаемым подвалом и техподпольем соответствует санитарно-гигиеническим нормам, включающие температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы (п. 4.1 МР 23-345-2008 УР).*

Расчет сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия

Тип конструкции: чердачное перекрытие.
Температура внутреннего воздуха $t_{\text{int}} = 21$ °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Влажность внутреннего воздуха $\varphi_{\text{int}} = 55$ %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.
Температура наружного воздуха $t_{ext} = -34$ °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.
Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.
Средняя температура отопительного периода $t_{ht} = -4{,}7$ °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.
Продолжительность отопительного периода $z_{ht} = 237$ сут, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.
По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht}) z_{ht} = (21 - (-4{,}7)) \cdot 237 = 6091$ град.сут.
Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности $n = 1$.
Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{ext} = 12$ Вт/(м^2°С).
Тип внутренней поверхности – потолок с $h/a \leq 0{,}3$, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности $\alpha_{\text{int}} = 8{,}7$ Вт/(м^2°С).
По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы $t_d = 11{,}6$ °С.
Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции $\Delta t_n = 3{,}0$ °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м²°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,030	0,760	0,039
2	Пенобетон, плотность 220 кг/м³	0,360	0,081	4,444
3	Рубероид на битумной мастике, плотность 600 кг/м³	0,001	0,17	0,006
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,010	0,760	0,013
5	Ж.б многопустотная панель, плотность 2500 кг/м³	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}039 + 4{,}444 + 0{,}006 + 0{,}013 + 0{,}181 = 4{,}68$ м²°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 4{,}68 + \frac{1}{12} = 4{,}88 \text{ м}^2{}^\circ\text{С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для чердачного перекрытия принимаем $r = 0{,}97$.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_0^r = R_0^{con} r = 4{,}88 \cdot 0{,}97 = 4{,}73$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1} = 4{,}64$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min} = 3{,}71$ м²°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21 + 34)}{3 \cdot 8{,}7} = 2{,}11 \text{ м}^2{}^\circ\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{1 \cdot (21 + 34)}{4{,}49 \cdot 8{,}7} = 19{,}6 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21+34)}{4{,}49 \cdot 8{,}7} = 1{,}4\ °\text{C}\ .$$

Таким образом,

R_0^r = 4,73 м^2°С/Вт > R_{req1} = 4,64 м^2°С/Вт,

R_0^r = 4,73 м^2°С/Вт > $R_{\min}$ = 3,71 м^2 °С/Вт,

R_0^r = 4,73 м^2°С/Вт > R_{req} = 2,11 м^2°С/Вт,

τ_{si} = 19,6 °С > t_d =11,6 °С,

Δt_0 = 1,4 °С < Δt_n = 3 °С.

Вывод: *конструкция чердачного перекрытия удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над техподпольем

Тип конструкции: перекрытие над техподпольем.

Температура внутреннего воздуха на первом этаже t_{int} = 21°С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Влажность внутреннего воздуха на первом этаже φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Согласно п. 9.3.2 СП 23-101 расчетная температура воздуха в техподполье принята t_{int}^b = 2°С.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности A.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -4,7 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} = 237 сут, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-4{,}7)) \cdot 237 = 6091$ град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности $n = 0{,}6$.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 6 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности – пол с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха на первом этаже по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d = 11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха на первом этаже и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 2 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}\ ,$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в

таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м²°С/Вт
1	Линолеум ПВХ, плотность 1600 кг/м³	0,005	0,330	0,015
2	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,040	0,760	0,053
3	Пенобетон, плотность 400 кг/м³	0,055	0,140	0,393
4	Ж.б плита, плотность 2500 кг/м³	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$R_к = R_1 + R_2 + ... + R_n + R_{a.l.} = 0{,}015 + 0{,}053 + 0{,}393 + 0{,}181 = 0{,}64$ м²°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 0{,}64 + \frac{1}{6} = 0{,}92 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для перекрытия над техподпольем принимаем $r = 0{,}97$.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_0^r = R_0^{con} r = 0{,}92 \cdot 0{,}97 = 0{,}89$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1}^0 = R_{req} n = 4{,}64 \cdot 0{,}6 = 2{,}78$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n определяем минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min}^0 = R_{\min} n = 3{,}71 \cdot 0{,}6 = 2{,}23$ м²°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}6 \cdot (21 - 2)}{2 \cdot 8{,}7} = 0{,}66 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^b)}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{0{,}6 \cdot (21 - 2)}{0{,}89 \cdot 8{,}7} = 19{,}5 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R^r{}_0 \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}6 \cdot (21 - 2)}{0{,}89 \cdot 8{,}7} = 1{,}5 \text{ °С}.$$

Таким образом:

$R_0^r = 0{,}89$ м²°С/Вт $< R_{req1}^0 = 2{,}78$ м²°С/Вт,

R_0^r = 0,89 м²°С/Вт < $R_{\min}^0$ = 2,23 м²°С/Вт,

R_0^r = 0,89 м²°С/Вт > R_{req} = 0,66 м²°С/Вт,

τ_{si} = 19,5 °С > t_d =11,6 °С,

Δt_0 = 1,5 °С < Δt_n = 2 °С.

Вывод: *рекомендуется выполнить расчет по энергетическому паспорту, так как конструкция перекрытия над техподпольем не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче пола по грунту в отапливаемом подвале

Температура внутреннего воздуха в отапливаемом подвале t_{int} = 16 °С.

Температура внутреннего воздуха в техподполье t_{int}^b = 2 °С, согласно п. 9.3.2 СП 23-101.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Общая площадь пола по грунту отапливаемого подвала A_{f2} = 565 м².

В соответствии с п. Г.3 приложения Г приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту определяем согласно СНиП 41-01.
Пол по грунту в отапливаемом подвале не утеплен, материалы пола имеют расчетные коэффициенты теплопроводности $\lambda \geq 1{,}2$ Вт/ (м°С).

Поверхность пола делится на зоны шириной 2 м, параллельными наружным стенам.
I зона:
Площадь поверхности пола A_I = 134,32 м²,
Сопротивление теплопередаче R_{cI} = 2,1 м² °С/Вт.

II зона:
Площадь поверхности пола A_{II} = 110,32 м²,
Сопротивление теплопередаче R_{cII} = 4,3 м² °С/Вт.

III зона:
Площадь поверхности пола A_{III} = 94,32 м²,
Сопротивление теплопередаче R_{cIII} = 8,6 м² °С/Вт.

IV зона:
Площадь поверхности пола A_{IV} = 226,04 м²,
Сопротивление теплопередаче R_{cIV} = 14,2 м² °С/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче пола по грунту отапливаемого подвала:

$$R_{f2}^r = \frac{A_f}{\sum_i^4 A_i / R_{ci}} = \frac{565}{134{,}32/2{,}1 + 110{,}32/4{,}3 + 94{,}32/8{,}6 + 226{,}04/14{,}2} = 4{,}85 \text{ м}^2\text{°С/Вт}.$$

8.3 РАСЧЕТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЯ

8.3.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период, q_h^{des}, кДж/(м^2·°С·сут) или кДж/(м^3·°С·сут), определяется по формуле (Г.1):

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{A_h D_d} = \frac{1000 \cdot 1812891}{2936 \cdot 6091} = 101{,}37 \text{ кДж/(м}^2\text{·°С·сут)},$$

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{V_h D_d} = \frac{1000 \cdot 1812891}{11267 \cdot 6091} = 26{,}42 \text{ кДж/(м}^3\text{ ·°С·сут)},$$

где Q_h^y = 1812891 МДж - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода,

A_h = 2936 м^2 – полезная площадь здания,

V_h = 11267 м^3 - отапливаемый объем здания,

D_d = 6091 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР.

8.3.2 Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж, определяется по формуле (Г.2):

$$Q_h^y = \left[Q_h - (Q_{\text{int}} + Q_s)\nu\zeta\right]\beta_h = \left[2152015 - (538878 + 181763) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95\right] \cdot 1{,}13 = 1812891 \text{ МДж},$$

где Q_h = 2152015 МДж - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции,

Q_{int} = 538878 МДж - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода,

Q_s = 181763 МДж - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода,

ν = 0,80 - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, приведенный в п. Г.2,

ζ = 0,95 - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, приведенный в п. Г.2,

β_h = 1,13 - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, приведенный в п. Г.2.

8.3.3 Общие теплопотери здания за отопительный период Q_h, МДж, определяется по формуле (Г.3):

$$Q_h = 0{,}0864 K_m D_d A_e^{sum} = 0{,}0864 \cdot 1{,}131 \cdot 6091 \cdot 3615{,}6 = 2152015 \text{ МДж},$$

где K_m = 1,131 Вт/(м^2·°С) - общий коэффициент теплопередачи здания,

D_d = 6091 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР,

A_e^{sum} = 3615,6 м^2 - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

по формуле (Г.4): $K_m = K_m^{tr} + K_m^{\inf} = 0{,}45 + 0{,}681 = 1{,}131$ Вт/(м^2·°С),

где K_m^{tr} = 0,45 Вт/(м^2·°С) - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания,
$K_m^{\inf}$ = 0,681 Вт/(м^2·°С) - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции,

по формуле (Г.5): $K_m^{tr} = \left(\frac{A_{w1}}{R_{w1}^r} + \frac{A_{w2}}{R_{w2}^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{nA_c}{R_c^r} + \frac{nA_{f1}}{R_{f1}^r} + \frac{A_{f2}}{R_{f2}^r}\right) / A_e^{sum} =$

$\left(\frac{1188}{2{,}87} + \frac{154{,}0}{2{,}72} + \frac{291{,}1}{0{,}54} + \frac{20}{0{,}93} + \frac{981{,}5}{4{,}73}\cdot 1 + \frac{416{,}0}{0{,}89}\cdot 0{,}6 + \frac{565}{4{,}85}\right) / 3615{,}6 =$ 0,45 Вт/(м^2·°С),

где A_{w1} = 1169,5 м^2, A_{w2} = 154 м^2, A_F = 291,1 м^2, A_{ed} = 20 м^2, A_c = 981,5 м^2, A_{f1} = 416 м^2, A_{f2} = 565 м^2 - площади ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений светопроемов; наружных дверей и ворот; чердачных перекрытий; цокольных перекрытий; полов по грунту,
R_{w1}^r = 2,87 м^2 °С/Вт, R_{w2}^r = 2,72 м^2 °С/Вт, R_F^r = 0,54 м^2 °С/Вт, R_{ed}^r = 0,93 м^2 °С/Вт, R_c^r = 4,73 м^2 °С/Вт, R_{f1}^r = 0,89 м^2 °С/Вт, R_{f2}^r = 4,85 м^2 °С/Вт, - приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений светопроемов; наружных дверей и ворот; чердачных перекрытий; цокольных перекрытий, полов по грунту,
n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведенный в таблице 6 СНиП 23-02, принимаем для чердачного перекрытия n = 1, для перекрытия над техподпольем n = 0,6,

A_e^{sum} = 3615,6 м^2 – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

по формуле (Г.6):

$$K_m^{\inf} = \frac{0{,}28cn_a\beta_v V_h \rho_a^{ht} k}{A_e^{sum}} = \frac{0{,}28\cdot 1\cdot 0{,}696\cdot 0{,}85\cdot 11267\cdot 1{,}32\cdot 1}{3615{,}6} = 0{,}681 \text{ Вт/(м}^2\text{·°С)},$$

где c = 1 кДж/(кг °С) – удельная теплоемкость воздуха,
n_a = 0,696 ч$^{-1}$ - средняя кратность воздухообмена за отопительный период,
β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_h = 11267 м^3 - отапливаемый объем здания,
ρ_a^{ht} = 1,32 кг/м^3 - средняя плотность приточного воздуха помещения за отопительный период,
k = 1 - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных

конструкциях, приведенный в п. Г.4.

8.3.4 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, n_a, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г8):

$$n_a = \left[\frac{L_v n_v}{168} + \frac{G_{\inf} k n_{\inf}}{168 \rho_a^{ht}}\right] / (\beta_v V_h) = \left[\frac{12775 \cdot 40}{168} + \frac{4788{,}5 \cdot 1 \cdot 168}{168 \cdot 1{,}32}\right] / (0{,}85 \cdot 11267) = 0{,}696 \text{ ч}^{-1},$$

где $L_v = 5A_l = 5 \cdot 2555$ = 12775 м^3/ч – количество приточного воздуха в здание при механической вентиляции,
где A_l = 2555 м^2 – расчетная площадь здания,

n_v = 40 ч - число часов работы механической вентиляции в течение недели,
$G_{\inf}$ = 4788,5 кг/ч - количество инфильтрующегося воздуха поступающего в здание через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей,
k = 1 – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4,
$n_{\inf}$ = 168 ч - число часов учета инфильтрации в течение недели, для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией,

по формуле (Г.7) $\rho_a^{ht} = \dfrac{353}{[273 + 0{,}5(t_{\text{int}} + t_{ext})]} = \dfrac{353}{273 + 0{,}5(21 - 34)}$ = 1,32 кг/м^3 – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,

где t_{int} = 21 °С – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, таблица 5 МР 23-345-2008 УР,
t_{ext} = -34 °С – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,
β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_h = 11267 м^3 – отапливаемый объем здания.

8.3.5 Количество инфильтрующегося воздуха поступающего в здание через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей, $G_{\inf}$, кг/ч, определяется по формуле пункта Г.4:

$$G_{\inf} = 0{,}5\beta_v V_h = 0{,}5 \cdot 0{,}85 \cdot 11267 = 4788{,}5 \text{ кг/ч},$$

где β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_h = 11267 м^3 – отапливаемый объем здания.

8.3.6 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, Q_{int}, МДж, определяются по формуле (Г.10):

$Q_{\text{int}} = 0{,}0864 q_{\text{int}} z_{ht} A_l = 0{,}0864 \cdot 10{,}3 \cdot 237 \cdot 2555 = 538878$ МДж,

где по формуле (Г.10.1): $q_{\text{int}} = \dfrac{Q_{чел} + Q_{осв} + Q_{орг.тех}}{A_l} = \dfrac{5957 + 19762 + 699}{2555} = 10{,}3$ Вт/м^2 – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2.

Тепловыделения от расчетного числа людей, находящихся в здании:

$$Q_{чел} = \frac{240 \cdot 40 + 1 \cdot 40 + 2 \cdot 37 \cdot 20}{168} \cdot 90 = 5957 \text{ Вт},$$

где 240 человек – число посетителей, находящихся в здании 40 часов в неделю (8 часов при 5 дневной рабочей неделе),
37 человек – работающих в поликлинике в смену, 20 часов в неделю (4 часа смена при пятидневной рабочей неделе),
1 человек (главврач) – работающий в поликлинике 40 часов в неделю (8 часов в день при пятидневной рабочей неделе),
168 ч – количество часов в неделе,
90 Вт/чел – количество тепла выделяемое 1 человеком.

Тепловыделения от искусственного освещения:

$$Q_{осв} = \frac{83000 \cdot 40}{168} = 19762 \text{ Вт},$$

где 83 кВт – установочная мощность на освещение по проекту,
40 ч – число часов работы в неделю,
168 ч – количество часов в неделе,

Тепловыделения от оргтехники:

$$Q_{орг.тех.} = \frac{10 \cdot 293{,}7 \cdot 40}{168} = 699 \text{ Вт},$$

где 10 Вт/м^2 – количество тепла выделяемое оргтехникой на 1 м^2 площади рабочей комнаты,
40 ч – число часов работы оргтехники в неделю,
168 ч – количество часов в неделе,
293,7 м^2 – общая площадь рабочих комнат с оргтехникой,

z_{ht} = 237 сут – продолжительность отопительного периода, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,
A_l = 2555 м^2 – расчетная площадь здания.

8.3.7 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s, МДж, для четырех фасадов здания, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле (Г.11):

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor} =$$
$$= 0{,}8 \cdot 0{,}74 \cdot (103{,}7 \cdot 1501 + 114{,}3 \cdot 703 + 35{,}8 \cdot 966 + 37{,}3 \cdot 977) = 181763 \text{ МДж},$$

где τ_F = 0,8, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,

k_F = 0,74, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,

A_{F1} = 103,7 м^2, A_{F2} = 114,3 м^2, A_{F3} = 35,8 м^2, A_{F4} = 37,3 м^2- площади светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям,

A_{scy} - площадь светопроемов зенитных фонарей здания,

I_1 = 1501 МДж/м^2, I_2 = 703 МДж/м^2, I_3 = 966 МДж/м^2, I_4 = 977 МДж/м^2 - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР,

I_{scy} - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м^2, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР.

8.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о соответствии нормативным требованиям по эффективному использованию теплоты на отопление здания и рекомендации по повышению эффективности ее использования:

1. Ограждающие конструкции общественного здания соответствуют требованиям СНиП 23-02 и МР 23-345-2008 УР.

2. Расчетные температурные условия внутри помещений соответствуют требованиям ГОСТ 30494-96 и МР 23-345-2008 УР.

3. Компактность здания составляет 0,32 м$^{-1}$, что не превышает нормативного значения 0,43 м$^{-1}$ по таблице 11 МР 23-345-2008 УР.

4. Удельный годовой расход теплоты на отопление 1 м^3 отапливаемого объема с учетом энергосберегающих мероприятий (*установка термостатических клапанов на приборах отопления, регулирующие приборы для балансировки системы отопления, устройство автоматизированного узла управления с погодной компенсацией, автоматическое регулирование и контроль систем вентиляции*) составляет 26,42 кДж / (м^3·°С·сут), что не превышает нормативного значения 31 кДж / (м^3·°С·сут), таблица 10 МР 23-345-2008 УР.

5. Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления:

5.1. Класс энергетической эффективности – высокий, класс ***В***.

5.2. Проект здания соответствует нормативному требованию.

9 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Общая информация

Дата заполнения	08.04.2008 г.
Адрес здания	г. Ижевск, 3 микрорайон, ул. Северная
Разработчик проекта	ООО "Институт"
Адрес и телефон разработчика	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
Шифр проекта	Детская поликлиника по ул. Северной в 3 микрорайоне г. Ижевска.

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха	t_{int}	°С	21
2	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-34
3	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	-
4	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	2
5	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	237
6	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-4,7
7	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	6091

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Общественное
9	Размещение в застройке	Отдельностоящее
10	Тип	Многоэтажное; 4 этажа
11	Конструктивное решение	Здание каркасное с кирпичными стенами

Геометрические и теплоэнергетические показатели

начало

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Геометрические показатели					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	A_e^{sum}, м^2	-	3615,6	
	Наружная стена	A_{w1}, м^2	-	11880,0	
	Внутренняя стена между отапливаемым подвалом и техподпольем	A_{w2}, м^2	-	154,0	
	Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	A_c, м^2	-	981,5	
	Перекрытие над техподпольем	A_{f1}, м^2	-	416,0	
	Пол по грунту	A_{f2}, м^2		565,0	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	A_F, м^2	-	291,1	
	Дверь (кроме балконной), ворота	A_{ed}, м^2	-	20,0	
13	Площадь квартир	A_h, м^2	-	-	
14	Полезная площадь (общественных зданий)	A_h, м^2	-	2936,0	
15	Площадь жилых помещений	A_l, м^2	-	-	
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	A_l, м^2	-	2555,0	
17	Отапливаемый объем	V_h, м^3	-	11267,0	
18	Коэффициент остекленности фасада здания	f, %	25	20	
19	Показатель компактности здания	k_e^{des}, м$^{-1}$	0,43	0,32	
Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	R_0^r, м^2·°С/Вт	-	2,21	
	Наружная стена	R_{w1}	3,53	2,87	

продолжение

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Норма-тивное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показа-теля
1	2	3		4	5	6
	Внутренняя стена между отапливаемым подвалом и техподпольем	R_{w2}		-	2,72	
	Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	R_c		4,64	4,73	
	Перекрытие над техподпольем	R_{f1}		2,78	0,89	
	Пол по грунту	R_{f2}		-	4,85	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	R_F		0,59	0,54	
	Дверь (кроме балконной), ворота	R_{ed}		1,26	0,93	
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr}, Вт/м^2°С		-	0,450	
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	n_a, ч$^{-1}$		-	0,696	
	Кратность воздухообмена здания при испытании (при 50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$		-	-	
23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	$K_m^{\inf}$, Вт/м^2°С		-	0,681	
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	K_m, Вт/м^2°С		-	1,131	
Энергетические показатели						
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h	МДж	-	2152015	
			кВт·ч		597782	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	q_{int}, Вт/м^2		-	10,3	
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}	МДж	-	538878	
			кВт·ч		149688	

продолжение

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Норма-тивное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показа-теля
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s	МДж	-	181763	
			кВт·ч		50490	
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y	МДж	-	1812891	
			кВт·ч		503581	

Коэффициенты

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_0^{des}	-	1
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_{dec}	-	1
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ	-	0,95
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k	-	1
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h	-	1,13
Комплексные показатели				
35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des} кДж/м^2°С·сут	-	101,37
		кДж/м^3°С·сут		26,42
36	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req} кДж/м^2°С·сут		-
		кДж/м^3°С·сут		31,0

окончание

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5
37	Класс энергетической эффективности		-	Высокий
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию		-	Да
39	Дорабатывать ли проект здания		-	Нет

Указания по повышению энергетической эффективности	
40	Рекомендуем: Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления имеют высокий класс энергетической эффективности.

41	Паспорт заполнен	
	Организация	ООО "Институт"
	Адрес и телефон	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
	Ответственный исполнитель	Ложкин Р.А.

10 ЭТАЛОН РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ» ДЛЯ ЗДАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА (4-ЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ СО ВСТРОЕННЫМ МАГАЗИНОМ НА ПЕРВОМ ЭТАЖЕ)

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

4-этажный жилой дом со встроенным магазином на 1 этаже по ул. Солнечной в 5 микрорайоне г. Ижевска.

Энергоэффективность

11113 – ЭФ

Том 1.

г. Ижевск
2008

ООО «ИНСТИТУТ»
(лицензия ГС-0-00-00-00-0-0000000000-000000-1)

4-этажный жилой дом со встроенным магазином на 1 этаже по ул. Солнечной в 5 микрорайоне г. Ижевска.

Энергоэффективность

11113 – ЭФ

Том 1.

Директор	Петров В.В.
Главный инженер	Добров А.Н.
Главный инженер проекта	Жарова Е.А

Договор № 1 от 11.01.08 г. Заказчик: ООО «Стройинвест»

г. Ижевск
2008

СОДЕРЖАНИЕ:

стр.

10 Пояснительная записка

10.1 Исходные данные для расчета теплоэнергетических параметров здания.....70

10.2 Теплотехнические расчеты ограждающих конструкций.....78

10.3 Расчеты энергетических показателей здания.....86

10.4 Заключение 93

11 Эталон энергетического паспорта здания смешанного типа.....94

10 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
10.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗДАНИЯ

Раздел «Энергоэффективность» выполнен для здания смешанного типа по объекту «4-этажный жилой дом со встроенным магазином на 1 этаже по ул. Солнечной в 5 микрорайоне г. Ижевска».

Раздел выполнен на основании следующих нормативных документов и методических рекомендаций:

- СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;
- СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий»;
- МР 23-345-2008 УР «Методические рекомендации по проектированию тепловой защиты жилых и общественных зданий».

Общая характеристика здания

Количество квартир 21, в том числе 1 комнатных – 12,
2х комнатных – 6,
3х комнатных - 3.
Расчетное количество жителей – m = 55 человек (заселенность 1100 м^2/55 чел = 20 м^2/чел).
Высота жилых этажей - 2,8 м.
Площадь квартир A_{h2} = 1100 м^2, в том числе площадь жилых помещений A_{l2} = 541 м^2.
Отапливаемый объем жилой части V_{h2} = 3818 м^3.
Расчетная высота здания, от пола первого этажа жилой части здания до верха вытяжной шахты (п. Г.5 приложения Г), H = 17,7 м.

На 1–м этаже расположен магазин.
Высота 1-го этажа – 4,2 м, подсобных помещений – 2,8 м.
Высота техподполья (подвала) – 2,25 м.
Полезная площадь встроенной части (магазина) A_{h1} = 341 м^2, в том числе расчетная площадь A_{l1} = 286 м^2.
Отапливаемый объем V_{h1} = 1244 м^3.
Магазин предназначен для продажи продовольственных товаров населению, поступающих на реализацию в фасованном виде или в упаковке завода изготовителя.
Режим работы магазина 1,5 смены (12 часов) при пятидневной рабочей неделе.
Количество и состав работающих определено техническим заданием и составляет 12 человек, в том числе 5 мужчин и 7 женщин.

Общая площадь наружных ограждающих конструкций всего здания, A_e^{sum} = 1970,5 м^2.
Отапливаемый объем всего здания V_h = 5062 м^3.

Коэффициент остекленности фасада согласно п. 5.11 СНиП 23-02:

$$f = \frac{A_F}{A_w + A_F} = \frac{148}{919+148} = 0{,}14,$$ что не превышает нормативного значения 0,18,

где A_F = 148 м^2 - площадь заполнений светопроемов всего здания;
A_w = 919 м^2 - площадь наружных стен (за исключением проемов) всего здания.

Показатель компактности здания определяем согласно п. 7.3 по формуле (3) МР 23-345-2008 УР:

$k_e^{des} = \frac{A_e^{sum}}{V_h} = \frac{1970,5}{5062}$ = 0,39 м$^{-1}$, что не превышает нормативного показателя компактности здания k_e^{req} = 0,43 м$^{-1}$ (таблица 11 МР 23-345-2008 УР).

Проектные решения здания

Наружные стены приняты трехслойные из кирпича керамического ГОСТ 530 толщиной 380 мм с утеплением пенополистиролом ПСБ-С-15 по ГОСТ 15588 толщиной 120 мм. Облицовка силикатным кирпичом ГОСТ 379 толщиной 120 мм.

Стены техподполья запроектированы из бетонных блоков по ГОСТ 13579.

Перекрытие – панели железобетонные многопустотные по сериям 1.041-1вып. 60, 63, 65.

Крыша стропильная. Утеплитель на чердачном перекрытии – пенобетон толщиной 350 мм. γ = 220 кг/м^3 по ТУ 5741-001-08890619-99.

Оконные блоки в деревянных переплетах с тройным остеклением из обычного стекла по ГОСТ 11214.

Двери наружные (кроме балконных) деревянные по ГОСТ 24698.

В здании предусмотрены водяное отопление, горячее водоснабжение, подключение к системе централизованного теплоснабжения через автоматизированный узел управления. Система отопления - двухтрубная горизонтальная в техподполье. Нагревательные приборы снабжены автоматическими терморегуляторами.

В жилой части здания запроектирована общеобменная вентиляция с естественным побуждением и организованной вытяжкой из кухонь и санитарных узлов. В магазине приточно-вытяжная с механическим побуждением.

Климатические показатели холодного периода года
(таблица 4 МР 23-345-2008 УР)

Населенный пункт	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченность ю 0,92, t_{ext}, °C	Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °C, z_{ht}, сут.	Средняя температура воздуха, периода со средней суточной температуро й воздуха ≤ 8°C, t_{ht}, °C	Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, v, м/с
Ижевск	-34	222	-5,6	4,8

Температурно-влажностный режим здания
(таблица 5 МР 23-345-2008 УР)

Здания	Температура внутреннего воздуха t_{int}, °С	Относительная влажность внутреннего воздуха φ_{int}, %	Температура точки росы t_d, °С
смешанное			
жилая часть	21	55	11,6
общественная часть (магазин)	18	55	8,8

Уровень теплозащиты ограждающих конструкций

начало

Название	**Описание технических решений**	**Приведенное сопротивление теплопередаче, м^2 °С/Вт**	**Ссылка**
Здание смешанное			
жилая часть			
Наружная стена	Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/м^3, δ = 0,020 м; Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/м^3, δ = 0,380 м ГОСТ 530; Пенополистирол ПСБ-С-15 γ = 15 кг/м^3 δ = 0,120 м ГОСТ 15588; Кладка из кирпича силикатного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/м^3 δ = 0,120 м ГОСТ 379;	3,24	
Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/м^3, δ = 0,020 м; Пенобетон γ = 220 кг/м^3, δ = 0,350 м ТУ 5741-001-08890619-99; Слой рубероида на битумной мастике γ = 600 кг/м^3, δ = 0,001 м; Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/м^3, δ = 0,005 м; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/м^3, δ = 0,220 м;	4,61	
Окно, балконная дверь, витрина	Окна деревянные с тройным остеклением из обычного стекла по ГОСТ 11214;	0,55	
Дверь (кроме балконной), ворота	Двери деревянные по ГОСТ 24698;	0,93	

окончание

Название	Описание технических решений	Приведенное сопротивление теплопередаче, $м^2$ °С/Вт	Ссылка
общественная часть (магазин)			
Наружная стена	Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м; Кладка из кирпича глиняного обыкновенного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,380 м ГОСТ 530; Пенополистирол ПСБ-С-15 γ = 15 кг/$м^3$ δ = 0,120 м ГОСТ 15588; Кладка из кирпича силикатного на цементно-песчаном растворе γ = 1800 кг/$м^3$ δ = 0,120 м ГОСТ 379;	3,24	
Перекрытие над техподпольем	Линолеум ПВХ γ = 1600 кг/$м^3$, δ = 0,003 м; Цементно-песчаный раствор γ = 1800 кг/$м^3$, δ = 0,020 м; Пенобетон γ = 300 кг/$м^3$, δ = 0,120 м ГОСТ 21520; Ж.б многопустотная панель γ = 2500 кг/$м^3$, δ = 0,220 м;	1,54	
Окно, балконная дверь, витрина	Окна в деревянных переплетах с тройным остеклением из обычного стекла по ГОСТ 11214;	0,55	
Дверь (кроме балконной), ворота	Дверь деревянная по ГОСТ 24698;	0,93	

Установочная мощность систем инженерного оборудования

(заполняется проектной организацией на стадии сдачи строительного объекта в эксплуатацию)

№ п/п	Показатели и характеристики	Ед. измер.	Кол-во	Прим.
1	Максимальные расчетные часовые расходы теплоты на отопление	кВт	78,0	
2	Часовые расходы теплоты на горячее водоснабжение	кВт	60,0	
3	Максимальные расчетные часовые расходы теплоты на вентиляцию	кВт	20,0	
4	Часовые расходы холодной воды	$м^3$	1,6	
5	Часовые расходы электрической энергии	кВт	80,0	
6	Часовые расходы природного (сжиженного) газа	$м^3$	4,2	

Характеристика оборудования здания

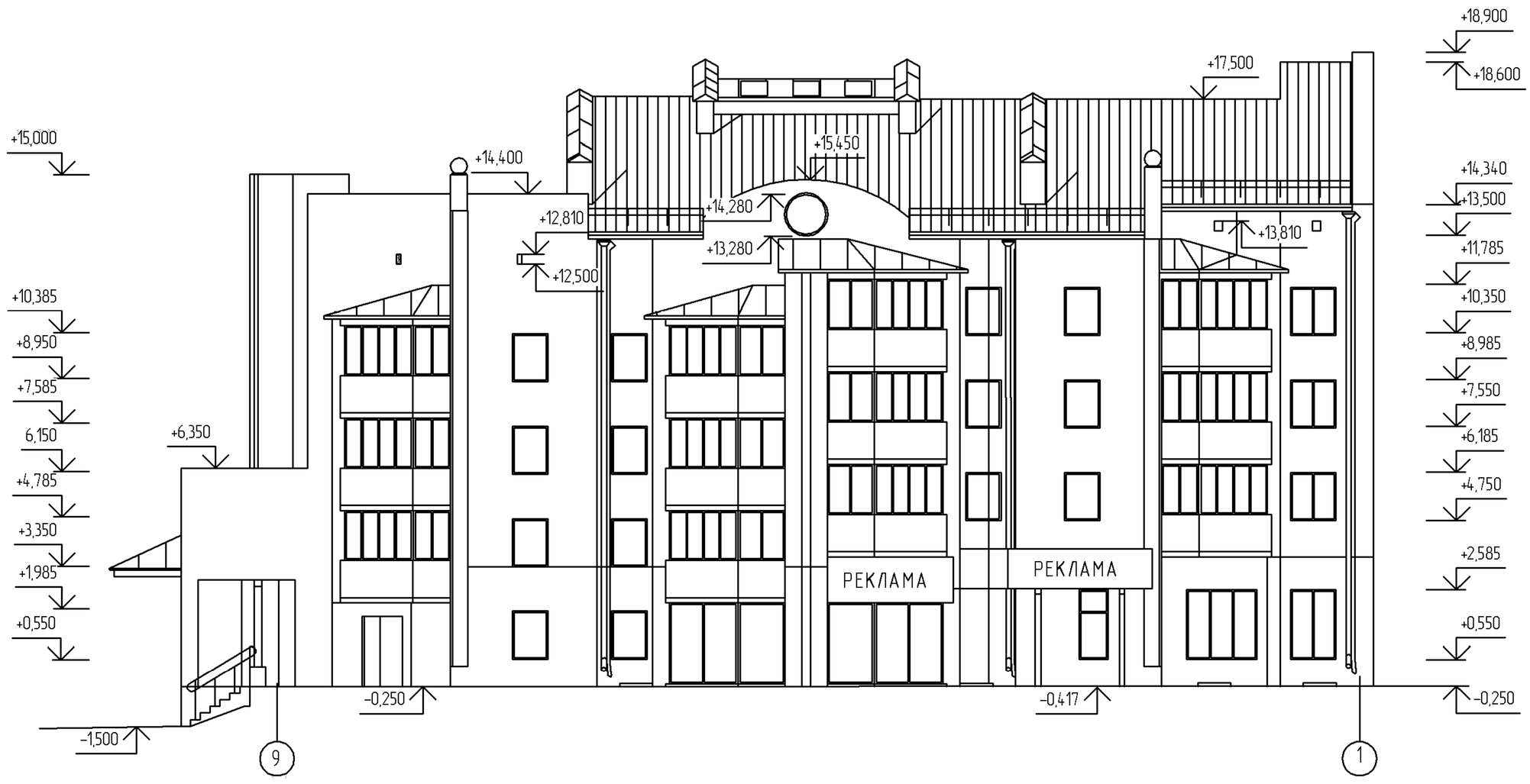
начало

жилая часть	
Источник теплоснабжения здания	Центральный тепловой пункт
Система отопления здания	Двухтрубная поквартирная с прокладкой магистралей в техподполье
Схема подключения системы отопления здания	Зависимая, с установкой автоматизированного узла управления
Тип нагревательных приборов	Стальные панельные радиаторы
Регулирующая арматура для нагревательных приборов	Термостатические клапаны
Регулирующие приборы для балансировки системы отопления	Запорно-балансировочные клапаны на ветках систем отопления
Система вентиляции	Общеобменная вентиляция с естественным побуждением и организованной вытяжкой из кухонь и санитарных узлов
Схема подключения системы горячего водоснабжения	Централизованное от ЦТП
Система водоснабжения	Хозяйственно-питьевой водопровод
Система канализации	Хозяйственно-бытовая канализация
Приборы учета тепловой энергии - ХВС на вводе в здание - поквартирный ХВС - поквартирный ГВС	Теплосчетчик ВСХ ВСХ ВСГ
Система газоснабжения	Природный газ
Тип приборов для приготовления пищи	Четырехкомфорочные газовые плиты
Квартирный прибор учета газа	СГ
Регулирование параметров теплоносителя	Автоматическое
Теплоизоляция трубопроводов отопления и ГВС по подвалу здания	Трубчатый материал
Источник электроснабжения	ТП
Система телефонизации	АТС
Система телевидения	Антенна метрового и дециметрового диапазона
Противопожарная автоматика и дымозащита	Автономные пожарные извещатели в квартирах

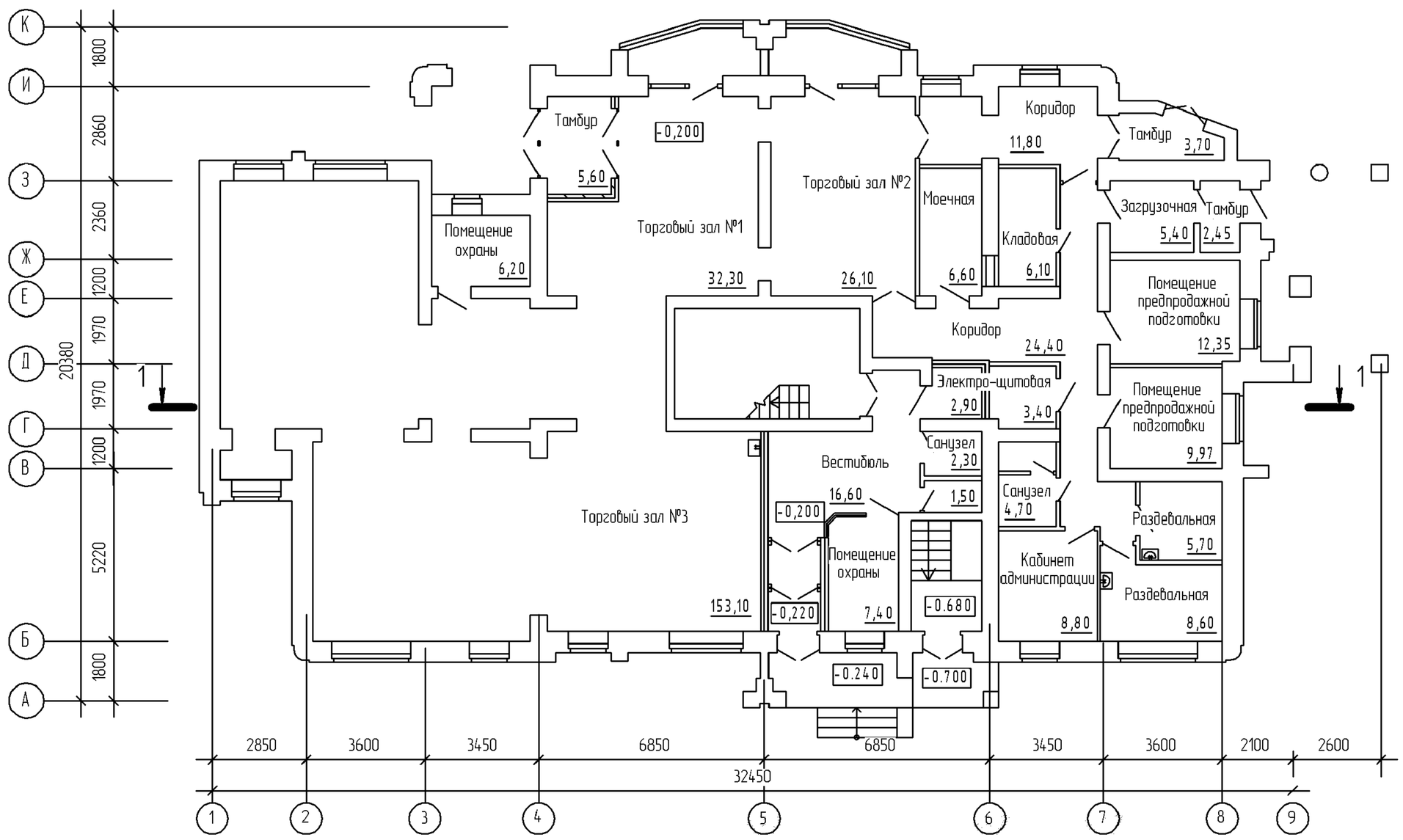
окончание

общественная часть (магазин)	
Источник теплоснабжения здания	Центральный тепловой пункт
Система отопления магазина	Двухтрубная горизонтальная с нижней разводкой магистралей в техподполье
Схема подключения системы отопления	Зависимая, с установкой автоматизированного узла управления
Тип нагревательных приборов	Стальные панельные радиаторы
Регулирующая арматура для нагревательных приборов	Термостатические клапаны
Регулирующие приборы для балансировки системы отопления	Ручные запорно-балансировочные на ветках систем отопления
Система вентиляции	Приточно-вытяжная с механическим побуждением
Схема подключения системы горячего водоснабжения	Централизованное от ЦТП
Приборы учета тепловой энергии расходов ГВС, ХВС	Теплосчетчик ВСХ, ВСГ
Регулирование параметров теплоносителя	Автоматическое
Теплоизоляция трубопроводов отопления и ГВС по подвалу здания	Трубчатый материал
Источник электроснабжения	ТП

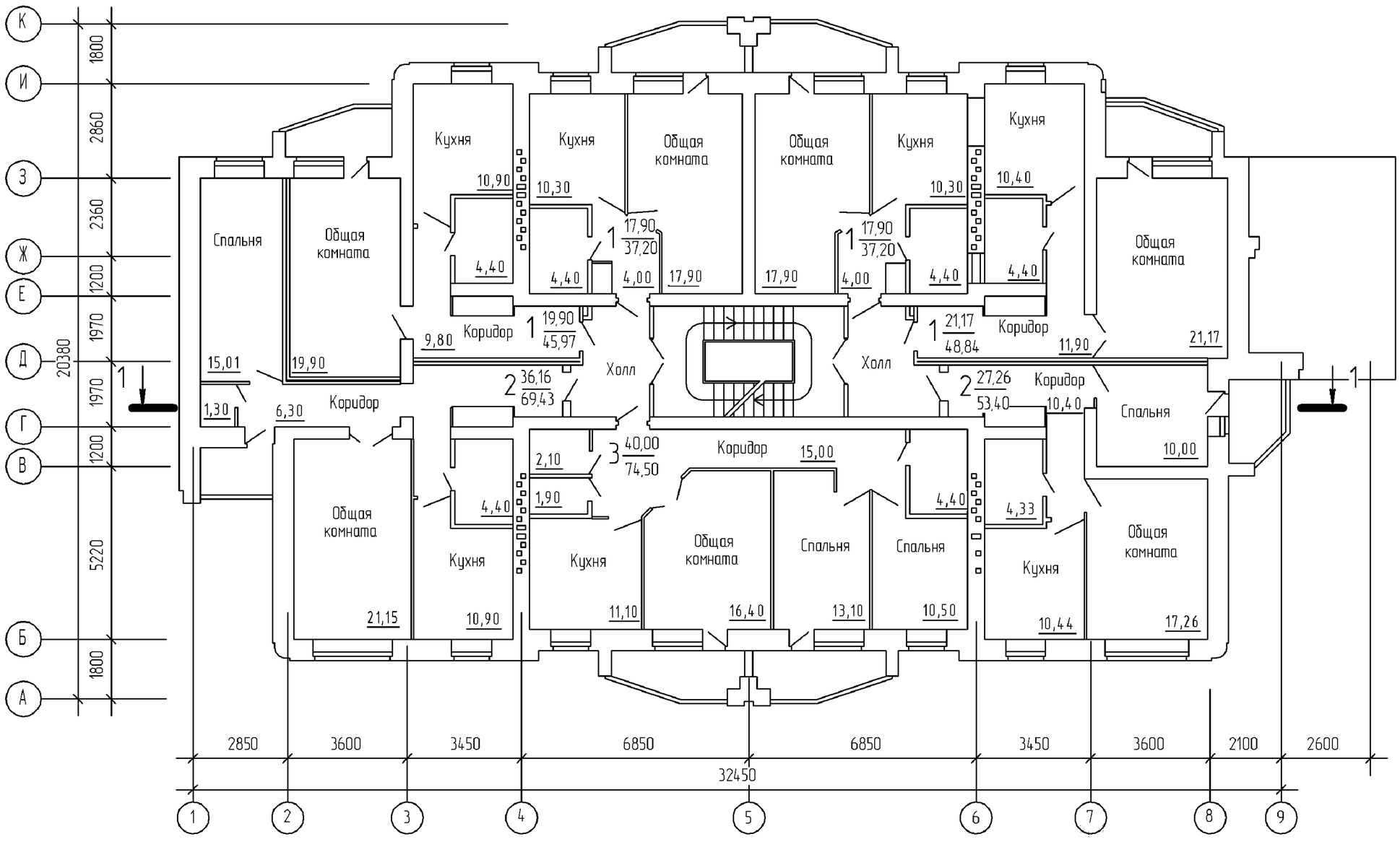
Фасад 10-1.



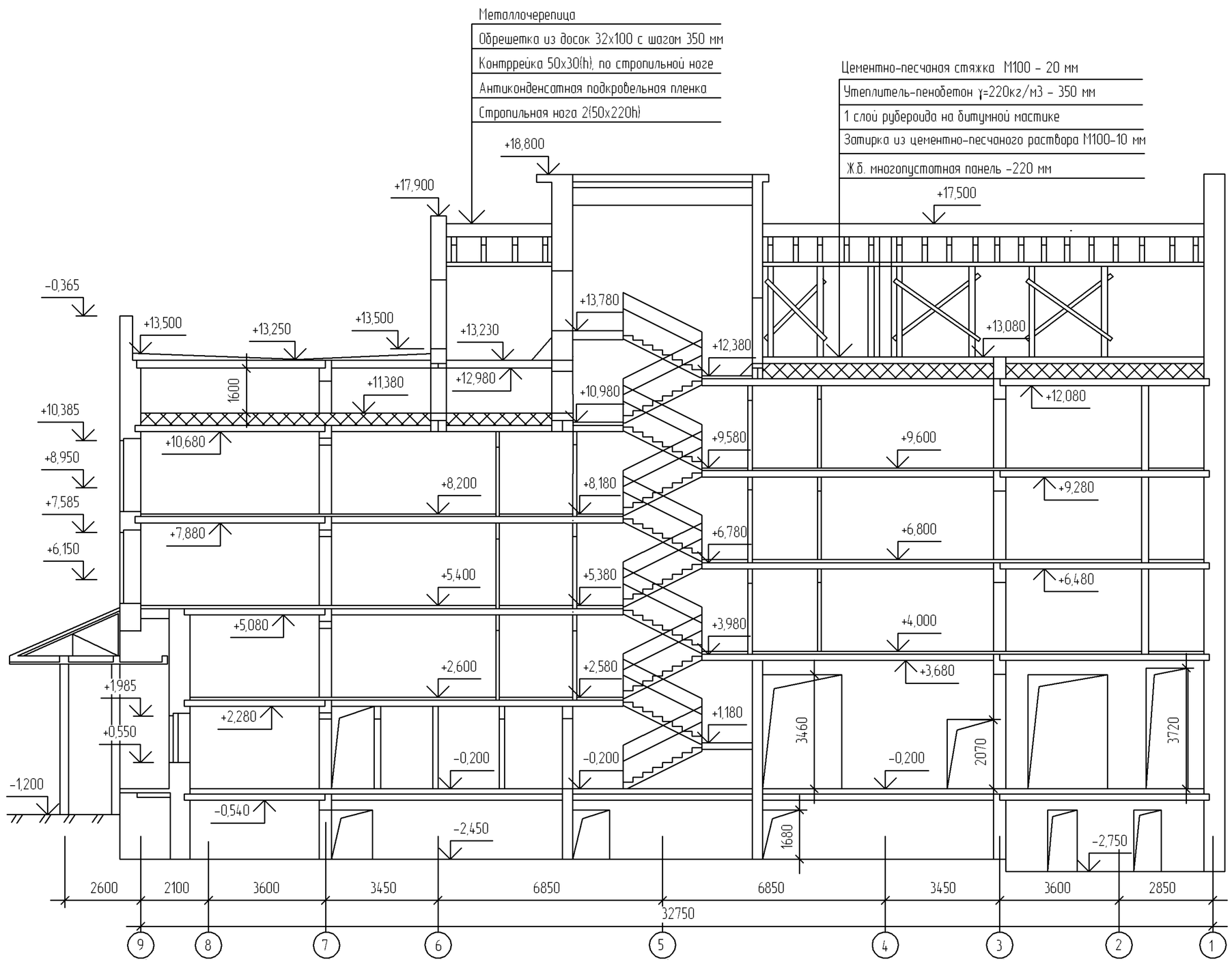
План 1-го этажа.



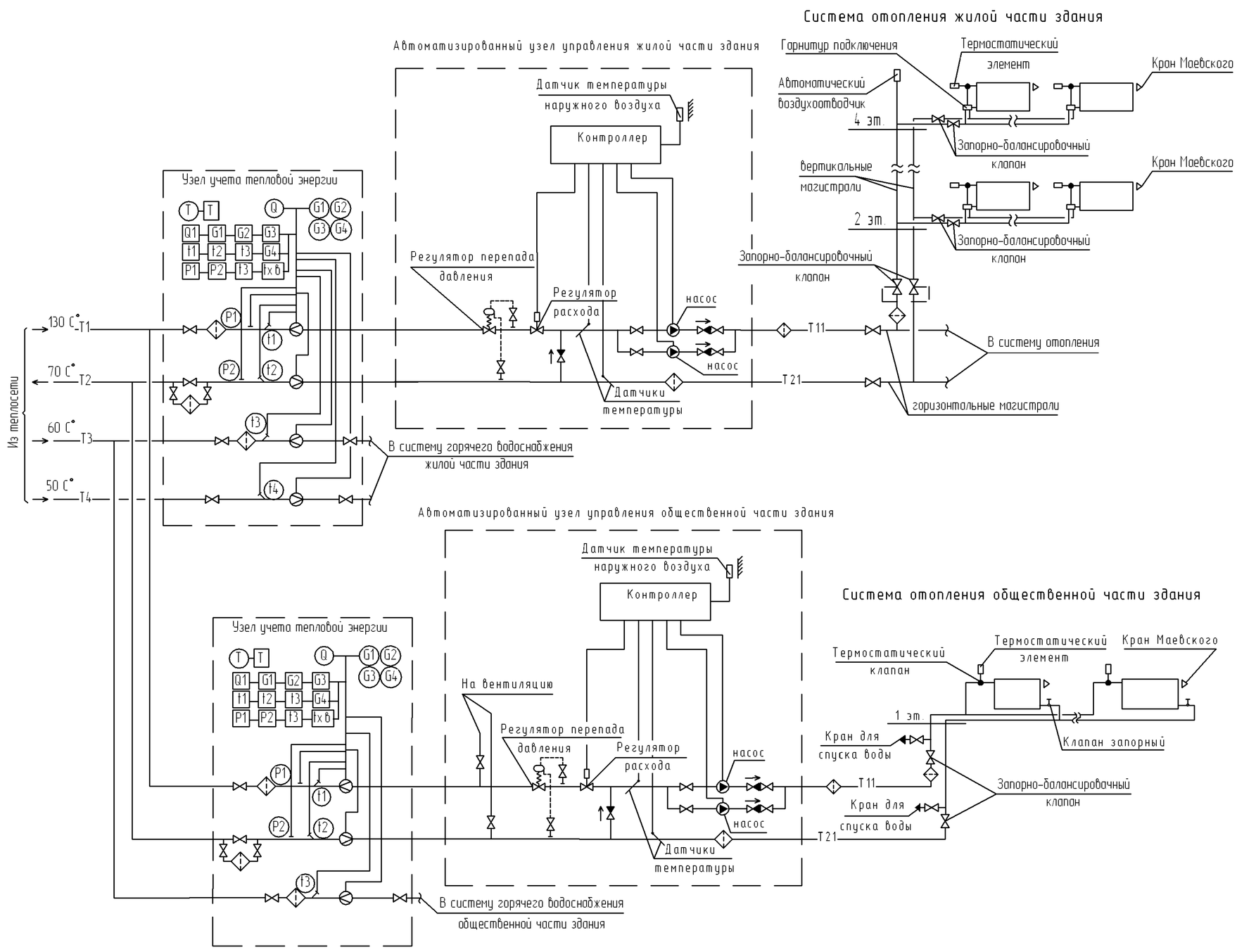
План 2-го этажа.



Разрез 1-1.



Принципиальная схема теплоснабжения здания.



10.2 ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Площадь наружных ограждающих конструкций, отапливаемые площадь и объем здания, необходимые для расчета энергетического паспорта, и теплотехнические характеристики ограждающих конструкций здания определялись согласно проекту в соответствии с требованиями СНиП 23-02.

Сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций определялись в зависимости от количества и материалов слоев по формулам (6-8) СП 23-101.

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены жилой части здания

Тип конструкции: наружная стена жилой части здания.

Температура внутреннего воздуха t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} =-5,6 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht}=222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-5{,}6))\cdot 222$ = 5905 град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1. Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности: стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР находим температуру точки росы t_d =11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 4 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м^2°С/Вт
1	Кладка кирпича силикатного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,120	0,760	0,158
2	Пенополистирол, плотность 15 кг/м^3	0,120	0,041	2,927
3	Кладка кирпича глинного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м^3	0,380	0,700	0,543
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м^3	0,020	0,760	0,026

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}158 + 2{,}927 + 0{,}543 + 0{,}026 = 3{,}65 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 3{,}65 + \frac{1}{23} = 3{,}81 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

Согласно п. **3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для наружной стены принимаем r = 0,85.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^r = R_0^{con} r = 3{,}81 \cdot 0{,}85 = 3{,}24 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_{req1} = 3,47 м^{2o}С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min}$ = 2,19 м^{2o}С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21+34)}{4 \cdot 8{,}7} = 1{,}58 \text{ м}^{2\text{o}}\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{1 \cdot (21+34)}{3{,}24 \cdot 8{,}7} = 19{,}1 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(21+34)}{3{,}24 \cdot 8{,}7} = 1{,}9 \text{ °С}.$$

Таким образом,

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт < R_{req1} = 3,47 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт > $R_{\min}$ = 2,19 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт > R_{req} = 1,58 м^{2o}С/Вт,

τ_{si} = 19,1 °С > t_d =11,6 °С,

Δt_0 = 1,9 °С < Δt_n = 4 °С.

Вывод: *рекомендуется выполнить расчет по энергетическому паспорту, так как конструкция наружной стены не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче чердачного перекрытия жилой части здания

Тип конструкции: чердачное перекрытие жилой части здания.

Температура внутреннего воздуха t_{int} = 21 °С, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (21-(-5{,}6)) \cdot 222$ = 5905 град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 12 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности: потолок с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице 5 МР 23-345-2008 УР

находим температуру точки росы t_d = 11,6 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 3,0 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101,

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м²°С/Вт
1	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,020	0,760	0,026
2	Пенобетон, плотность 220 кг/м³	0,350	0,081	4,321
3	Рубероид на битумной мастике, плотность 600 кг/м³	0,001	0,17	0,006
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,010	0,760	0,013
5	Ж.б многопустотная панель, плотность 2500 кг/м³	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}026 + 4{,}321 + 0{,}006 + 0{,}013 + 0{,}181 = 4{,}55 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 4{,}55 + \frac{1}{12} = 4{,}75 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для чердачного перекрытия принимаем r = 0,97.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^r = R_0^{con} r = 4{,}75 \cdot 0{,}97 = 4{,}61 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче R_{req1} = 4,56 м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min}$ = 3,65 м²°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21 + 34)}{3 \cdot 8{,}7} = 2{,}11 \text{ м}^{2o}\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 21 - \frac{1 \cdot (21+34)}{4{,}61 \cdot 8{,}7} = 19{,}6\ °\text{C}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (21+34)}{4{,}61 \cdot 8{,}7} = 1{,}4\ °\text{C}.$$

Таким образом,

R_0^r = 4,61 м^2°С/Вт $> R_{req1}$ = 4,56 м^2°С/Вт,

R_0^r = 4,61 м^2°С/Вт $> R_{\min}$ = 3,65 м^2°С/Вт,

R_0^r = 4,61 м^2°С/Вт $> R_{req}$ = 2,11 м^2°С/Вт,

τ_{si} = 19,6 °С $> t_d$ =11,6 °С,

Δt_0 = 1,4 °С $<$ Δt_n = 3 °С.

Вывод: *конструкция чердачного перекрытия удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче наружной стены общественной части здания (магазина)

Тип конструкции: наружная стена общественной части (магазина) смешанного здания

Температура внутреннего воздуха t_{int} = 18 °С.

Влажность внутреннего воздуха φ_{int} = 55 %, таблица 5 МР 23-345-2008 УР.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345 2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности *А*.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (18 - (-5{,}6)) \cdot 222$ = 5239 град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 1.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 23 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности: стена с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблицы 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице приложения Р СП 23-101 находим температуру точки росы t_d = 8,8 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 4,5 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad ,$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,
λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м²°С/Вт
1	Кладка кирпича силикатного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м³	0,120	0,760	0,158
2	Пенополистирол, плотность 15 кг/м³	0,120	0,041	2,927
3	Кладка кирпича глинного обыкновенного на цементно-песчаном растворе, плотность 1800 кг/м³	0,380	0,700	0,543
4	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800	0,020	0,760	0,026

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:
$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}158 + 2{,}927 + 0{,}543 + 0{,}026 = 3{,}65$ м²°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:
$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 3{,}65 + \frac{1}{23} = 3{,}81 \text{ м}^{2\circ}\text{С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для наружной стены принимаем $r = 0{,}85$.
По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:
$R_0^r = R_0^{con} r = 3{,}81 \cdot 0{,}85 = 3{,}24$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим нормируемое значение сопротивления теплопередаче: $R_{req1} = 2{,}77$ м²°С/Вт.
По таблице 8 МР 23-345-2008 УР находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче $R_{\min} = 1{,}83$ м²°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:
$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (18 + 34)}{4{,}5 \cdot 8{,}7} = 1{,}33 \text{ м}^{2\circ}\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:
$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0 \alpha_{\text{int}}} = 18 - \frac{1 \cdot (18 + 34)}{3{,}24 \cdot 8{,}7} = 16{,}2 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = \frac{1(18+34)}{3{,}24 \cdot 8{,}7} = 1{,}8\ °\text{C}\ .$$

Таким образом:

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт > R_{req1} = 2,77 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт > $R_{\min}$ = 1,83 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 3,24 м^{2o}С/Вт > R_{req} = 1,33 м^{2o}С/Вт,

τ_{si} = 16,2 °С > t_d = 8,8 °С,

Δt_0 = 1,8 °С < Δt_n = 4,5 °С.

Вывод: *конструкция наружной стены общественной части здания (магазина) удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

Расчет сопротивления теплопередаче перекрытия над техподпольем общественной части здания (магазина)

Тип конструкции: перекрытие над техподпольем общественной части (магазина).

Температура внутреннего воздуха в магазине на первом этаже t_{int} = 18 °С по ГОСТ 30494.

Влажность внутреннего воздуха в магазине на первом этаже φ_{int} = 55 %.

Согласно п. 9.3.2 СП 23-101 расчетная температура воздуха в техподполье принята t_{int}^b = 2°С.

Температура наружного воздуха t_{ext} = -34 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Условия эксплуатации в зоне влажности A.

Средняя температура отопительного периода t_{ht} = -5,6 °С, таблица 4 МР 23-345-2008 УР.

Продолжительность отопительного периода z_{ht} =222 суток, таблица 4 МР 23-345-2008УР.

По формуле (1) СП 23-101 $D_d = (t_{\text{int}} - t_{ht})z_{ht} = (18-(-5{,}6)) \cdot 222 = 5239$ град.сут.

Согласно таблице 6 СНиП 23-02 коэффициент положения наружной поверхности n = 0,4.

Согласно таблице 8 СП 23-101 коэффициент теплоотдачи наружной поверхности α_{ext} = 6 Вт/(м^2°С).

Тип внутренней поверхности пол с $h/a \leq$ 0,3, тогда согласно таблице 7 СНиП 23-02 коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности α_{int} = 8,7 Вт/(м^2°С).

По температуре и влажности внутреннего воздуха по таблице приложения Р СП 23-101 находим температуру точки росы t_d = 8,8 °С.

Согласно таблице 5 СНиП 23-02 нормативный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции Δt_n = 2,5 °С.

По формуле (6) СП 23-101 вычисляем термические сопротивления слоев конструкции:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ - толщина слоя конструкции, м,

λ - теплопроводность слоя конструкции, Вт/(м°С), значения которой приведены в таблице Д1 приложения Д СП 23-101.

№	Материал	δ, м	λ, Вт/(м°С)	R, м²°С/Вт
1	Линолеум ПВХ, плотность 1600 кг/м³	0,003	0,330	0,009
2	Цементно-песчаный раствор, плотность 1800 кг/м³	0,020	0,760	0,026
3	Пенобетон, плотность 300 кг/м³	0,120	0,110	1,091
4	Ж.б многопустотная панель, плотность 2500 кг/м³	0,220	1,215	0,181

По формуле (7) СП 23-101 вычисляем термическое сопротивление:

$R_к = R_1 + R_2 + \ldots + R_n + R_{a.l.} = 0{,}009 + 0{,}026 + 1{,}091 + 0{,}181 = 1{,}31$ м²°С/Вт.

По формуле (8) СП 23-101 вычисляем условное сопротивление теплопередаче:

$$R_0^{con} = \frac{1}{\alpha_{\text{int}}} + R_k + \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{8{,}7} + 1{,}31 + \frac{1}{6} = 1{,}59 \text{ м}^{2\circ}\text{С/Вт}.$$

Согласно п.**3.1.2** коэффициент теплотехнической однородности для перекрытия над техподпольем принимаем $r = 0{,}97$.

По формуле (11) СП 23-101 находим приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_0^r = R_0^{con} r = 1{,}59 \cdot 0{,}97 = 1{,}54$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n определяем нормируемое значение сопротивления теплопередаче $R_{req1}^0 = R_{req1} n = 3{,}13 \cdot 0{,}4 = 1{,}25$ м²°С/Вт.

По таблице 8 МР 23-345-2008 УР с учетом коэффициента n находим минимально допустимое значение сопротивления теплопередаче

$R_{\min}^0 = R_{\min} n = 2{,}63 \cdot 0{,}4 = 1{,}05$ м²°С/Вт.

По формуле (3) СНиП 23-02 рассчитываем требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, отвечающих санитарно-гигиеническим и комфортным условиям:

$$R_{req} = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^b)}{\Delta t_n \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}4 \cdot (18 - 2)}{2{,}5 \cdot 8{,}7} = 0{,}29 \text{ м}^{2\circ}\text{С/Вт}.$$

По формуле (25) СП 23-101 вычисляем температуру внутренней поверхности:

$$\tau_{si} = t_{\text{int}} - \frac{n(t_{\text{int}} - t_{\text{int}}^b)}{R_0^r \alpha_{\text{int}}} = 18 - \frac{0{,}4(18 - 2)}{1{,}54 \cdot 8{,}7} = 17{,}5 \text{ °С}.$$

По формуле (4) СНиП 23-02 вычисляем расчетный температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции:

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{\text{int}} - t_{ext})}{R^r{}_0 \alpha_{\text{int}}} = \frac{0{,}4 \cdot (18 - 2)}{1{,}54 \cdot 8{,}7} = 0{,}5 \text{ °С}.$$

Таким образом:

R_0^r = 1,54 м^{2o}С/Вт $> R_{req1}^0$ = 1,25 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 1,54 м^{2o}С/Вт $> R_{\min}^0$ = 1,05 м^{2o}С/Вт,

R_0^r = 1,54 м^{2o}С/Вт $> R_{req}$ = 0,29 м^{2o}С/Вт,

τ_{si} = 17,5 °С $> t_d$ =8,8 °С,

Δt_0 = 0,5 °С $<$ Δt_n = 2,5 °С.

Вывод: *конструкция перекрытия над техподпольем удовлетворяет требованиям СНиП 23-02 и таблицы 8 МР 23-345-2008 УР по приведенному сопротивлению.*

10.3 РАСЧЕТЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДАНИЯ

10.3.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период, q_h^{des}, кДж/(м^2·°С·сут) или кДж/(м^3·°С·сут), определяется по формуле (Г.1):

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{A_h D_d} = \frac{1000 \cdot 507033}{1441 \cdot 5905} = 59{,}59 \text{ кДж/(м}^2\text{·°С·сут)},$$

$$q_h^{des} = \frac{10^3 Q_h^y}{V_h D_d} = \frac{1000 \cdot 507033}{5062 \cdot 5905} = 16{,}96 \text{ кДж/(м}^3\text{ ·°С·сут)},$$

где Q_h^y = 507033 МДж - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода,

$A_h = A_{h1} + A_{h2} = 341 + 1100$ = 1441 м^2 – сумма полезной площади здания и площади квартир,

$V_h = V_{h1} + V_{h2} = 1244 + 3818$ = 5062 м^3 - отапливаемый объем здания,

D_d = 5905 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР.

10.3.2 Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж, определяется по формуле (Г.2):

$$Q_h^y = \left[Q_h - (Q_{\text{int}} + Q_s)\nu\zeta\right]\beta_h = \left[705744 - (288863 + 49351) \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}95\right] \cdot 1{,}13 = 507033 \text{ МДж},$$

где Q_h = 705744 МДж - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции,

Q_{int} = 288863 МДж - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода,

Q_s = 49351 МДж - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода,

ν = 0,80 - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций, приведенный в п. Г.2,

ζ = 0,95 - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления, приведенный в п. Г.2,
β_h = 1,13 - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, приведенный в п. Г.2.

10.3.3 Общие теплопотери здания за отопительный период Q_h, МДж, определяется по формуле (Г.3):

$$Q_h = 0{,}0864 K_m D_d A_e^{sum} = 0{,}0864 \cdot 0{,}702 \cdot 5905 \cdot 1970{,}5 = 705744 \text{ МДж},$$

где K_m = 0,702 Вт/(м^2·°С) - общий коэффициент теплопередачи здания,
D_d = 5905 °С·сут - градусо-сутки отопительного периода, таблица 6 МР 23-345-2008 УР,
A_e^{sum} = 1970,5 м^2 - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

по формуле (Г.4): $K_m = K_m^{tr} + K_m^{\inf} = 0{,}397 + 0{,}305 = 0{,}702$ Вт/(м^2·°С),

где K_m^{tr} = 0,397 Вт/(м^2·°С) - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания,
$K_m^{\inf}$ = 0,305 Вт/(м^2·°С) - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции,

по формуле (Г.5): $K_m^{tr} = \left(\frac{A_w}{R_w^r} + \frac{A_F}{R_F^r} + \frac{A_{ed}}{R_{ed}^r} + \frac{nA_c}{R_c^r} + \frac{nA_f}{R_f^r} \right) / A_e^{sum} =$

$$= \left(\frac{264{,}0}{3{,}24} + \frac{38{,}0}{0{,}55} + \frac{14{,}0}{0{,}93} + \frac{443{,}5}{1{,}54} \cdot 0{,}4 + \frac{655{,}0}{3{,}24} + \frac{110{,}0}{0{,}55} + \frac{2{,}5}{0{,}93} + \frac{443{,}5}{4{,}61} \cdot 1 \right) / 1970{,}5 =$$

= 0,397 Вт/(м^2·°С),

A_{w1} = 264 м^2, A_{F1} = 38 м^2, A_{ed1} = 14 м^2, A_{f1} = 443,5 м^2, A_{w2} = 655 м^2, A_{F2} = 110 м^2, A_{ed2} = 2,5 м^2, A_{c2} = 443,5 м^2 - площади ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений светопроемов; наружных дверей и ворот; перекрытия над техподпольем; чердачного перекрытия,
R_{w1}^r = 3,24 м^2 °С/Вт, R_{F1}^r = 0,55 м^2 °С/Вт, R_{ed1}^r = 0,93 м^2 °С/Вт, R_{f1}^r = 1,54 м^2 °С/Вт, R_{w2}^r = 3,24 м^2 °С/Вт, R_{F2}^r = 0,55 м^2 °С/Вт, R_{ed2}^r = 0,93 м^2 °С/Вт, R_{c2}^r = 4,61 м^2 °С/Вт - приведенные сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций: наружной стены; заполнений светопроемов; наружных дверей и ворот; перекрытий над техподпольем; чердачных перекрытий здания,
n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху, приведенный в таблице 6 СНиП 23-02, принимаем чердачного перекрытия n = 1, для перекрытия над техподпольем n = 0,4,
A_e^{sum} = 1970,5 м^2 – общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций здания,

по формуле (Г.6): $K_m^{\inf} = \dfrac{0{,}28c\beta_v k(n_{a1}V_{h1}\rho_{a1}^{ht} + n_{a2}V_{h2}\rho_{a2}^{ht})}{A_e^{sum}} =$

$$\frac{0{,}28 \cdot 1 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}7 \cdot (0{,}650 \cdot 1244 \cdot 1{,}33 + 0{,}502 \cdot 3818 \cdot 1{,}32)}{1970{,}5} = 0{,}305 \text{ Вт/(м}^2\cdot{}^\circ\text{C)},$$

где c = 1 кДж/(кг °С) – удельная теплоемкость воздуха,
β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
k = 0,7 - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4,
n_{a1} = 0,650 ч$^{-1}$ - средняя кратность воздухообмена за отопительный период для общественной части (магазина) здания,
n_{a2} = 0,502 ч$^{-1}$ - средняя кратность воздухообмена за отопительный период для жилой части здания,
V_{h1} = 1244 м^3 - отапливаемый объем общественной части (магазина) здания,
V_{h2} = 3818 м^3 - отапливаемый объем жилой части здания,
ρ_{a1}^{ht} = 1,33 кг/м^3 - средняя плотность приточного воздуха помещения за отопительный период для общественной части (магазина) здания,
ρ_{a2}^{ht} = 1,32 кг/м^3 - средняя плотность приточного воздуха помещения за отопительный период для жилой части здания,

10.3.4 Средняя кратность воздухообмена жилой части здания за отопительный период, n_{a2}, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г.8):

$$n_{a2} = \left[\frac{L_{v2}n_v}{168} + \frac{G_{\inf 2}kn_{\inf}}{168\rho_{a2}^{ht}}\right]/(\beta_v V_{h2}) = \left[\frac{1623 \cdot 168}{168} + \frac{14 \cdot 0{,}7 \cdot 168}{168 \cdot 1{,}32}\right]/(0{,}85 \cdot 3818) = 0{,}502 \text{ ч}^{-1},$$

где $L_{v2} = 3A_{l2} = 3 \cdot 541$ = 1623 м^3/ч – количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке, определяемое согласно п. Г.4 приложения Г,
где A_{l2} = 541 м^2 - площадь жилых помещений,

n_v = 168 ч - число часов работы вентиляции в течение недели,
$G_{\inf 2}$ = 14,0 кг/ч - количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилой части здания через неплотности заполнений проемов,
k = 0,7 – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4,
$n_{\inf}$ = 168 ч - число часов учета инфильтрации в течение недели,

по формуле (Г.7) $\rho_{a2}^{ht} = \dfrac{353}{[273 + 0{,}5(t_{\text{int}} + t_{ext})]} = \dfrac{353}{273 + 0{,}5 \cdot (21 - 34)}$ = 1,32 кг/м^3 – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,

где $t_{\text{int}\,2}$ = 21 °С – расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилой части здания, таблица 5 МР 23-345-2008 УР,
t_{ext} = -34 °С – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,

β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_{h2} = 3818 м^3 – отапливаемый объем жилой части здания.

10.3.5 Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилой части здания через неплотности заполнений проемов, G_{inf}, кг/ч, определяется по формуле (Г.9):

$$G_{\text{inf}} = (A_F / R_{aF})(\Delta P_F / 10)^{2/3} + (A_{ed} / R_{a.ed})(\Delta P_{ed} / 10)^{1/2} = 0 + (2{,}5 / 0{,}34) \cdot (36{,}31/10)^{1/2} = 14{,}0$$ кг/ч,

где A_F = 0 м^2 - суммарная площадь окон и балконных дверей для лестничной клетки,

по формуле (Г.9.1): $R_{aF} = \frac{1}{G_n}\left(\frac{\Delta P_F}{\Delta P_0}\right)^{2/3} = \frac{1}{6}\left(\frac{23{,}4}{10}\right)^{2/3}$ = 0,29 м^2·ч·Па/кг - требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей для лестничной клетки,

по формуле (Г.9.3):

$$\Delta P_F = 0{,}28 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\text{int}}) + 0{,}03\gamma_{ext} v^2 = 0{,}28 \cdot 17{,}7 \cdot (14{,}5 - 11{,}8) + 0{,}03 \cdot 14{,}5 \cdot 4{,}8^2 = 23{,}4 \text{ Па}$$ – расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей для лестничной клетки,

где H = 17,7 м – высота здания, от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты,
v = 4,8 м/с – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по таблице 4 МР 23-345-2008 УР,

по формуле (Г.9.5): $\gamma_{ext} = \frac{3463}{273 + t_{ext}} = \frac{3463}{273 - 34}$=14,5 Н/м^3 – удельный вес наружного воздуха,

по формуле (Г.9.6): $\gamma_{\text{int}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{int}}} = \frac{3463}{273 + 21}$=11,8 Н/м^3 – удельный вес внутреннего воздуха,
где t_{int} = 21 °С – расчетная средняя температура внутреннего воздуха жилого здания, таблица 5 МР 23-345-2008 УР,
t_{ext} = -34 °С – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,
A_{ed} = 2,5 м^2 - суммарная площадь входных наружных дверей для лестничной клетки,

по формуле (Г.9.2): $R_{a.ed} = \frac{1}{G_n}\left(\frac{\Delta P_{ed}}{\Delta P_0}\right)^{2/3} = \frac{1}{7}\left(\frac{36,31}{10}\right)^{2/3}$ = 0,34 м²·ч·Па/кг - требуемое сопротивление воздухопроницанию входных наружных дверей для лестничной клетки,

где G_n = 7 кг/(м²ч) – нормируемая воздухопроницаемость входных дверей в жилое здание, принимаемая по таблице 11 СНиП 23-02,

по формуле (Г.9.4):

$\Delta P_{ed} = 0,55 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\text{int}}) + 0,03\gamma_{ext}v^2 = 0,55 \cdot 17,7 \cdot (14,5 - 11,8) + 0,03 \cdot 14,5 \cdot 4,8^2$ = 36,31 Па - расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных наружных дверей для лестничной клетки.

10.3.6 Средняя кратность воздухообмена общественной части здания (магазина) за отопительный период, n_{a1}, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле (Г.8):

$$n_{a1} = \left[\frac{L_{v1}n_v}{168} + \frac{G_{\inf 1}kn_{\inf}}{168\rho_{a1}^{ht}}\right]/(\beta_v V_{h1}) = \left[\frac{1144 \cdot 60}{168} + \frac{528,7 \cdot 0,7 \cdot 168}{168 \cdot 1,33}\right]/(0,85 \cdot 1244) = 0,650 \text{ ч}^{-1},$$

где $L_{v1} = 4A_{l1} = 4 \cdot 286$ = 1144 м³/ч – количество приточного воздуха в магазин при механической вентиляции, определяемое согласно п. Г.4 приложения Г,
где A_{l1} = 286 м² – расчетная площадь общественной части здания (магазина),

n_v = 60 ч – число часов работы механической вентиляции в течение недели,
$G_{\inf 1}$ = 528,7 кг/ч - количество инфильтрующегося воздуха поступающего в здание через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей,
k = 0,7 – коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, приведенный в п. Г.4,

$n_{\inf}$ = 168 ч – число часов учета инфильтрации в течении недели, для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией,

по формуле (Г.7) $\rho_{a1}^{ht} = \frac{353}{[273 + 0,5(t_{\text{int}1} + t_{ext})]} = \frac{353}{273 + 0,5 \cdot (18 - 34)}$ =1,33 кг/м³ – средняя плотность приточного воздуха за отопительный период,

где $t_{\text{int}1}$ = 18 °С – расчетная средняя температура внутреннего воздуха общественной части здания (магазина),
t_{ext} = -34 °С–расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,

β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_{h1} = 1244 м³ – отапливаемый объем общественной части здания (магазина).

10.3.7 Количество инфильтрующегося воздуха в общественную часть здания (магазин) через неплотности заполнений проемов, $G_{\inf}$, кг/ч, определяется по формуле пункта Г.4:

$$G_{\inf} = 0{,}5\beta_v V_h = 0{,}5 \cdot 0{,}85 \cdot 1244 = 528{,}7 \text{ кг/ч},$$

где β_v = 0,85 - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций,
V_{h1} = 1244 м^3 – отапливаемый объем общественной части здания (магазина).

10.3.8 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, Q_{int}, МДж, определяются по формуле (Г.10):

$$Q_{\text{int}} = 0{,}0864 q_{\text{int}1} z_{ht} A_{l1} + 0{,}0864 q_{\text{int}2} z_{ht} A_{l2} = 0{,}0864 z_{ht}(q_{\text{int}1} A_{l1} + q_{\text{int}2} A_{l2}) =$$
$$= 0{,}0864 \cdot 222 \cdot (20{,}5 \cdot 286 + 17 \cdot 541) = 288863 \text{ МДж},$$

где по формуле (Г.10.1) $q_{\text{int}1} = \dfrac{Q_{чел} + Q_{осв} + Q_{орг.тех}}{A_{l1}} = \dfrac{1736 + 4000 + 125}{286}$ = 20,5 Вт/м^2 – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 для общественной части здания (магазина),

Тепловыделения от расчетного числа людей, находящихся в здании:

$$Q_{чел} = \frac{42 \cdot 60 + 12 \cdot 60}{168} \cdot 90 = 1736 \text{ Вт},$$

где 42 человека – расчетное число посетителей согласно проекту, находящихся в здании 60 часов в неделю (12 часов при 5 дневной рабочей неделе),
12 человек – работающих в магазине 60 часов в неделю (12 часов при пятидневной рабочей неделе),
168 ч – количество часов в неделе,
90 Вт/чел – количество тепла, выделяемое одним человеком.

Тепловыделения от искусственного освещения:

$$Q_{осв} = \frac{11200 \cdot 60}{168} = 4000 \text{ Вт},$$

где 11,2 кВт – установочная мощность на освещение магазина по проекту,
60 ч – число часов работы в неделю,
168 ч – количество часов в неделе,

Тепловыделения от оргтехники:

$$Q_{оргтех.} = \frac{10 \cdot 34{,}9 \cdot 60}{168} = 125 \text{ Вт},$$

где 10 Вт/м^2 – количество тепла выделяемое оргтехникой на 1 м^2 площади рабочей

комнаты,
60 ч – число часов работы оргтехники в неделю,
168 ч – количество часов в неделе,
34,9 м^2 – общая площадь рабочих комнат с оргтехникой,

$q_{\text{int}\,2}$ = 17 Вт/м^2 – величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 для жилой части здания, согласно п. Г.6,
z_{ht} = 222 сут. – продолжительность отопительного периода, таблица 4 МР 23-345-2008 УР,

A_{l1} = 286 м^2 – расчетная площадь общественной части здания (магазина),
A_{l2} = 541 м^2 - площадь жилых помещений жилой части здания.

10.3.9 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s, МДж, для четырех фасадов здания, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле (Г.11):

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor} =$$
$$= 0{,}5 \cdot 0{,}7 \cdot (10 \cdot 703 + 60{,}5 \cdot 977 + 77{,}5 \cdot 966) = 49351 \text{ МДж},$$

где τ_F = 0,5, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,
k_F = 0,7, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий, при отсутствии данных следует принимать по таблице Л1 приложения Л СП 23-101,
A_{F1} = 10 м^2, A_{F2} = 60,5 м^2, A_{F3} = 77,5 м^2, A_{F4} = 0 м^2 - площади светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям,
A_{scy} - площадь светопроемов зенитных фонарей здания,
I_1 = 703 МДж/м^2, I_2 = 977 МДж/м^2, I_3 = 966 МДж/м^2, I_4 = 1501 МДж/м^2 - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР,
I_{scy} - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м^2, определяется по таблице 7 МР 23-345-2008 УР.

10.4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о соответствии нормативным требованиям по эффективному использованию теплоты на отопление здания и рекомендации по повышению эффективности ее использования:

1. Ограждающие конструкции смешанного здания соответствуют требованиям СНиП 23-02 и МР 23-345-2008 УР.
2. Расчетные температурные условия внутри помещений соответствуют требованиям ГОСТ 30494-96 и МР 23-345-2008 УР.
3. Компактность здания составляет 0,39 $м^{-1}$, что не превышает нормативного значения 0,43 $м^{-1}$ по таблице 11 МР 23-345-2008 УР.
4. Удельный годовой расход теплоты на отопление 1 $м^3$ отапливаемого объема с учетом энергосберегающих мероприятий (*установка термостатических клапанов на приборах отопления, регулирующие приборы для балансировки системы отопления, устройство автоматизированного узла управления с погодной компенсацией*) составляет 16,96 кДж / ($м^3$·°С·сут) что не превышает нормативного значения 31 кДж / ($м^3$·°С·сут), таблица 10 МР 23-345-2008 УР.
5. Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления:

5.1. Класс энергетической эффективности – высокий, класс ***В***.

5.2. Проект здания соответствует нормативному требованию.

11 ЭТАЛОН ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПАСПОРТА ЗДАНИЯ СМЕШАННОГО ТИПА

Общая информация

Дата заполнения	28.07.2008 г.
Адрес здания	г. Ижевск, 5 микрорайон, ул. Солнечная
Разработчик проекта	ООО "Институт"
Адрес и телефон разработчика	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
Шифр проекта	4-этажный жилой дом со встроенным магазином на 1 этаже по ул. Солнечной в 5 микрорайоне г. Ижевска.

Расчетные условия

№ п.п.	Наименование расчетных параметров	Обозначение параметра	Единица измерения	Расчетное значение
1	Расчетная температура внутреннего воздуха жилой части здания	t_{int}	°С	21
2	Расчетная температура внутреннего воздуха общественной части здания (магазина)	t_{ext}	°С	18
3	Расчетная температура наружного воздуха	t_{ext}	°С	-34
4	Расчетная температура теплого чердака	t_c	°С	-
5	Расчетная температура техподполья	t_c	°С	2
6	Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	сут	222
7	Средняя температура наружного воздуха за отопительный период	t_{ht}	°С	-5,6
8	Градусо-сутки отопительного периода	D_d	°С·сут	5905

Функциональное назначение, тип и конструктивное решение здания

8	Назначение	Смешанное
9	Размещение в застройке	Отдельностоящее
10	Тип	Многоэтажное; 4 этажа
11	Конструктивное решение	Здание кирпичное

Геометрические и теплоэнергетические показатели

начало

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Геометрические показатели					
12	Общая площадь наружных ограждающих конструкций здания, в том числе:	A_e^{sum}, м^2	-	1970,5	
Жилая часть					
	Наружная стена	A_{w2}, м^2	-	655,0	
	Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	A_{c2}, м^2	-	443,5	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	A_{F2}, м^2	-	110,0	
	Дверь (кроме балконной), ворота	A_{ed2}, м^2	-	2,5	
Общественная часть (магазин)					
	Наружная стена	A_{w1}, м^2	-	264,0	
	Перекрытие над техподпольем	A_{f1}, м^2	-	443,5	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	A_{F1}, м^2	-	38,0	
	Дверь (кроме балконной), ворота	A_{ed1}, м^2	-	14,0	
13	Площадь квартир	A_{h2}, м^2	-	1100,0	
14	Полезная площадь (общественных зданий)	A_{h1}, м^2	-	341,0	
15	Площадь жилых помещений	A_{l2}, м^2	-	541,0	
16	Расчетная площадь (общественных зданий)	A_{l1}, м^2	-	286,0	
17	Отапливаемый объем	V_h, м^3	-	5062,0	
18	Коэффициент остеклен-ности фасада здания	f, %	18	14	
19	Показатель компактности здания	k_e^{des}, м$^{-1}$	0,43	0,39	

продолжение

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показателя
1	2	3	4	5	6
Теплоэнергетические показатели					
Теплотехнические показатели					
20	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждений:	R_0^r, м^2·°С/Вт	-	2,52	
Жилая часть					
	Наружная стена	R_w	3,47	3,24	
	Чердачное перекрытие с кровлей из штучных материалов	R_c	4,56	4,61	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	R_F	0,59	0,55	
	Дверь (кроме балконной), ворота	R_{ed}	1,26	0,93	
Общественная часть (магазин)					
	Наружная стена	R_w	2,77	3,24	
	Перекрытие над техподпольем	R_f	1,25	1,54	
	Окно, балконная дверь, витрина, витраж	R_F	0,46	0,55	
	Дверь (кроме балконной), ворота	R_{ed}	1,26	0,93	
21	Приведенный коэффициент теплопередачи здания	K_m^{tr}, Вт/м^2°С	-	0,397	
22	Кратность воздухообмена здания за отопительный период	n_{a1}, ч$^{-1}$	-	0,650	
		n_{a2}, ч$^{-1}$	-	0,502	
	Кратность воздухообмена здания при испытании (при 50 Па)	n_{50}, ч$^{-1}$	-		
23	Условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции	K_m^{inf}, Вт/м^2°С	-	0,305	

продолжение

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Нормативное значение показателя	Расчетное (проектное) значение показателя	Факти-ческое значение показателя
1	2	3		4	5	6
24	Общий коэффициент теплопередачи здания	K_m, Вт/м^2°С		-	0,702	
Энергетические показатели						
25	Общие теплопотери через ограждающую оболочку здания за отопительный период	Q_h	МДж	-	705744	
			кВт·ч		196040	
26	Удельные бытовые тепловыделения в здании	$q_{\text{int}\,1}$, Вт/м^2		-	20,5	
		$q_{\text{int}\,2}$, Вт/м^2		-	17	
27	Бытовые теплопоступления в здание за отопительный период	Q_{int}	МДж	-	288863	
			кВт·ч		80240	
28	Теплопоступления в здание от солнечной радиации за отопительный период	Q_s	МДж	-	49351	
			кВт·ч		13709	
29	Потребность в тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y	МДж	-	507033	
			кВт·ч		140843	

Коэффициенты

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения	Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3	4	5
30	Расчетный коэффициент энергетической эффективности системы централизованного теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_0^{des}	-	1
31	Расчетный коэффициент энергетической эффективности поквартирных и автономных систем теплоснабжения здания от источника теплоты	ε_{dec}	-	1
32	Коэффициент эффективности авторегулирования	ζ	-	0,95

окончание

№ п.п.	Показатель	Обозначение показателя и единицы измерения		Нормативное значение показателя	Фактическое значение показателя
1	2	3		4	5
33	Коэффициент учета встречного теплового потока	k		-	0,7
34	Коэффициент учета дополнительного теплопотребления	β_h		-	1,13
Комплексные показатели					
35	Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des}	кДж/м^2°С·сут	-	59,59
			кДж/м^3°С·сут		16,96
36	Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req}	кДж/м^2°С·сут	-	85,0
			кДж/м^3°С·сут	-	31,0
37	Класс энергетической эффективности			-	Высокий
38	Соответствует ли проект здания нормативному требованию			-	Да
39	Дорабатывать ли проект здания			-	Нет

Указания по повышению энергетической эффективности	
40	Рекомендуем: Проектируемые объемно-планировочные и конструктивные решения с учетом энергосберегающих мероприятий в системе отопления имеют высокий класс энергетической эффективности.

41	Паспорт заполнен	
	Организация	ООО "Институт"
	Адрес и телефон	г. Ижевск, ул. Светлая 3, тел: 11-11-11
	Ответственный исполнитель	Жаркова Е.А.

12 ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

12.1 Повышение энергетической эффективности существующих зданий следует осуществлять при капитальном ремонте, реконструкции (модернизации, санации), расширении и функциональном переназначении помещений (далее - реконструкция) существующих зданий в соответствии с требованиями 10.2 и с учетом требований ВСН 58(р) и ВСН 61(р), за исключением случаев, предусмотренных в СНиП 23-02. При частичной реконструкции здания (в том числе при изменении габаритов здания за счет пристраиваемых и надстраиваемых объемов) требования настоящих норм распространяются на изменяемую часть здания.

12.2 Требования СНиП 23-02 и МР 23-345-2008 УР считаются выполненными, если фактическое приведенное сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций здания составляет не менее 90% значений, установленных в таблице 8 МР 23-345-2008 УР, либо расчетное значение удельного расхода тепловой энергии на отопление существующего здания или его изменяемой части, определяемое согласно приложению Г МР 23-345-2008 УР, не превышает нормируемых величин, установленных в таблицах 9 и 10 МР 23-345-2008 УР.

12.3 При замене светопрозрачных конструкций на энергоэффективные следует предусматривать необходимый воздухообмен помещений зданий.

12.4 Для существующего здания по данным проекта и/или натурных обследований следует определить расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление, рассматривая влияние отдельных составляющих на тепловой баланс и выделяя основные элементы теплозащиты, где происходят наибольшие теплопотери. Затем для выбранных элементов теплозащиты и системы отопления и теплоснабжения следует разработать конструктивные и инженерные решения, обеспечивающие нормируемые значения удельного расхода тепловой энергии на отопление здания.

12.5 Расчетная величина удельного расхода тепловой энергии на отопление здания может быть снижена за счет:

а) снижения площади световых проемов жилых зданий до минимально необходимой по требованиям естественной освещенности;

б) блокирования зданий с обеспечением надежного примыкания соседних зданий;

в) устройства тамбурных помещений за входными дверями;

г) использования эффективных теплоизоляционных материалов и рационального расположения их в ограждающих конструкциях, обеспечивающего более высокую теплотехническую однородность и эксплуатационную надежность наружных ограждений, а также повышения степени уплотнения стыков и притворов открывающихся элементов наружных ограждений;

д) выбора более эффективных систем теплоснабжения;

е) повышения эффективности авторегулирования систем обеспечения микроклимата, применения эффективных видов отопительных приборов и более рационального их расположения;

ж) размещения отопительных приборов, как правило, под светопроемами и теплоотражающей теплоизоляции между ними и наружной стеной;

з) утилизации теплоты удаляемого внутреннего воздуха и поступающей в помещение солнечной радиации.

12.6 Выбор мероприятий по повышению тепловой защиты при реконструкции зданий рекомендуется выполнять на основе технико-экономического сравнения проектных решений увеличения или замены теплозащиты отдельных видов ограждающих конструкций здания (чердачных и цокольных перекрытий, торцевых стен, стен фасада, светопрозрачных конструкций и прочих), начиная с повышения эксплуатационных качеств более дешевых вариантов ограждающих конструкций. Если при увеличении теплозащиты этих видов ограждающих конструкций не удается достигнуть нормируемого значения удельного расхода энергии согласно таблице 8 МР 23-345-2008 УР, то следует дополнительно применять другие, более дорогие, варианты утепления, замены или комбинации вариантов до достижения указанного требования.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ

СНиП 23-01-99* Строительная климатология

СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий

СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

СНиП 31-05-2003 Общественные здания административного назначения

СНиП 2.08.02-89* Общественные здания и сооружения

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

СП 31-107-2004 Архитектурно-планировочные решения многоквартирных жилых зданий

МР 23-345-2008 УР Методические рекомендации по проектированию тепловой защиты жилых и общественных зданий.

ГОСТ 30494-96 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях

ГОСТ Р 51387 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения

ГОСТ 379-95 Кирпич и камни силикатные. Технические условия

ГОСТ 530-2007 Кирпич и камень керамические

ГОСТ 11214-2003 Блоки оконные деревянные с листовым остеклением. Технические условия

ГОСТ 21520-89 Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия

ГОСТ 13579-78* Блоки бетонные для стен подвалов. Технические условия

ГОСТ 15588-86 Плиты пенополистирольные. Технические условия

ГОСТ 24698-81 Двери деревянные наружные для жилых и общественных зданий. Типы, конструкция и размеры

ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия

ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения

ВСН 61-89(р) Реконструкция и капитальный ремонт жилых домов. Нормы проектирования

Градостроительный кодекс РФ (с изменениями на 16 мая 2008 г)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
Б.1 Общие положения			
1.1 Тепловая защита здания	-	Теплозащитные свойства совокупности наружных и внутренних ограждающих конструкций здания, обеспечивающие заданный уровень расхода тепловой энергии (теплопоступлений) здания с учетом воздухообмена помещений не выше допустимых пределов, а также их воздухопроницаемость и защиту от переувлажнения при оптимальных параметрах микроклимата его помещений (СНиП 23-02)	-
1.2 Энергетическая эффективность здания	-	Свойство здания и его оборудования обеспечивать заданную потребность тепловой энергии при оптимальных параметрах микроклимата помещений. Показателем энергетической эффективности здания является удельная потребность в тепловой энергии на отопление и воздухообмен	-
1.3 Тепловой режим здания	-	Совокупность всех факторов и процессов, формирующих тепловой внутренний микроклимат здания в процессе эксплуатации (СП 23-101)	-
1.4 Микроклимат помещения	-	Состояние внутренней среды помещения, оказывающее воздействие на человека, характеризуемое показателями температуры воздуха и ограждающих конструкций, влажностью и подвижностью воздуха (ГОСТ 30494)	-
1.5 Оптимальные параметры микроклимата помещений	-	Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80% людей, находящихся в помещении (ГОСТ 30494)	-

Продолжение приложения Б

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
1.6 Дополнительные тепловыделения в здании	-	Теплота, поступающая в помещения здания от людей, включенных энергопотребляющих приборов, оборудования, электродвигателей, искусственного освещения и др., а также от проникающей солнечной радиации (СНиП 23-02)	-
1.7 Холодный (отопительный) период года	-	Период года, характеризующийся среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания (ГОСТ 30494)	-
1.8 Теплый период года	-	Период года, характеризующийся средней суточной температурой воздуха выше 8 или 10 °С в зависимости от вида здания (ГОСТ 30494)	-
1.9 Продолжительность отопительного периода	z_{ht}	Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания (СНиП 23-02)	-
1.10 Средняя температура наружного воздуха отопительного периода	t_{ht}	Расчетная температура наружного воздуха, осредненная за отопительный период по средним суточным температурам наружного воздуха (СНиП 23-02)	-
1.11 Энергетический паспорт здания	-	Документ, содержащий геометрические, энергетические, теплотехнические характеристики существующих и проектируемых зданий, их ограждающих конструкций и устанавливающий соответствие их требованиям нормативных документов (ГОСТ Р 51387)	-
1.12 Градусо-сутки	D_d	Показатель, представляющий собой температурно-временную характеристику района строительства здания, численно равный произведению разности температуры внутреннего воздуха и средней температуры наружного воздуха за отопительный период на продолжительность отопительного периода (СНиП 23-02)	°С·сут

Продолжение приложения Б

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
1.13 Коэффициент остекленности фасада здания	f	Отношение площадей светопроемов к суммарной площади наружных ограждающих конструкций фасада здания, включающая светопроемы (СНиП 23-02)	%
1.14 Показатель компактности здания	k_e^{des}	Отношение общей площади внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций здания к заключенному в них отапливаемому объему (СНиП 23-02)	$м^{-1}$
1.15 Площадь квартир (для жилых зданий)	A_h	Сумма площадей пола квартир, которая определяется как сумма площадей жилых комнат и подсобных помещений без учета лоджий, балконов, веранд, террас и холодных кладовых (СП 31-107)	$м^2$
1.16 Полезная площадь (для общественных зданий)	A_h	Сумма площадей всех размещенных в здании помещений, а также балконов и антресолей в залах, фойе и т.д., за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц и пандусов (СНиП 2.08.02)	$м^2$
1.17 Площадь жилых помещений (для жилых зданий)	A_l	Сумма площадей всех общих комнат (гостиных) и спален (СП 23-101)	$м^2$
1.18 Расчетная площадь (для общественных зданий)	A_l	Сумма площадей всех размещенных в здании помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов, лестничных клеток, лифтовых шахт, внутренних открытых лестниц, а также помещений, предназначенных для размещения инженерного оборудования и инженерных сетей (СНиП 2.08.02)	$м^2$
1.19 Отапливаемый объем здания	V_h	Отапливаемый объем здания определяется как произведение отапливаемой площади этажа на внутреннюю высоту, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа. При сложных формах внутреннего объема здания отапливаемый объем определяется как объем пространства, ограниченного внутренними поверхностями наружных ограждений (стен, покрытия или чердачного перекрытия, цокольного перекрытия) (СП 23-101)	$м^3$

Продолжение приложения Б

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
1.20 Холодный чердак	-	Пространство между не утепленными конструкциями кровли и утепленным перекрытием верхнего этажа, внутренний воздух которого сообщается с наружным воздухом (СП 23-101)	-
1.21 Техподполье	-	Пространство под перекрытием первого этажа, в котором размещаются трубопроводы отопления и горячего водоснабжения(СП 23-101)	-
1.22 Холодный подвал	-	Подвал, в котором отсутствуют источники тепловыделения и пространство которого сообщается с наружным воздухом (СП 23-101)	-
1.23 Отапливаемый подвал	-	Подвал, в котором предусматриваются отопительные приборы для поддержания заданной температуры (СП 23-101)	-
Б.2 Показатели энергоэффективности			
2.1 Класс энергетической эффективности здания	*A* *B* *C* *D* *E* *F*	Буквенное обозначение уровня энергетической эффективности здания, характеризуемого определенным интервалом значений удельной потребности тепловой энергии на отопление здания (ГОСТ Р 51380)	Очень высокий Высокий Нормальный Пониженный Низкий Очень низкий
2.2 Расход тепловой энергии на отопление здания за отопительный период	Q_h^y	Количество теплоты за отопительный период, необходимое для поддержания в здании нормируемых параметров теплового комфорта	МДж и кВт·ч
2.3 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{des}	Количество тепловой энергии за отопительный период, необходимое для компенсации теплопотерь здания с учетом воздухообмена и дополнительных тепловыделений при нормируемых параметрах теплового и воздушного режимов помещений в нем, отнесенное к единице площади квартир или полезной площади помещений здания (или к их отапливаемому объему) и градусо-суткам отопительного периода (СНиП 23-02)	кДж/(м^2°С·сут) и кДж/(м^3°С·сут)

Окончание приложения Б

Термин	Обозначение	Характеристика термина	Размерность единицы величины
1	2	3	4
2.4 Нормируемый удельный расход тепловой энергии на отопление здания	q_h^{req}	Нормируемое значение удельного расхода тепловой энергии на отопление здания	кДж/(м^2°С·сут) и кДж/(м^3°С·сут)
2.5 Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и централизованного теплоснабжения здания	ε_o^{des}	Коэффициент, учитывающий потери в системах отопления и централизованного теплоснабжения здания и степень автоматизации регулирования их оборудования (СНиП 23-02)	-
2.6 Расчетный коэффициент энергетической эффективности систем отопления и децентрализованного теплоснабжения здания	ε_{dec}	Коэффициент, учитывающий потери в системах отопления и децентрализованного теплоснабжения здания и степень автоматизации регулирования их оборудования (СНиП 23-02)	-

ПРИЛОЖЕНИЕ В к МР 23-345-2008 УР
(обязательное)

КАРТА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ С РАЗБИВКОЙ ЗОН ВЛАЖНОСТИ

ПРИЛОЖЕНИЕ Г к МР 23-345-2008 УР
(обязательное)

РАСЧЕТ УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ЗА ОТОПИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

(в соответствии с требованиями СНиП 23-02 «Тепловая защита зданий»).

Г.1 Расчетный удельный расход тепловой энергии на отопление зданий за отопительный период q_h^{des}, кДж/(м^2·°С·сут) или кДж/(м^3·°С·сут), следует определять по формуле:

$$q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (A_h D_d) \text{ или } q_h^{des} = 10^3 Q_h^y / (V_h D_d), \qquad (Г.1)$$

где Q_h^y - расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода, МДж;

A_h - сумма площадей пола квартир или полезной площади помещений здания, за исключением технических этажей и гаражей, м^2 (приложение Б);

V_h - отапливаемый объем здания, равный объему, ограниченному внутренними поверхностями наружных ограждений зданий, м^3 (приложение Б);

D_d - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут, определяемые по таблице 6;

Г.2 Расход тепловой энергии на отопление здания в течение отопительного периода Q_h^y, МДж, следует определять по формуле:

$$Q_h^y = [Q_h - (Q_{\text{int}} + Q_S)\nu\xi]\beta_h, \qquad (Г.2)$$

где Q_h - общие теплопотери здания через наружные ограждающие конструкции, МДж, определяемые по Г.3;

Q_{int} - бытовые теплопоступления в течение отопительного периода, МДж, определяемые по Г.6;

Q_S - теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода, МДж, определяемые по Г.7;

ν - коэффициент снижения теплопоступлений за счет тепловой инерции ограждающих конструкций; рекомендуемое значение $\nu = 0{,}8$;

ξ - коэффициент эффективности авторегулирования подачи теплоты в системах отопления; рекомендуемые значения:

$\xi = 1{,}0$ - в однотрубной системе с термостатами и с пофасадным авторегулированием на вводе или поквартирной горизонтальной разводкой;

Продолжение приложения Г

$\xi = 0{,}95$ - в двухтрубной системе отопления с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе;
$\xi = 0{,}9$ - в однотрубной системе с термостатами и с центральным авторегулированием на вводе или в однотрубной системе без термостатов и с пофасадным авторегулированием на вводе, а также в двухтрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
$\xi = 0{,}85$ - в однотрубной системе отопления с термостатами и без авторегулирования на вводе;
$\xi = 0{,}7$ - в системе без термостатов и с центральным авторегулированием на вводе с коррекцией по температуре внутреннего воздуха;
$\xi = 0{,}5$ - в системе без термостатов и без авторегулирования на вводе - регулирование центральное в ЦТП или котельной;

β_h - коэффициент, учитывающий дополнительное теплопотребление системы отопления, связанное с дискретностью номинального теплового потока номенклатурного ряда отопительных приборов, их дополнительными теплопотерями через зарадиаторные участки ограждений, повышенной температурой воздуха в угловых помещениях, теплопотерями трубопроводов, проходящих через неотапливаемые помещения для:

- многосекционных и других протяженных зданий β_h=1,13;
- зданий башенного типа β_h=1,11;
- зданий с отапливаемыми подвалами β_h=1,07;
- зданий с отапливаемыми чердаками, а также с квартирными генераторами теплоты β_h=1,05.

Примечание: 1 кВт·ч = 3,6 МДж.

Г.3 Общие теплопотери здания Q_h, МДж, за отопительный период следует определять по формуле:

$$Q_h = 0{,}0864 K_m D_d A_e^{sum}, \qquad (Г.3)$$

где K_m - общий коэффициент теплопередачи здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_m = K_m^{tr} + K_m^{\inf}, \qquad (Г.4)$$

K_m^{tr} - приведенный коэффициент теплопередачи через наружные ограждающие конструкции здания, Вт/(м^2·°С), определяемый по формуле:

$$K_m^{tr} = (A_w / R_w^y + A_F / R_F^y + A_{ed} / R_{ed}^y + A_c / R_c^y + nA_{c1} / R_{c1}^r + nA_f / R_f^y + A_{f1} / R_{f1}^y) / A_e^{sum}, \qquad (Г.5)$$

A_w, R_w^r - площадь, м^2, и приведенное сопротивление теплопередаче, м^2·°С/Вт, наружных стен (за исключением проемов);

Продолжение приложения Г

A_F, R_F^r - то же, заполнений светопроемов (окон, витражей, фонарей);

A_{ed}, R_{ed}^r - то же, наружных дверей и ворот;

A_c, R_c^r - то же, совмещенных покрытий (в том числе над эркерами);

A_{c1}, R_{c1}^r - то же, чердачных перекрытий;

A_f, R_f^r - то же, цокольных перекрытий;

A_{f1}, R_{f1}^r - то же, перекрытий над проездами и под эркерами.

При проектировании полов по грунту или отапливаемых подвалов вместо A_f и R_f^r перекрытий над цокольным этажом в формуле (Г.5) подставляют площади A_f и приведенные сопротивления теплопередаче R_f^r стен, контактирующих с грунтом, а полы по грунту разделяют по зонам согласно СНиП 41-01 и определяют соответствующие A_f и R_f^r.

Примечания:

1. Площадь наружных ограждающих конструкций определяется по внутренним размерам здания без учета внутренних стен и перегородок. Общая площадь наружных стен (с учетом оконных и дверных проемов) определяется как произведение периметра наружных стен по внутренней поверхности на внутреннюю высоту здания, измеряемую от поверхности пола первого этажа до поверхности потолка последнего этажа. Суммарная площадь окон определяется по размерам проемов в свету. Площадь наружных стен (непрозрачной части) определяется как разность общей площади наружных стен и площади окон и наружных дверей (п. 5.4.5 СП 23-101).

2. Площадь горизонтальных наружных ограждений (покрытия, чердачного и цокольного перекрытия) определяется как площадь этажа здания (в пределах внутренних поверхностей наружных стен).

При наклонных поверхностях потолков последнего этажа площадь покрытия, чердачного перекрытия определяется как площадь внутренней поверхности потолка (п. 5.4.6 СП 23-101).

n - коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в таблице 6 СНиП 23-02; для чердачных перекрытий теплых чердаков и цокольных перекрытий над техподпольями и подвалов с разводкой в них трубопроводов систем отопления и горячего водоснабжения по формуле (5) СНиП 23-02;

D_d - то же, что в Г.1;

A_e^{sum} - общая площадь внутренних поверхностей наружных ограждающих конструкций, включая покрытие (перекрытие) верхнего этажа и перекрытия пола нижнего отапливаемого помещения, м^2;

Продолжение приложения Г

$K_m^{\inf}$ - условный коэффициент теплопередачи здания, учитывающий теплопотери за счет инфильтрации и вентиляции, Вт/(м·°С), определяемый по формуле:

$$K_m^{\inf} = 0{,}28cn_a\beta_v V_h p_a^{ht} k / A_e^{sum}, \qquad (Г.6)$$

где c - удельная теплоемкость воздуха, равная 1 кДж/(кг·°С);

β_v - коэффициент снижения объема воздуха в здании, учитывающий наличие внутренних ограждающих конструкций. При отсутствии данных принимать β_v = 0,85;

V_h и A_e^{sum} - то же, что в формуле (Г.1) и (Г.5) , м^3 и м^2 соответственно;

p_a^{ht} - средняя плотность приточного воздуха за отопительный период, кг/м^3, определяемая по формуле:

$$p_a^{ht} = 353/[273 + 0{,}5(t_{\text{int}} + t_{ext})], \qquad (Г.7)$$

n_a - средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период, ч$^{-1}$, определяемая по Г.4;

t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по таблице 5;

t_{ext} - расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая по таблице 4.

Г.4 Средняя кратность воздухообмена здания за отопительный период n_a, ч$^{-1}$, рассчитывается по суммарному воздухообмену за счет вентиляции и инфильтрации по формуле:

$$n_a = [(L_v n_v)/168 + (G_{\text{inf}} k n_{\text{inf}})/(168 p_a^{ht})]/(\beta_v V_h), \qquad (Г.8)$$

где L_v - количество приточного воздуха в здание при неорганизованном притоке либо нормируемое значение при механической вентиляции, м^3/ч, равное для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м^2 общей площади и менее на человека) - $3A_l$;

б) других жилых зданий - $0{,}35 \cdot 3 \cdot A_h$, но не менее $30m$, где m - расчетное число жителей в здании;

в) общественных и административных зданий принимают условно для офисов и объектов сервисного обслуживания - $4A_l$, для учреждений здравоохранения и образования - $5A_l$, для спортивных, зрелищных и детских дошкольных учреждений - $6A_l$;

Продолжение приложения Г

A_l - для жилых зданий - площадь жилых помещений, для общественных зданий - расчетная площадь, м^2 (приложение Б);

A_h - для жилых зданий – площадь квартир, м^2 (приложение Б);

n_v - число часов работы механической вентиляции в течение недели;

168 - число часов в неделе;

G_{inf} - количество инфильтрующегося воздуха в здание через ограждающие конструкции, кг/ч: для жилых зданий - воздуха, поступающего в лестничные клетки в течение суток отопительного периода, определяемое согласно Г.5; для общественных зданий - воздуха, поступающего через неплотности светопрозрачных конструкций и дверей; допускается принимать для общественных зданий в нерабочее время $G_{\inf} = 0{,}5\beta_v V_h$;

k - коэффициент учета влияния встречного теплового потока в светопрозрачных конструкциях, равный для: стыков панелей стен - 0,7; окон и балконных дверей с тройными раздельными переплетами - 0,7; то же, с двойными раздельными переплетами - 0,8; то же, со спаренными переплатами - 0,9; то же, с одинарными переплетами - 1,0;

n_{inf} - число часов учета инфильтрации в течение недели, ч, равное 168 для зданий с сбалансированной приточно-вытяжной вентиляцией и $(168 - n_v)$ для зданий, в помещениях которых поддерживается подпор воздуха во время действия приточной механической вентиляции;

ρ_a^{ht}, β_v и V_h - то же, что и в формуле (Г.6).

Г.5 Количество инфильтрующегося воздуха в лестничную клетку жилого здания через неплотности заполнений проемов следует определять по формуле:

$$G_{\inf} = (A_F / R_{a.F}) \cdot (\Delta P_F / 10)^{2/3} + (A_{ed} / R_{a.ed})(\Delta P_{ed} / 10)^{1/2}, \qquad (Г.9)$$

где A_F и A_{ed} - соответственно для лестничной клетки суммарная площадь окон и балконных дверей и входных наружных дверей, м^2;

$R_{a.F}$- требуемое сопротивление воздухопроницанию окон и балконных дверей для лестничной клетки, м^{2}ч/кг, определяемое по формуле:

$$R_{aF} = \frac{1}{G_n}\left(\frac{\Delta P_F}{\Delta P_0}\right)^{2/3}, \qquad (Г.9.1)$$

$R_{a.ed}$- требуемое сопротивление воздухопроницанию входных наружных дверей для лестничной клетки, м^{2}ч/кг, определяемое по формуле:

Продолжение приложения Г

$$R_{a.ed} = \frac{1}{G_n}\left(\frac{\Delta P_{ed}}{\Delta P_0}\right)^{2/3}, \qquad (Г.9.2)$$

где ΔP_0 = 10 Па – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях светопрозрачных ограждающих конструкций, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию;

G_n - нормируемая воздухопроницаемость ограждающих конструкций, кг/(м^{2}ч), принимаемая по таблице 11 СНиП 23-02;

ΔP_F - расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для окон и балконных дверей для лестничной клетки, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_F = 0{,}28 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\text{int}}) + 0{,}03\gamma_{ext}v^2, \qquad (Г.9.3)$$

ΔP_{ed} - расчетная разность давлений наружного и внутреннего воздуха для входных наружных дверей для лестничной клетки, Па, определяется по формуле:

$$\Delta P_{ed} = 0{,}55 \cdot H(\gamma_{ext} - \gamma_{\text{int}}) + 0{,}03\gamma_{ext}v^2, \qquad (Г.9.4)$$

где H – высота здания, от уровня пола первого этажа до верха вытяжной шахты, м;

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с, повторяемость которых составляет 16% и более, принимаемая по таблице 4, для зданий высотой свыше 60 м, следует принимать с учетом коэффициента изменения скорости ветра по высоте согласно п. 12.2 СП 23-101;

γ_{ext} - удельный вес наружного воздуха, Н/м^3, определяется по формуле:

$$\gamma_{ext} = \frac{3463}{273 + t_{ext}}, \qquad (Г.9.5)$$

γ_{int} - удельный вес внутреннего воздуха, Н/м^3, определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{int}} = \frac{3463}{273 + t_{\text{int}}}, \qquad (Г.9.6)$$

t_{ext}, t_{int} - то же, что в Г.3.

Г.6 Бытовые теплопоступления в течение отопительного периода Q_{int}, МДж, следует определять по формуле:

Продолжение приложения Г

$$Q_{\text{int}} = 0{,}0864 q_{\text{int}} z_{ht} A_l, \qquad (Г.10)$$

где q_{int} - величина бытовых тепловыделений на 1 м^2 площади жилых помещений или расчетной площади общественного здания, Вт/м^2, принимаемая для:

а) жилых зданий, предназначенных гражданам с учетом социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 20 м^2 общей площади и менее на человека) q_{int} = 17 Вт/м^2;

б) жилых зданий без ограничения социальной нормы (с расчетной заселенностью квартиры 45 м^2 общей площади и более на человека) q_{int} = 10 Вт/м^2;

в) других жилых зданий - в зависимости от расчетной заселенности квартиры по интерполяции величины q_{int} между 17 и 10 Вт/м^2;

г) для общественных и административных зданий по формуле:

$$q_{\text{int}} = \frac{Q_{чел} + Q_{осв} + Q_{обор}}{A_l} \qquad (Г.10.1)$$

где $Q_{чел}$ - бытовые тепловыделения, определяемые по расчетному числу людей (90 Вт/чел), находящихся в здании, Вт;

$Q_{осв}$ - бытовые тепловыделения от освещения (по установочной мощности), Вт;

$Q_{обор}$ - бытовые тепловыделения от оборудования (по установочной мощности) и оргтехники (10 Вт/м^2) с учетом рабочих часов в неделю, Вт;

A_l - то же, что и в Г.4;

z_{ht} - продолжительность отопительного периода, сут, определяемая по таблице 5.

Г.7 Теплопоступления через окна и фонари от солнечной радиации в течение отопительного периода Q_s, МДж, для четырех фасадов зданий, ориентированных по четырем направлениям, следует определять по формуле:

$$Q_s = \tau_F k_F (A_{F1} I_1 + A_{F2} I_2 + A_{F3} I_3 + A_{F4} I_4) + \tau_{scy} k_{scy} A_{scy} I_{hor}, \qquad (Г.11)$$

где τ_F, τ_{scy} - коэффициенты, учитывающие затенение светового проема соответственно окон и зенитных фонарей непрозрачными элементами заполнения, принимаемые по проектным данным; при отсутствии данных следует принимать по приложению Л таблице Л.1 СП 23-101;

Окончание приложения Г

k_F, k_{scy} - коэффициенты относительного проникания солнечной радиации для светопропускающих заполнений соответственно окон и зенитных фонарей, принимаемые по паспортным данным соответствующих светопропускающих изделий; при отсутствии данных следует принимать по приложению Л таблице Л.1 СП 23-101; мансардные окна с углом наклона заполнений к горизонту 45° и более следует считать как вертикальные окна, с углом наклона менее 45° - как зенитные фонари;

A_{F1}, A_{F2}, A_{F3}, A_{F4} - площадь светопроемов фасадов здания, соответственно ориентированных по четырем направлениям, м^2;

A_{scy} - площадь светопроемов зенитных фонарей здания, м^2;

I_1, I_2, I_3, I_4 - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на вертикальные поверхности при действительных условиях облачности, соответственно ориентированная по четырем фасадам здания, МДж/м^2, определяется по таблице 7;

Примечание: *для промежуточных направлений величину солнечной радиации следует определять по интерполяции.*

I_{hor} - средняя за отопительный период величина солнечной радиации на горизонтальную поверхность при действительных условиях облачности, МДж/м^2, определяется по таблице 7.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

ФОРМЫ ТАБЛИЦ РАЗДЕЛА «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ», ЗАПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ

Наименование здания

Адрес строительный

Адрес почтовый

Результаты натурных обследований наружных ограждающих конструкций

Разделы проекта и номера чертежей	Наименование наружных ограждающих конструкций, внутренних инженерных систем и наружных сетей	Решения	
		По проекту	Выявленные в натуре
1	2	3	4

Выводы и рекомендации

Дата проведения испытаний

Организация, должность, Ф.И.О. исполнителей

Печать (штамп)

Продолжение приложения Д

Сведения о потреблении ТЭР и воды в 200__году.

№ п/п	Вид расходуемого энергоресурса	Единица измерения	Расчетно-нормативное потребление	Потребление согласно приборному учету
1	2	3	4	5
1	Теплота за отопительный период, в т.ч.	МВт·ч		
1.1	- на отопление,	МВт·ч		
1.2	- механическую вентиляцию, кондиционирование	МВт·ч		
2	Теплоты на горячее водоснабжение, в т.ч.	МВт·ч		
2.1	- на хозяйственно бытовые нужды	МВт·ч		
2.2	- на технологические нужды	МВт·ч		
3	Электрическая энергия, в т.ч.:	МВт·ч		
3.1	- на внутреннее освещение	МВт·ч		
3.2	- на наружное освещение	МВт·ч		
3.3	- на силовое оборудование	МВт·ч		
3.4	- на водоснабжение и канализацию	МВт·ч		
3.5	- других систем (каждой отдельно)	МВт·ч		
3	Холодное водоснабжение, в т.ч.:	тыс.$м^3$		
3.1	- на хозяйственно бытовые нужды	тыс.$м^3$		
3.2	- на технологические нужды	тыс.$м^3$		
4	Горячее водоснабжение, в т.ч.:	тыс.$м^3$		
4.1	- на хозяйственно бытовые нужды	тыс.$м^3$		
4.2	- на технологические нужды	тыс.$м^3$		
5	Газ (природный / сжиженный)	тыс.$м^3$ / т		
6	Другие виды топлива			

Выводы и рекомендации

Дата проведения испытаний

Организация, должность, Ф.И.О. исполнителей

Печать (штамп)

Продолжение приложения Д

Удельные годовые расходы ТЭР и воды в 200__году.

№ п/п	Виды энергопотребления	Единица измерения	Нормативный удельный расход	Фактический удельный расход
1	Теплота за отопительный период, в т.ч.:	кВт·ч/м^2		
1.1	- на отопление	кВт·ч/м^2		
1.2	- на механическую вентиляцию, кондиционирование	кВт·ч/м^2		
2	Теплота на хозяйственно-бытовые нужды ГВС	кВт·ч (аб)		
3	Электрическая энергия	кВт·ч/м^2		
4	Холодная вода на хозяйственно бытовые нужды	л/сут (аб)		
5	Горячая вода на хозяйственно бытовые нужды	л/сут (аб)		
6	Газ (природный, сжиженный)	м^3 (аб) кг (аб)		

Выводы и рекомендации

Дата проведения испытаний

Организация, должность, Ф.И.О. исполнителей

Печать (штамп)

Окончание приложения Д

Сведения о приборах учета.

Вид учитываемого ресурса, назначение учета	Место установки	Тип прибора	Год установки	Вид учета (коммерческий, технологический)	Дата гос. поверки	
					последней	последующей

Выводы и рекомендации

Дата проведения испытаний

Организация, должность, Ф.И.О. исполнителей

Печать (штамп)