

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 22.08.2023 17:26:46
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Практическая работа №1	4
Практическая работа № 2	5
Практическая работа № 3	7
Практическая работа № 4	Ошибка! Закладка не определена.
Практическая работа № 5	Ошибка! Закладка не определена.
Практическая работа № 6	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	Ошибка! Закладка не определена.
Приложение 1.....	Ошибка! Закладка не определена.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» предназначены для студентов очной формы обучения.

Дисциплина «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» имеет существенное значение для профессиональной подготовки специалистов в области промышленного и гражданского строительства. Дисциплина является промежуточным и наиболее сложным этапом в процессе обучения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- рассмотрение основ технической термодинамики и теплопередачи,
- изучение влажностного и воздушного режимов зданий;
- освоение принципов проектирования и реконструкции систем обеспечения микроклимата помещений;
- возможность использования нетрадиционных источников энергоресурсов,
- задачи охраны окружающей среды

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение студентами смежной отрасли строительной техники, выработке навыков творческого использования знаний при выборе и эксплуатации оборудования теплогазоснабжения и вентиляции, применяемого в строительной индустрии.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для написания выпускной квалификационной работы.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическая работа №1

Тема работы: Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций угловой комнаты

Цель работы: Освоить методику расчета теплового сопротивления ограждающих конструкций.

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: " Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

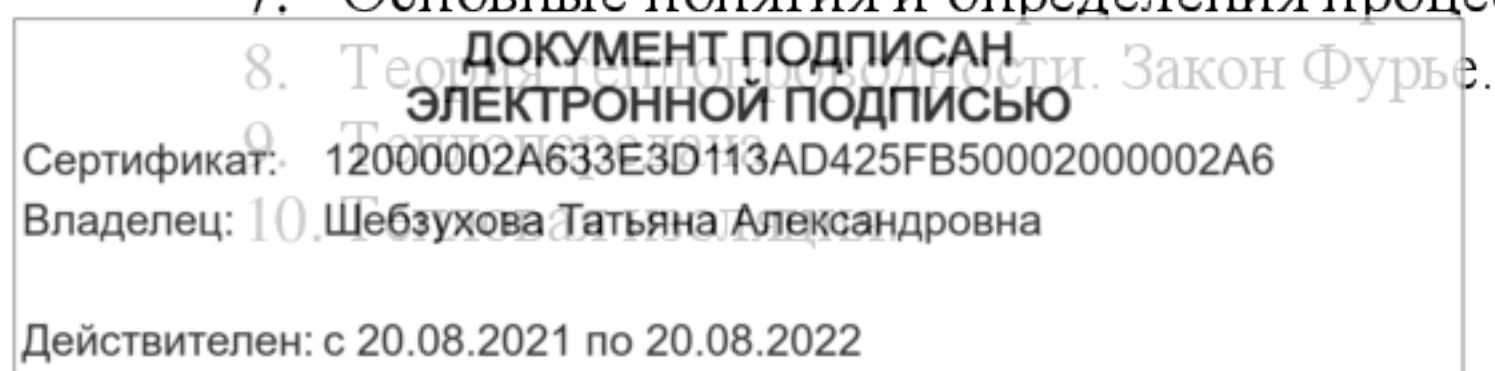
Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.



11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Рассчитаем тепловых потерь двух разных комнат одной площади с помощью таблиц.

Угловая комната (первый этаж)

Характеристики комнаты:

- этаж первый,
- площадь комнаты – 16 кв.м. (5х3,2),
- высота потолка – 2,75 м,
- наружных стен – две,
- материал и толщина наружных стен – брус толщиной 18 см, обшит гипсокартонном и оклеен обоями,
- окна – два (высота 1,6 м, ширина 1,0 м) с двойным остеклением,
- полы – деревянные утепленные, снизу подвал,
- выше чердачное перекрытие,
- расчетная наружная температура –30 °С,
- требуемая температура в комнате +20 °С.

Рассчитаем площади теплоотдающих поверхностей.

Практическая работа № 2

Тема работы: Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций мансардного помещения жилого дома

Цель работы: Освоить методику расчета теплового сопротивления ограждающих конструкций.

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: " Определение теплового сопротивления ограждающих конструкций " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

– 14, интервал – 1,5).

является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы

и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

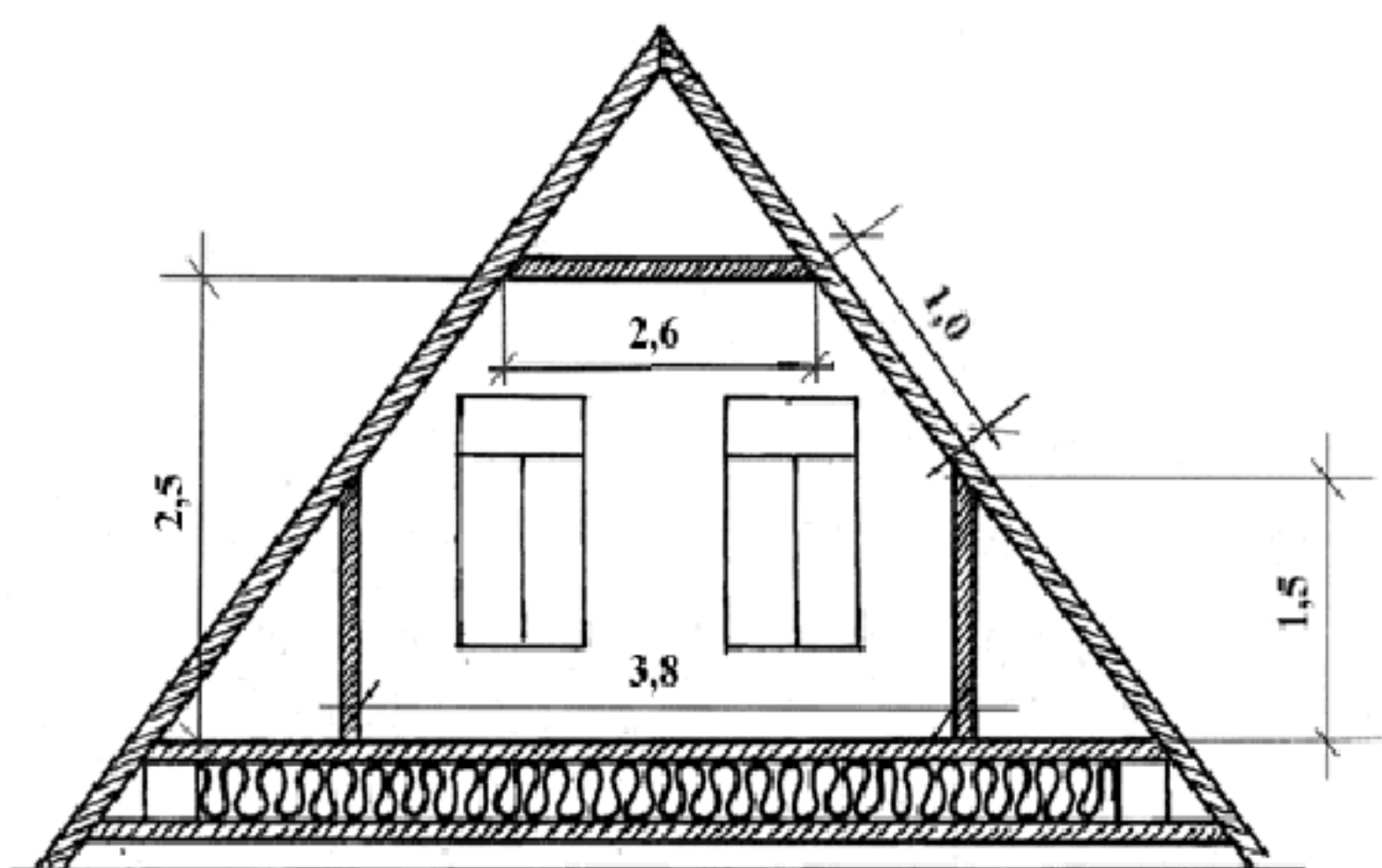
Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

Вопросы и задания

1. Основные понятия и определения технической термодинамики.
2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Рассчитаем тепловых потерь двух разных комнат одной площади с помощью таблиц 1,2 Приложения 1.



Комната под крышей (мансарда)

Характеристики комнаты:

- этаж верхний,
- площадь 16 кв.м. (3,8х4,2),

• ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- наружные стены; два ската крыши (шифер, сплошная обрешетка, 10 см минваты, вагонка), фронтоны (брус толщиной 10 см, обшитый вагонкой) и боковые перегородки (каркасная стена с керамзитовым заполнением 10 см),
- окна – четыре (по два на каждом фронтоне), высотой 1,6 м и шириной 1,0 м с двойным остеклением,
- расчетная наружная температура -30°C ,
- требуемая температура в комнате $+20^{\circ}\text{C}$.

Практическая работа № 3

Тема работы: Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия

Цель работы: Определить требуемое сопротивление теплопередачи, исходя из санитарно-гигиенических требований, и по условию энергосбережения

Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: " Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия " заключается в основополагающей роли расчетов теплофизических свойств кровельных сооружений в зданиях для сохранения целостности и увеличения срока эксплуатации.

Теоретическая часть

Пояснительная записка практической работы относится к текстовым документам и должна в основном соответствовать требованиям ГОСТа.

Пояснительную записку следует выполнять на листах формата А4 (297X210 мм) материалов описного текста (размер шрифта – 14, интервал – 1,5).

Первым листом пояснительной записки является титульный лист, где указывается фамилия, имя, отчество студента, его шифр (номер зачетной книжки) название группы и т.д. Надпись на титульном листе выполняется чертёжным шрифтом. Допускается оформление титульного листа на компьютере. При составлении содержания (оглавления) в него следует включать название разделов, подразделов и пунктов с указанием номера соответствующей страницы. В конце работы приводятся выводы, сделанные при изучении темы контрольной работы.

Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: 1. Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Вопросы и задания

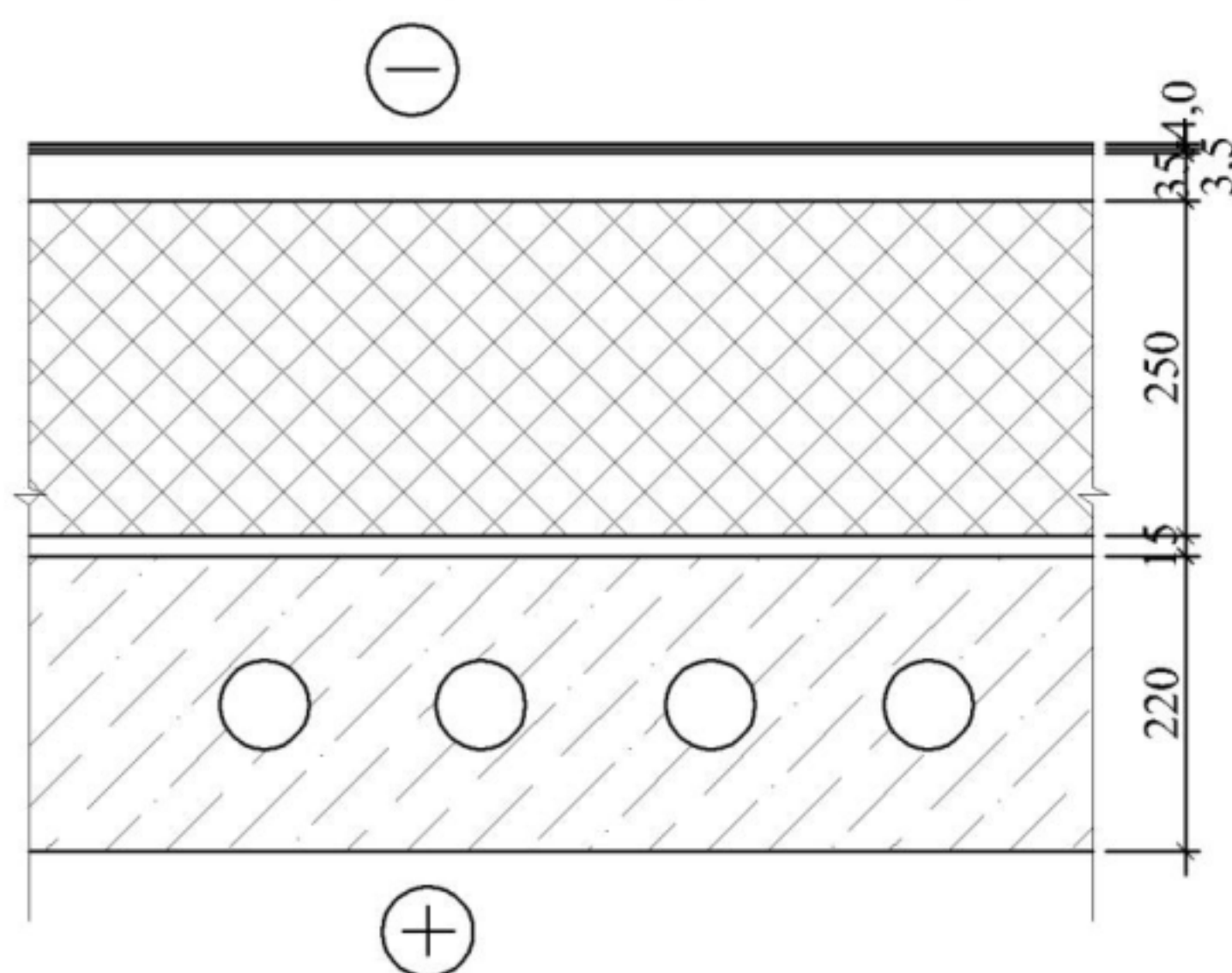
1. Определить требуемое сопротивление теплопередачи для ограждающей конструкции термодинамики.

2. Уравнение состояния термодинамической системы.
3. Первый и второй законы термодинамики.
4. Термодинамические процессы идеальных газов.
5. Прямой и обратный цикл Карно.
6. Уравнение состояния реальных газов
7. Основные понятия и определения процесса обмена теплотой.
8. Теория теплопроводности. Закон Фурье.
9. Теплопередача.
10. Тепловая изоляция.
11. Критерии подобия. Виды критериальных уравнений.
12. Теплопередача при конденсации.
13. Излучение.

Задание:

Теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия с помощью таблиц 1,2 Приложения 1.

Принимаем следующую конструкцию покрытия:



1-й слой – многослойная железобетонная плита

$$\gamma_1 = 2500 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_1 = 2,04 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_1 = 0,22 \text{ м}$$

2-й слой – пароизоляция (1 слой рубероида)

$$\gamma_2 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_2 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_2 = 0,0015 \text{ м}$$

3-й слой – утеплитель - пенополисторол

$$\gamma_3 = 100 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_3 = 0,052 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_3 = x, \text{ м}$$

4-й слой – цементно-песчаная стяжка

$$\gamma_4 = 1800 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_4 = 0,93 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_4 = 0,04 \text{ м}$$

5-й слой – цементно-песчаная стяжка

$$\gamma_5 = 1800 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_5 = 0,93 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_5 = 0,04 \text{ м}$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$\delta_5 = 0,0035 \text{ м}$$

6-й слой – бронированный (линокром)

$$\gamma_6 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_6 = 0,17 \text{ Вт/м}^\circ\text{C}$$

$$\delta_6 = 0,004 \text{ м}$$

Найдем толщину теплоизоляционного слоя исходя из условия:

$$R_0^{\text{факт}} \geq R_0^{\text{тр}}$$

$$R_0^{\text{факт}} = 1/\alpha_{\text{в}} + \sum \delta_i/\lambda_i + 1/\alpha_{\text{н}} \geq R_0^{\text{тр}}$$

$$R_0 = 1/8,7 + 0,220/2,04 + 0,0015/0,17 + x/0,052 + 0,04/0,93 + 0,0035/0,17 + 1/23 \geq 5,19$$

$$x \geq 0,25$$

принимаем $x = 0,25 \text{ м}$.

тогда толщина покрытия составит:

$$\delta = 0,220 + 0,0015 + 0,25 + 0,04 + 0,0035 + 0,004 = 0,519 = 0,520$$

Фактическое значение сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции стены рассчитывается по формуле:

$$R_0^{\text{факт}} = 1/8,7 + 0,220/2,04 + 0,0015/0,17 + 0,25/0,052 + 0,04/0,17 + 1/23 = 5,32 \text{ м}^2\text{C/Вт}$$

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	12
Лабораторная работа №2 Измерение скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.	16
Лабораторная работа №3 Определение относительной влажности воздуха	18
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Дисциплина «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» имеет существенное значение для профессиональной подготовки специалистов в области промышленного и гражданского строительства. Дисциплина является промежуточным и наиболее сложным этапом в процессе обучения.

Задачами изучения дисциплины являются:

- рассмотрение основ технической термодинамики и теплопередачи,
- изучение влажностного и воздушного режимов зданий;
- освоение принципов проектирования и реконструкции систем обеспечения микроклимата помещений;
- возможность использования нетрадиционных источников энергоресурсов,
- задачи охраны окружающей среды

Целями освоения дисциплины являются:

- освоение студентами смежной отрасли строительной техники, выработке навыков творческого использования знаний при выборе и эксплуатации оборудования теплогазоснабжения и вентиляции, применяемого в строительной индустрии.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для написания выпускной квалификационной работы.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №1 Измерение поверхностей охлаждения ограждающих конструкций с целью определения основных теплопотерь помещения

Цель: изучить требования, предъявляемые к измерению поверхностей охлаждения ограждающих конструкций с целью определения основных теплопотерь помещения

Знать: требования, предъявляемые к измерению поверхностей охлаждения ограждающих конструкций с целью определения основных теплопотерь помещения

Уметь: работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: посвящена изучению определения теплопотери отдельными помещениями и зданием в целом

Теоретическая часть: Для определения теплопотери отдельными помещениями и зданием в целом необходимо иметь следующие исходные данные: планы этажей и характерные разрезы по зданию со всеми строительными размерами; выкопировку из генерального плана с обозначением стран света и розы ветров; назначение каждого помещения; место постройки здания (название населенного пункта); конструкции всех наружных ограждений, обоснованные теплотехническим расчетом.

Все отапливаемые помещения здания на планах следует обозначать порядковыми номерами (начиная с №01 и далее — помещения подвала; с № 101 и далее — помещения первого этажа; с № 201 и далее — второго этажа и т. д.). Помещения нумеруют слева направо, причем лестничные клетки обозначают отдельно буквами или римскими цифрами и независимо от этажности здания рассматривают как одно помещение.

Потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления, разделяются условно на основные и добавочные. Их следует определять, суммируя потери теплоты через отдельные ограждающие конструкции с округлением до 10 Вт, по формуле:

$$Q_{\text{отр}} = \frac{F}{R_0} (t_B - t_H^E) \left(1 + \sum \beta \right) n = kF(t_B - t_H^E) \left(1 + \sum \beta \right) n \quad (1.1)$$

где F - расчетная площадь ограждающей конструкции, м^2 ;

k - коэффициент теплопередачи данной ограждающей конструкции, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$;

R_0 - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $(\text{м}^2\text{-К})/\text{Вт}$;

t_B - расчетная температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$, помещения с учетом повышения по высоте для помещений высотой более 4м;

t_H^E - температура наружного воздуха для холодного периода года при

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

расчете потерь теплоты через наружные ограждения или температура воздуха более холодного помещения при расчете потерь теплоты через внутренние ограждения;

n - коэффициент учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху;

β - добавочные потери теплоты в долях от основных потерь.

Таким образом, чтобы определить потери теплоты помещения, необходимо знать величины F , k (либо R_0), $t_{в}$, $t_{н}^B$, n и β . Коэффициент теплопередачи k (либо R_0) ограждающей конструкции определяют теплотехническим расчетом.

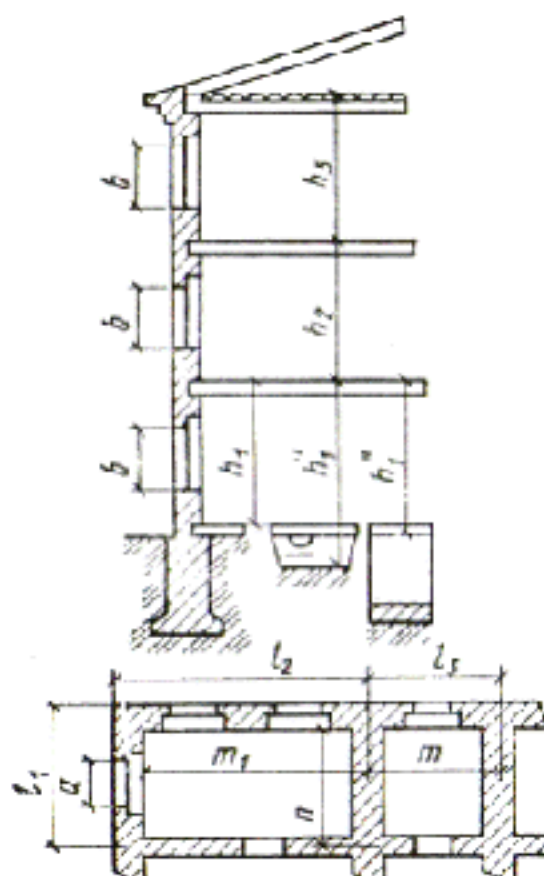


Рис. 1. Схеа обмера теплопередающих ограждений

Теплообмен через ограждения между смежными отапливаемыми помещениями при расчете теплотерь учитывается, если разность температур воздуха этих помещений более 3°C . Площади F , м^2 , отдельных ограждений — наружных стен (НС), окон (О), дверей (Д), фонарей (Ф), потолка (Пт), пола (П) — измеряются по планам и разрезам здания следующим образом, (рис.1).

1. Высота стен первого этажа, если пол находится непосредственно на грунте, — между уровнями полов первого и второго этажей (h_1), если пол на лагах — от наружного уровня подготовки пола на лагах до уровня пола второго этажа (h'_1), при неотапливаемом подвале или подполье — от уровня нижней поверхности конструкции пола первого этажа до уровня чистого пола второго этажа ($h_{\ll 1}$), а в одноэтажных зданиях с чердачным перекрытием высота измеряется от пола до верха утепляющего слоя перекрытия.

2. Высота стен промежуточного этажа — между уровнями чистых полов данного и вышележащего этажей (h_2), а верхнего этажа — от уровня его чистого пола до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия (h_3) или бесчердачного покрытия.

3. Длина наружных стен в угловых помещениях — от кромки наружного угла до осей внутренних стен (l_1 , и l_2), а в неугловых — между осями внутренних стен (l_3).

4. Длина внутренних стен — по размерам от внутренних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен (m_1) или между осями внутренних стен (m).

5. Площади окон, дверей и фонарей — по наименьшим размерам строительных проемов в свету (a и b).

6. Площади потолков и полов над подвалами и подпольями в угловых помещениях — по размерам от внутренней поверхности наружных стен до осей противоположных стен (m_1 и n), а в неугловых — между осями внутренних стен (m) и от внутренней поверхности наружной стены до оси противоположной стены (n).

Для подсчета площадей ограждающих конструкций линейные размеры их принимаются с погрешностью до $\pm 0,1\text{м}$, а величины площадей округляются с погрешностью $\pm 0,1\text{м}^2$. Потери теплоты через полы, расположенные на грунте или на лагах, из-за сложности точного решения задачи определяют на практике упрощенным методом, принимая ширину 2м, параллельным наружным стенам (рис. 2).

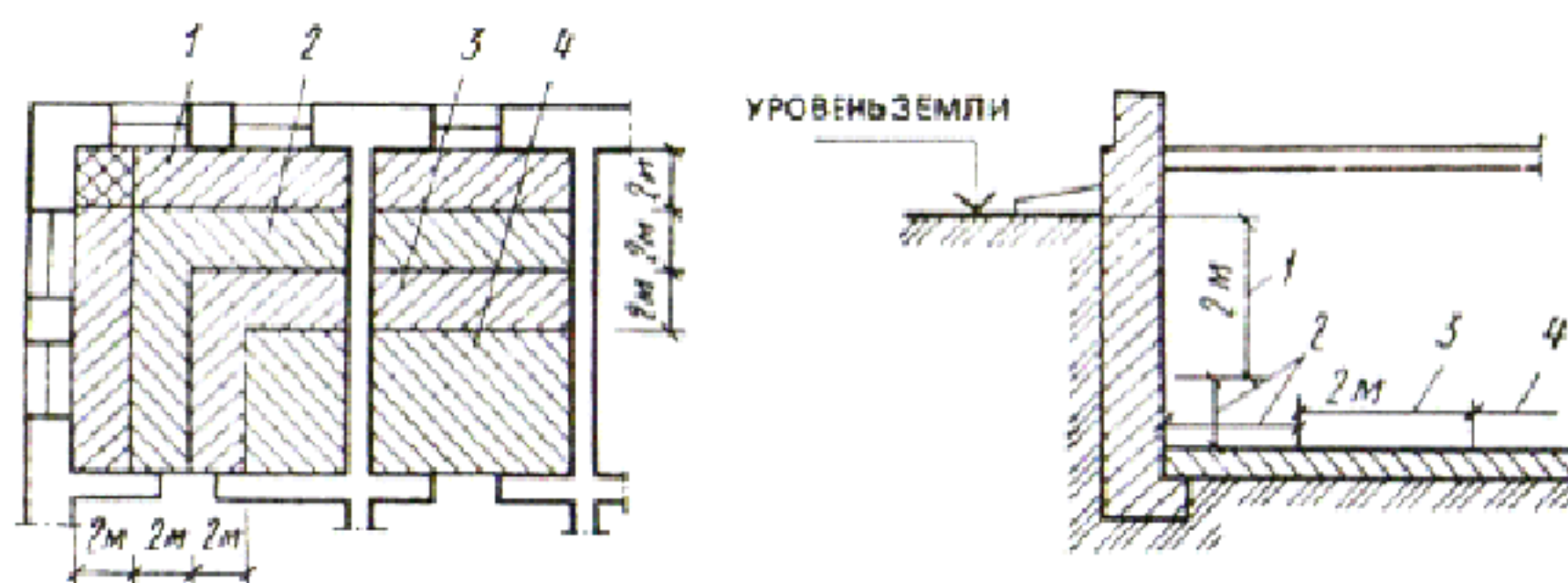


Рис. 2. Схема к определению потерь теплоты через полы и стены, заглубленные ниже уровня земли

1 — первая зона; 2—вторая зона; 3—третья зона; 4 — четвертая зона (последняя)

Основная расчетная формула при подсчете потерь теплоты $Q_{пл}$, Вт, через пол, расположенный на грунте, принимает следующий вид:

$$Q_{пл} = \left(\frac{F_1}{R_{1,н.п.}} + \frac{F_2}{R_{2,н.п.}} + \frac{F_3}{R_{3,н.п.}} + \frac{F_4}{R_{4,н.п.}} \right) (t_B - t_H^E) \left(1 + \sum \beta \right) n \quad (1.2)$$

где F_1, F_2, F_3, F_4 - площади, соответственно 1, 2, 3, 4 зон-полос, m^2 ;

$R_{1,н.п.}, R_{2,н.п.}$ - сопротивление теплопередаче отдельных зон пола, $m^2K/Вт$; остальные величины — те же, что в формуле (1.1).

Сопротивление теплопередаче конструкции утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте, $R_{у.п.}$ $m^2K/Вт$, надлежит определять также для каждой зоны, но по формуле:

$$R_{у.п.} = R_{н.п.} + \sum \frac{\delta_{у.с.}}{\lambda_{у.с.}} \quad (1.3)$$

где $R_{н.п.}$ - сопротивление теплопередаче отдельных зон неутепленного пола (см. рис. 2), $m^2K/Вт$;

$\sum \frac{\delta_{у.с.}}{\lambda_{у.с.}}$ - сумма термических сопротивлений утепляющих слоев, $m^2K/Вт$.

Утепляющими слоями считаются слои из материалов, имеющих теплопроводность $\lambda \leq 1,2$ Вт/(мК).

Сопротивление теплопередаче конструкций полов на лагах $R_{л.}$, $m^2K/Вт$, определяется по формуле:

$$R_{л.} = \frac{1}{0,85} R_{у.п.} = 1,18 R_{у.с.} \quad (1.4)$$

где $R_{у.с.}$ — сопротивление теплопередаче конструкции утепленного пола, здесь в качестве утепляющих слоев учитывают воздушную прослойку ($B_{вп}=0,2$) и дощатый пол, уложенный по лагам.

При подсчете потерь теплоты через полы, расположенные на грунте или лагах, поверхность участков полов возле угла наружных стен (в первой двухметровой зоне) вводится в расчет дважды, т. е. по направлению обеих стен, составляющих угол.

Теплопотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания должны подсчитываться так же, как и теплопотери через полы, расположенные на грунте бесподвального здания, т. е. по зонам шириной 2м, с

отсчетом их от углов наружных стен (см. рис. 2). Полы помещений в этом случае (при отсчете зон) рассматриваются как продолжение подземной части наружных стен.

Сопротивление теплопередаче определяется так же, как и для неутепленных или утепленных полов.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.

1. Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.
2. К работам по эксплуатации электроустановок до 1000 В (установочных, осветительных, технических средств обучения и электрических машин) допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по охране труда. Не электротехническому персоналу, эксплуатирующему электроустановки до 1000 В, прошедшему инструктаж и проверку знаний по электробезопасности, присваивается I квалификационная группа допуска с оформлением в журнале установленной формы с обязательной росписью проверяющего и проверяемого.
3. Все лица, связанные с работой в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные режимы труда и отдыха.

Вопросы для собеседования:

1. Какие данные необходимо знать для определения теплотери отдельными помещениями и зданием?
2. Как разделяются потери теплоты помещениями через ограждающие конструкции, учитываемые при проектировании систем отопления?
3. Как проводится подсчет потерь теплоты через полы, расположенные на грунте или лагах?
4. Как проводится подсчет теплотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания

Лабораторная работа №2 Измерение скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.

Цель: изучить требования, предъявляемые к измерению скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.

Знать: требования, предъявляемые к измерению скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.

Уметь: работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

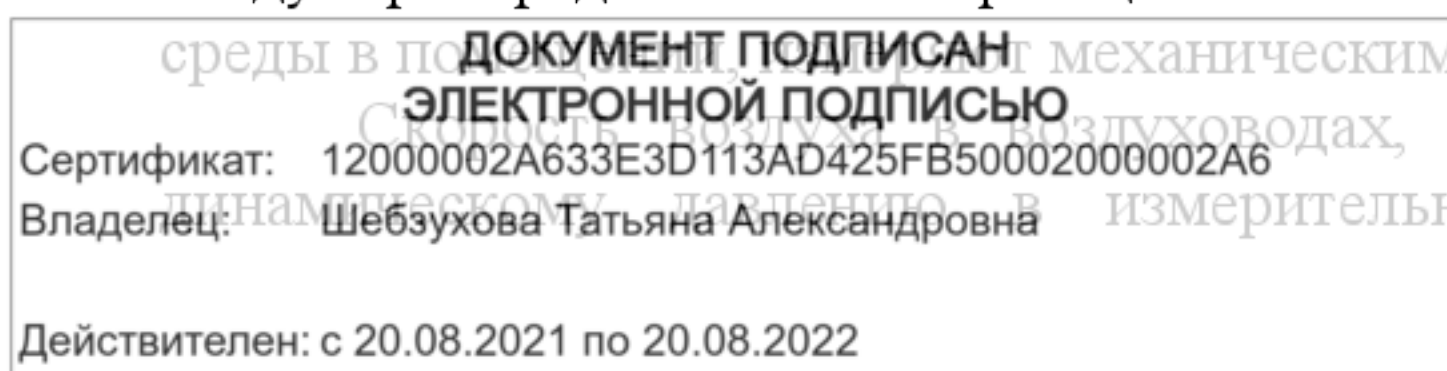
Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: посвящена изучению требований, предъявляемых к измерению скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.

Теоретическая часть: Скорость воздушных потоков, при испытаниях систем воздухораспределения или при оценке санитарно-гигиенического состояния воздушной среды в помещениях, или механическим или электронными анемометрами.

Скорость воздуха в воздуховодах, каналах, проемах и т.п. определяют по динамическому давлению в измерительном сечении канала или с помощью



анемометров (крыльчатых, чашечных, термоанемометров). Выбор измерительного инструмента определяется требуемым диапазоном измеряемых скоростей характерными размерами измерительного зонда, запыленностью и агрессивностью среды и другими конкретными условиями измерений.

Среднюю скорость движения воздуха V_m по динамическому давлению в измерительном сечении определяют с помощью формулы:

$$V_m = \left(\frac{2}{\rho} * p_d \right)^{0,5} \quad (2.1)$$

где: ρ - плотность воздуха, кг/м³, при температуре $t^{\circ}\text{C}$ в измерительном сечении, определяется с использованием уравнения состояния воздуха по формуле:

$$\rho = \rho_n * \frac{p_a * R_n * (273,3 + t_n)}{p_{an} * R * (273,3 + t)} = \frac{\rho_n}{K_R} * \frac{p_a * (273,3 + t_n)}{p_{an} * (273,3 + t)} = \frac{\rho_n}{\Delta} \quad (2.2)$$

где: $\rho_n = 1,205$ кг/м³, $t = 20^{\circ}\text{C}$, $p_{an} = 101,3$ кПа – нормальные атмосферные условия для воздуха (плотность, температура, давление);

$K_R = R/R_n$ – отношение газовой постоянной при условиях температуры и относительной влажности эксперимента к газовой постоянной сухого воздуха при температуре 20°C . Для определения K_R в диапазонах температур $0...50^{\circ}\text{C}$ и относительных влажностей $0...100\%$ можно воспользоваться аппроксимирующей формулой:

$$K_R = (0,0000003t^3 - 0,000002t^2 + 0,0002t + 0,0033)\varphi + 1 \quad (2.3)$$

где: t , град.С – температура измерений;

φ , - относительная влажность в долях единицы. Используя данные для воздуха при нормальных атмосферных условиях, можно записать выражение для Δ в виде:

$$\Delta = \frac{K_R * (273,3 + t)}{p_a * 2,892} \quad (2.4)$$

Анемометры следует применять для измерения скоростей воздуха в тех случаях, когда измерение динамических давлений комбинированными приемниками давления представляется невозможным (в проемах внешних ограждений, отверстиях, открытых концах вентиляционных воздуховодов и т.п.).

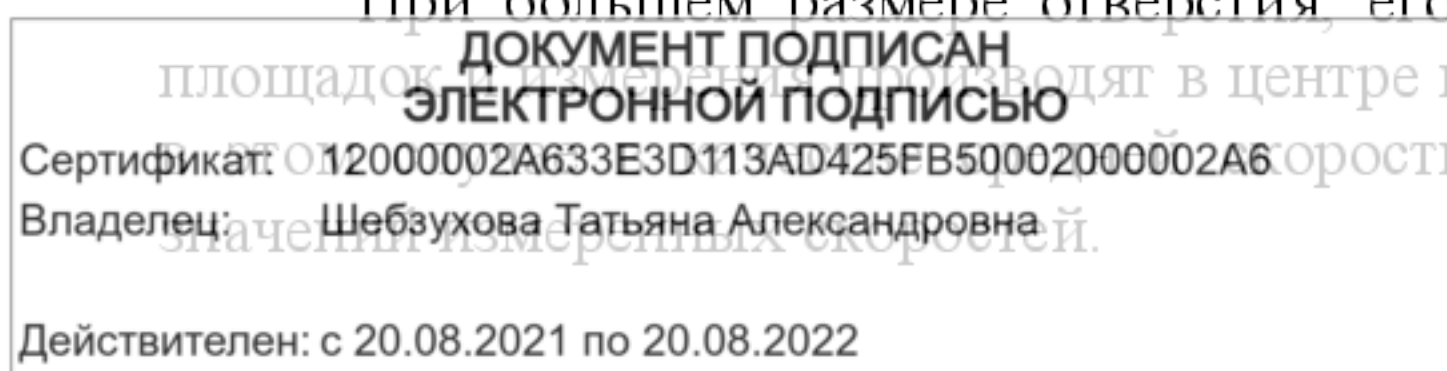
Рукоятка измерительного зонда анемометра должна быть достаточно тонкой и длинной, чтобы не вносить дополнительного влияния на течение воздуха в измерительном сечении.

В каждой точке измерения скорость следует определять два раза, причем разность между результатами измерений должна быть не более $\pm 5\%$, в противном случае производят дополнительные измерения.

производят в плоскости выхода воздуха (для воздухораспределительных устройств), а при входе в отверстие – внутри канала (для воздухоприемных устройств).

В отверстиях площадью до 1 м^2 скорость воздуха измеряется медленным равномерным движением анемометра по всему сечению отверстия.

При большем размере отверстия, его сечение разбивают на несколько равных площадок, измерения производят в центре каждой из них. Для последующих расчетов принимают среднее арифметическое из значений измеренных скоростей.



В тех случаях, когда в одной части проема движение воздуха имеет одно направление, а в другой – противоположное, необходимо до производства измерений определить с помощью анемометра нейтральную линию в проеме, где скорость воздуха равна нулю. После этого следует отдельно измерить скорости воздуха по обе стороны от нейтральной линии.

В отверстиях, закрытых решетками, измерения скорости производят анемометром, снабженным насадком (сделанным из листовой стали, жести и т.п.), который в процессе измерений плотно примыкает к решетке. Насадок должен иметь длину, обеспечивающую сглаживание профилей скорости за решеткой. Если решетка имеет наклон для придания определенного направления движения воздуха, то насадок также надо выполнять с наклоном, соответствующим наклону створок решетки. Анемометр ориентируется в направлении максимальных значений скорости потока.

Расход воздуха L , $\text{м}^3/\text{с}$, в открытых проемах воздухоподдающих и воздухоприемных устройств следует определять по формуле:

$$L = V_m * F \quad (2.5)$$

где: F – площадь открытых проемов воздухоприемных и воздухоподдающих устройств с постоянным направлением движения воздуха, м^2 .

Расход воздуха L , $\text{м}^3/\text{с}$ в отверстиях, закрытых решетками, следует определять по формуле:

$$L = V_m * f_{\text{ж}} \quad (2.6)$$

где: $f_{\text{ж}}$ – живое сечение решетки, м^2 .

Если изготовитель приводит в каталоге тарировочные характеристики для воздухораспределителя (в виде зависимости потерь полного или статического давления от производительности), то расход воздуха через воздухораспределитель определяется по измерениям полного или статического давления на решетке

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.

1. Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.
2. К работам по эксплуатации электроустановок до 1000 В (установочных, осветительных, технических средств обучения и электрических машин) допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по охране труда. Не электротехническому персоналу, эксплуатирующему электроустановки до 1000 В, прошедшему инструктаж и проверку знаний по электробезопасности, присваивается I квалификационная группа допуска с оформлением в журнале установленной формы с обязательной росписью проверяющего и проверяемого.
3. Все лица, связанные с работой в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные режимы труда и отдыха.

Вопросы для собеседования:

1. Как определяется скорость воздуха в воздуховодах, каналах, проемах
2. В каких случаях применяются Анемометры для измерения скоростей воздуха
3. Принципы измерения скорости воздушного потока в открытых отверстиях.

Лабораторная работа №3 Определение относительной влажности воздуха

Сертификат	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен:	с 20.08.2021 по 20.08.2022

микроклимату зданий и сооружений.
вентиляции зданий, населенных мест и городов;

Уметь: работать с инновационными приборами, используемыми для измерения параметров воздушно-теплого режима в помещениях и характеристики систем и инновационного оборудования в процессе эксплуатации зданий и сооружений.

Формируемые компетенции:

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

Актуальность темы: посвящена изучению состояния влажного воздуха, которое используется при решении задач, связанных с расчетами вентиляции, систем кондиционирования воздуха, процессов горения топлива, паропроницаемости ограждающих конструкций зданий и др.

Теоретическая часть: Влажный воздух представляет собой смесь сухого воздуха (в свою очередь являющуюся смесью различных газов: кислорода, азота и др.) и водяного пара. Удобно влажный воздух представить в виде бинарной смеси, то есть смеси, состоящей из сухого воздуха и водяного пара. Тогда массовый состав воздуха может быть представлен следующей зависимостью

$$G_{в.в.} = G_{с.в.} + G_{в.п.} \quad (3.1)$$

где $G_{в.в.}$ -масса влажного воздуха, кг;

$G_{с.в.}$ -масса сухого воздуха, кг;

$G_{в.п.}$ -масса водяного пара, кг;

В соответствии с законом Дальтона, сумма парциальных давлений смеси газов равна полному давлению смеси. Атмосферное (барометрическое) давление влажного воздуха, P_a , выражается зависимостью

$$P_a = P_{с.в.} + P_{в.п.} \quad (3.2)$$

где $P_{с.в.}$ -парциальное давление сухого воздуха, Па;

$P_{в.п.}$ -парциальное давление водяного пара, Па.

Количество водяного пара в воздухе (влажность воздуха) является величиной переменной, имеет предельное значение, зависящее от температуры. Воздух, в котором при данной температуре находится максимальное количество водяного пара, называется насыщенным. В соответствии с этим, величина $P_{в.п.}$ в формуле (2) также имеет предельное значение, соответствующее условиям насыщения - $P_{в.п.}$. Предельное количество пара, соответствующее формуле (1), обозначим через $G_{п.н.}$.

Чтобы дать характеристику увлажненности воздуха, используют отношение

$$\varphi = \frac{G_{в.п.}}{G_{п.н.}} \quad (3.3)$$

где φ называют показателем относительной влажности воздуха.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Показатель показывает степень насыщенности воздуха водяным паром в процентах или в долях единицы полного насыщения при одинаковых температуре и давлении.

Можно доказать, что отношение, выраженное в единицах массы, может быть заменено отношением соответствующих давлений и представлено в виде

$$\varphi = \frac{P_{\text{в.п.}}}{P_{\text{в.н.}}} \quad (3.4)$$

Давление насыщенного водяного пара (водяного пара, насыщающего воздух) зависит только от температуры смеси. В области положительных температур величину $P_{\text{п.н}}$ можно определить с помощью аппроксимирующей зависимости.

$$P_{\text{п.н.}} = 479 + (11,52 + 1,62t_{\text{н}})^2 \quad (3.5)$$

При вычислениях по формуле (3.5) при температуре 20°C ошибка составляет около 3%. Более точные значения можно получить с помощью формулы М.И. Фильнея.

$$P_{\text{п.н.}} = \frac{156 + 8,12t_{\text{н}}}{236 + t_{\text{н}}} \quad (3.6)$$

в результате вычислений, по которой величину давления получаем в мм рт.ст. Для преобразования в Па его необходимо умножить на переводной коэффициент 133,42. В формулах (3.5) и (3.6) – температура насыщенного воздуха.

Парциальное давление водяного пара в воздухе (упругость водяного пара) $P_{\text{п.в.}}$, Па, может быть определено по зависимости:

$$P_{\text{п.в.}} = P_{\text{п.н.}} - A(t_{\text{с}} - t_{\text{м}}) \cdot P_{\text{б}} \quad (3.7)$$

где $P_{\text{п.н.}}$ -упругость насыщенного водяного пара непосредственно над шариком мокрого термометра при замеренной температуре $t_{\text{м.}}$

$t_{\text{с}}$ -температура воздуха в точке замера, определенная по сухому термометру, °C;

$t_{\text{м}}$ -температура воздуха по мокрому термометру, °C;

$P_{\text{б}}$ -барометрическое давление, гПа;

A -психрометрический коэффициент, зависящий от типа психрометра.

Для психрометра Августа $A=0,1574$.

Для психрометра Ассмана $A=0,1195$.

Приведенные выше коэффициенты A найдены из условия, что барометрическое давление $P_{\text{б}}$, парциальные давления пара и получаемый результат выражаются в гПа.

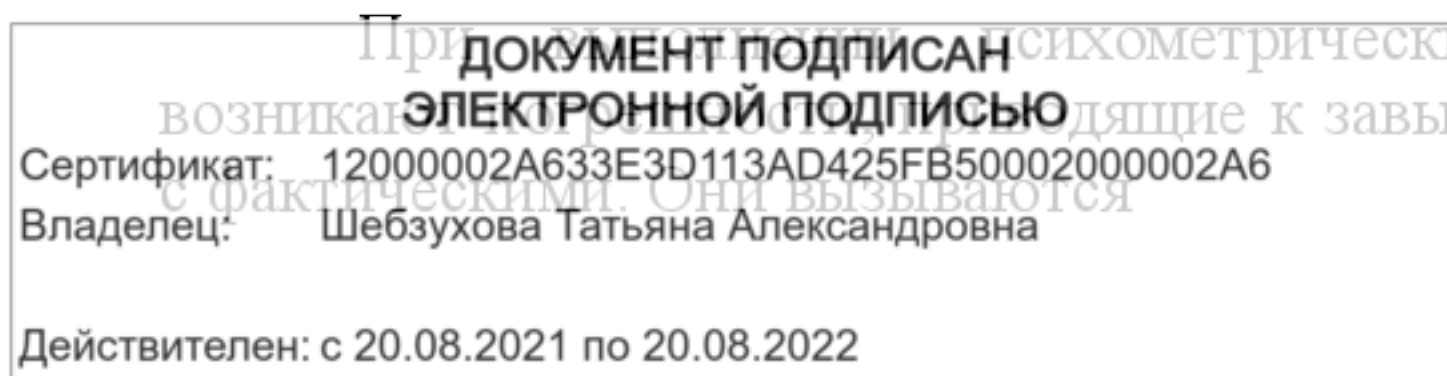
Приборы для измерения относительной влажности воздуха.

Психрометр Августа

Наиболее простым прибором, применяемым для измерения относительной влажности воздуха, является психрометр Августа. Он состоит из двух одинаковых выверенных термометров. Резервуар одного из них одернут тонкой материей (батистом), смоченным дистиллированной водой. Резервуар второго термометра остается сухим.

Психрометр Ассмана.

При психрометрических измерениях психрометром Августа возникают погрешности, вызывающие к завышению получаемых данных по сравнению с фактическими. Они вызваны



-подводом теплоты к резервуару термометра через выступающий вверх капиллярный канал;
-лучистым теплообменом с окружающими предметами и поверхностями;
-интенсификацией процесса испарения за счет скорости воздушного потока.
Эти погрешности в значительной степени устраняются в психрометре Ассмана.

В нем резервуары термометров защищены от теплообмена излучением – они помещены в трубчатые гильзы с хромированной поверхностью, внутри которых с постоянной скоростью) примерно 2 м/с) движется воздух. Таким образом, подвижность воздуха в помещении не вызывает погрешности опыта.

Техника безопасности при выполнении лабораторных работ.

1. Все студенты, связанные с работой в лаборатории, обязаны пройти инструктаж по безопасному выполнению работ, о чем расписываются в журнале инструктажа по технике безопасности.
2. К работам по эксплуатации электроустановок до 1000 В (установочных, осветительных, технических средств обучения и электрических машин) допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по охране труда. Не электротехническому персоналу, эксплуатирующему электроустановки до 1000 В, прошедшему инструктаж и проверку знаний по электробезопасности, присваивается I квалификационная группа допуска с оформлением в журнале установленной формы с обязательной росписью проверяющего и проверяемого.
3. Все лица, связанные с работой в лаборатории, должны соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные режимы труда и отдыха.

Вопросы для собеседования:

1. Требования предъявляемые к микроклимату помещений.
2. Перечислить основные характеристики влажного воздуха.
3. Приборы для измерения влажности воздуха.
4. Принципы расчета основных характеристик влажного воздуха.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень основной литературы:

1. Современные материалы и системы в строительстве [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению расчетно-графической работы для студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 40 с.
2. Капустин, Ф.Л. Свойства строительных материалов и изделий: лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Ф.Л. Капустин, А.М. Спиридонова, И.В. Фомина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 93 с.
3. Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - М. : Инфра-Инженерия, 2013. - 832 с.

2. Перечень дополнительной литературы

1. Долгополов, С.П. Современный справочник по гипсокартону: С. П. Долгополов- Ростов н/Д: Феникс, 2009.1. Бадьин, Г.М. Справочник строителя: справочник/ Г. М. Бадьин, В. В. Стебаков- М.: АСВ, 2007.
2. Картрайт, П. Кирпичная кладка. Уроки мастера: [пер. с англ.]/ П. Картрайт- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
3. М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов, Э.В. Филимонов. Строительные материалы. Учебник. – М.: Из-дательство АСВ, 2004. – 440 с.
4. Чавчанидзе, А.Ш. Металловедение: конспект лекций/ А. Ш. Чавчанидзе- М.: ДеЛи принт, 2008.
5. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов/ И.А. Рыбьев- М.: Высшая школа, 2004.
6. Попов, К.Н. Оценка качества строительных материалов: Учеб. пособие/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков- М.: Высшая школа, 2004.
7. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: Учебник для вузов/ Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов, В.В.Воронин и др- М.: Изд-во АСВ, 2004.
8. Попов, К.Н. Строительные материалы и изделия: Учебник/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо- М.: Высшая школа, 2002.
9. Современные отделочные и облицовочные материалы/ под ред. А.Н. Юндина.- Ростов н /Дону. Феникс, 2005.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации и проведению самостоятельной работы для обучающихся
по дисциплине ««Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	Ошибка! Закладка не определена.
Введение	25
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента	26
2. План - график выполнения самостоятельной работы.....	26
3. Контрольные точки и виды отчетности по ним	27
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала	27
5. Методические указания.....	31
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	22

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» по направлению подготовки бакалавров: 08.03.01 Строительство.

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредованно через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ОПК-3	Самостоятельное	Ответы на	Собеседование	27	3	30
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ						
ИД-1 ОПК-3			вопросы по			
ИД-2 ОПК-3			темам			
ИД-3 ОПК-3			дисциплин			
ИД-4 ОПК-3						
ИД-5 ОПК-3						
ИД-6 ОПК-3						
ИД-7 ОПК-3						
ИД-8 ОПК-3						
ИД-9 ОПК-3						
ИД-10 ОПК-3						
ИД-11 ОПК-3						
ИД-12 ОПК-3						
ИД-13 ОПК-3						
ИД-14 ОПК-3						
ИД-15 ОПК-3						
ИД-16 ОПК-3						
ИД-17 ОПК-3						
ИД-18 ОПК-3						
ИД-19 ОПК-3						
ИД-20 ОПК-3						
ИД-21 ОПК-3						
ИД-22 ОПК-3						
ИД-23 ОПК-3						
ИД-24 ОПК-3						
ИД-25 ОПК-3						
ИД-26 ОПК-3						
ИД-27 ОПК-3						
ИД-28 ОПК-3						
ИД-29 ОПК-3						
ИД-30 ОПК-3						
ИД-31 ОПК-3						
ИД-32 ОПК-3						
ИД-33 ОПК-3						
ИД-34 ОПК-3						
ИД-35 ОПК-3						
ИД-36 ОПК-3						
ИД-37 ОПК-3						
ИД-38 ОПК-3						
ИД-39 ОПК-3						
ИД-40 ОПК-3						
ИД-41 ОПК-3						
ИД-42 ОПК-3						
ИД-43 ОПК-3						
ИД-44 ОПК-3						
ИД-45 ОПК-3						
ИД-46 ОПК-3						
ИД-47 ОПК-3						
ИД-48 ОПК-3						
ИД-49 ОПК-3						
ИД-50 ОПК-3						
ИД-51 ОПК-3						
ИД-52 ОПК-3						
ИД-53 ОПК-3						
ИД-54 ОПК-3						
ИД-55 ОПК-3						
ИД-56 ОПК-3						
ИД-57 ОПК-3						
ИД-58 ОПК-3						
ИД-59 ОПК-3						
ИД-60 ОПК-3						
ИД-61 ОПК-3						
ИД-62 ОПК-3						
ИД-63 ОПК-3						
ИД-64 ОПК-3						
ИД-65 ОПК-3						
ИД-66 ОПК-3						
ИД-67 ОПК-3						
ИД-68 ОПК-3						
ИД-69 ОПК-3						
ИД-70 ОПК-3						
ИД-71 ОПК-3						
ИД-72 ОПК-3						
ИД-73 ОПК-3						
ИД-74 ОПК-3						
ИД-75 ОПК-3						
ИД-76 ОПК-3						
ИД-77 ОПК-3						
ИД-78 ОПК-3						
ИД-79 ОПК-3						
ИД-80 ОПК-3						
ИД-81 ОПК-3						
ИД-82 ОПК-3						
ИД-83 ОПК-3						
ИД-84 ОПК-3						
ИД-85 ОПК-3						
ИД-86 ОПК-3						
ИД-87 ОПК-3						
ИД-88 ОПК-3						
ИД-89 ОПК-3						
ИД-90 ОПК-3						
ИД-91 ОПК-3						
ИД-92 ОПК-3						
ИД-93 ОПК-3						
ИД-94 ОПК-3						
ИД-95 ОПК-3						
ИД-96 ОПК-3						
ИД-97 ОПК-3						
ИД-98 ОПК-3						
ИД-99 ОПК-3						
ИД-100 ОПК-3						
ИД-101 ОПК-3						
ИД-102 ОПК-3						
ИД-103 ОПК-3						
ИД-104 ОПК-3						
ИД-105 ОПК-3						
ИД-106 ОПК-3						
ИД-107 ОПК-3						
ИД-108 ОПК-3						
ИД-109 ОПК-3						
ИД-110 ОПК-3						
ИД-111 ОПК-3						
ИД-112 ОПК-3						
ИД-113 ОПК-3						
ИД-114 ОПК-3						
ИД-115 ОПК-3						
ИД-116 ОПК-3						
ИД-117 ОПК-3						
ИД-118 ОПК-3						
ИД-119 ОПК-3						
ИД-120 ОПК-3						
ИД-121 ОПК-3						
ИД-122 ОПК-3						
ИД-123 ОПК-3						
ИД-124 ОПК-3						
ИД-125 ОПК-3						
ИД-126 ОПК-3						
ИД-127 ОПК-3						
ИД-128 ОПК-3						
ИД-129 ОПК-3						
ИД-130 ОПК-3						
ИД-131 ОПК-3						
ИД-132 ОПК-3						
ИД-133 ОПК-3						
ИД-134 ОПК-3						
ИД-135 ОПК-3						
ИД-136 ОПК-3						
ИД-137 ОПК-3						
ИД-138 ОПК-3						
ИД-139 ОПК-3						
ИД-140 ОПК-3						
ИД-141 ОПК-3						
ИД-142 ОПК-3						
ИД-143 ОПК-3						
ИД-144 ОПК-3						
ИД-145 ОПК-3						
ИД-146 ОПК-3						
ИД-147 ОПК-3						
ИД-148 ОПК-3						
ИД-149 ОПК-3						
ИД-150 ОПК-3						
ИД-151 ОПК-3						
ИД-152 ОПК-3						
ИД-153 ОПК-3						
ИД-154 ОПК-3						
ИД-155 ОПК-3						
ИД-156 ОПК-3						
ИД-157 ОПК-3						
ИД-158 ОПК-3						
ИД-159 ОПК-3						
ИД-160 ОПК-3						
ИД-161 ОПК-3						
ИД-162 ОПК-3						
ИД-163 ОПК-3						
ИД-164 ОПК-3						
ИД-165 ОПК-3						
ИД-166 ОПК-3						
ИД-167 ОПК-3						
ИД-168 ОПК-3						
ИД-169 ОПК-3						
ИД-170 ОПК-3						
ИД-171 ОПК-3						
ИД-172 ОПК-3						
ИД-173 ОПК-3						
ИД-174 ОПК-3						
ИД-175 ОПК-3						
ИД-176 ОПК-3						
ИД-177 ОПК-3						
ИД-178 ОПК-3						
ИД-179 ОПК-3						
ИД-180 ОПК-3						
ИД-181 ОПК-3						
ИД-182 ОПК-3						
ИД-183 ОПК-3						
ИД-184 ОПК-3						
ИД-185 ОПК-3						
ИД-186 ОПК-3						
ИД-187 ОПК-3						
ИД-188 ОПК-3						
ИД-189 ОПК-3						
ИД-190 ОПК-3						
ИД-191 ОПК-3						
ИД-192 ОПК-3						
ИД-193 ОПК-3						
ИД-194 ОПК-3						
ИД-195 ОПК-3						
ИД-196 ОПК-3						
ИД-197 ОПК-3						
ИД-198 ОПК-3						
ИД-199 ОПК-3						
ИД-200 ОПК-3						
ИД-201 ОПК-3						
ИД-202 ОПК-3						
ИД-203 ОПК-3						
ИД-204 ОПК-3						
ИД-205 ОПК-3						
ИД-206 ОПК-3						
ИД-207 ОПК-3						
ИД-208 ОПК-3						
ИД-209 ОПК-3						
ИД-210 ОПК-3						
ИД-211 ОПК-3						
ИД-212 ОПК-3						
ИД-213 ОПК-3						
ИД-214 ОПК-3						
ИД-215 ОПК-3						
ИД-216 ОПК-3						
ИД-217 ОПК-3						
ИД-218 ОПК-3						
ИД-219 ОПК-3						
ИД-220 ОПК-3						
ИД-221 ОПК-3						
ИД-222 ОПК-3						
ИД-223 ОПК-3						
ИД-224 ОПК-3						
ИД-225 ОПК-3						
ИД-226 ОПК-3						
ИД-227 ОПК-3						
ИД-228 ОПК-3						
ИД-229 ОПК-3						
ИД-230 ОПК-3						
ИД-231 ОПК-3						
ИД-232 ОПК-3						
ИД-233 ОПК-3						
ИД-234 ОПК-3						
ИД-235 ОПК-3						
ИД-236 ОПК-3						
ИД-237 ОПК-3						
ИД-238 ОПК-3						
ИД-239 ОПК-3						
ИД-240 ОПК-3						
ИД-241 ОПК-3						
ИД-242 ОПК-3						
ИД-243 ОПК-3						
ИД-244 ОПК-3						
ИД-245 ОПК-3						
ИД-246 ОПК-3						
ИД-247 ОПК-3						
ИД-248 ОПК-3						
ИД-249 ОПК-3						
ИД-250 ОПК-3						
ИД-251 ОПК-3						
ИД-252 ОПК-3						
ИД-253 ОПК-3						
ИД-254 ОПК-3						
ИД-255 ОПК-3						
ИД-256 ОПК-3						
ИД-257 ОПК-3						
ИД-258 ОПК-3						
ИД-259 ОПК-3						
ИД-260 ОПК-3						
ИД-261 ОПК-3						
ИД-262 ОПК-3						
ИД-263 ОПК-3						
ИД-264 ОПК-3						
ИД-265 ОПК-3						
ИД-266 ОПК-3						
ИД-267 ОПК-3						
ИД-268 ОПК-3						
ИД-269 ОПК-3						
ИД-270 ОПК-3						
ИД-271 ОПК-3						
ИД-272 ОПК-3						
ИД-273 ОПК-3						
ИД-274 ОПК-3						
ИД-275 ОПК-3						
ИД-276 ОПК-3						
ИД-277 ОПК-3						
ИД-278 ОПК-3						
ИД-279 ОПК-3						
ИД-280 ОПК-3						
ИД-281 ОПК-3						
ИД-282 ОПК-3						
ИД-283 ОПК-3						
ИД-284 ОПК-3						
ИД-285 ОПК-3						
ИД-286 ОПК-3						
ИД-287 ОПК-3						
ИД-288 ОПК-3						
ИД-289 ОПК-3						
ИД-290 ОПК-3						
ИД-291 ОПК-3						
ИД-292 ОПК-3						
ИД-293 ОПК-3						
ИД-294 ОПК-3						
ИД-295 ОПК-3						
ИД-296 ОПК-3						
ИД-297 ОПК-3						
ИД-298 ОПК-3						
ИД-299 ОПК-3						
ИД-300 ОПК-3						
ИД-301 ОПК-3						
ИД-302 ОПК-3						
ИД-303 ОПК-3						
ИД-304 ОПК-3						
ИД-305 ОПК-3						
ИД-306 ОПК-3						
ИД-307 ОПК-3						
ИД-308 ОПК-3						
ИД-309 ОПК-3						
ИД-310 ОПК-3						
ИД-311 ОПК-3						
ИД-312 ОПК-3						
ИД-313 ОПК-3						
ИД-314 ОПК-3						
ИД-315 ОПК-3						
ИД-316 ОПК-3						
ИД-317 ОПК-3						
ИД-318 ОПК-3						
ИД-319 ОПК-3						
ИД-320 ОПК-3						
ИД-321 ОПК-3						
ИД-322 ОПК-3						
ИД-323 ОПК-3</						

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

3; ИД-3 ОПК-3) ОПК-4 (ИД-1 ОПК-4; ИД-2 ОПК-4; ИД-3 ОПК-4; ИД-4 ОПК-4; ИД-5 ОПК-4; ИД-6 ОПК-4)	Подготовка к практическим занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	18	2	20
	Подготовка к лабораторным занятиям	Индивидуальное задание	Отчёт (письменный)	18	2	20
	Выполнение контрольной работы	Текст контрольной работы	Контрольная работа	22,05	2,45	24,5
Итого за 5 семестр				85,05	9,45	94,5
Итого				85,05	9,45	94,5

3. Контрольные точки и виды отчетности по ним

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, взаимосвязь тем лекций с практическими и лабораторными занятиями, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности.

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Кол-во баллов
5 семестр			
1.	Отчет по практическому занятию	8 неделя	30
2.	Отчет по практическому занятию	12 неделя	25
Итого за 5 семестр			55

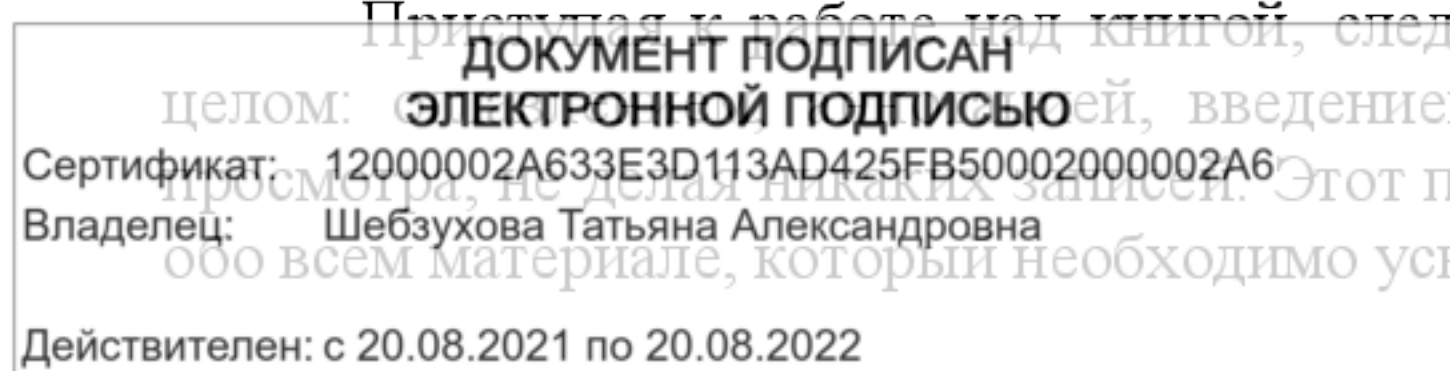
4. Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При самостоятельном изучении теоретического материала по дисциплине "Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)" следует придерживаться следующих общих указаний:

Рекомендации по организации работы с литературой

Работа с литературой - обязательный компонент любой научной деятельности. Сама научная литература является высшим средством существования и развития науки. За время пребывания в высшей школе студент должен изучить и освоить много учебников, статей, книг и другой необходимой для будущего специалиста литературы на родном и иностранном языках. В связи с этим перед студентами стоит большая и важная задача - в совершенстве овладеть рациональными приемами работы с книжным материалом.

Приступая к работе над книгой, следует сначала ознакомиться с материалом в целом: с введением и заключением путем беглого чтения-просмотра, не делая никаких записей. Этот просмотр позволит получить представление обо всем материале, который необходимо усвоить.



После этого следует переходить к внимательному чтению - штудированию материала по главам, разделам, параграфам. Это самая важная часть работы по овладению книжным материалом. Читать следует про себя. (При этом читающий меньше устает, усваивает материал примерно на 25% быстрее, по сравнению с чтением вслух, имеет возможность уделить больше внимания содержанию написанного и лучше осмыслить его). Никогда не следует обходить трудные места книги. Их надо читать в замедленном темпе, чтобы лучше понять и осмыслить.

Рекомендуем возвращаться к нему второй, третий, четвертый раз, чтобы то, что осталось непонятным, дополнить и выяснить при повторном чтении.

Изучая книгу, надо обращать внимание на схемы, таблицы, карты, рисунки: рассматривать их, обдумывать, анализировать, устанавливать связь с текстом. Это поможет понять и усвоить изучаемый материал.

При чтении необходимо пользоваться словарями, чтобы всякое незнакомое слово, термин, выражение было правильно воспринято, понято и закреплено в памяти.

Надо стремиться выработать у себя не только сознательное, но и беглое чтение. Особенно это умение будет полезным при первом просмотре книги. Обычно студент 1-2 курса при известной тренировке может внимательно и сосредоточенно прочитать 8-10 страниц в час и сделать краткие записи прочитанного. Многие студенты прочитывают 5-6 страниц. Это крайне мало. Слишком медленный темп чтения не позволит изучить многие важные и нужные статьи книги. Обучаясь быстрому чтению (самостоятельно или на специальных курсах), можно прочитывать до 50-60 страниц в час и даже более. Одновременно приобретает способность концентрироваться на важном и схватывать основной смысл текста.

Запись изучаемого - лучшая опора памяти при работе с книгой (тем более научной). Читая книгу, следует делать выписки, зарисовки, составлять схемы, тезисы, выписывать цифры, цитаты, вести конспекты. Запись изучаемой литературы лучше делать наглядной, легко обозримой, расчлененной на абзацы и пункты. Что прочитано, продумано и записано, то становится действительно личным достоянием работающего с книгой.

Основной принцип выписывания из книги: лишь самое существенное и в кратчайшей форме.

Различают три основные формы выписывания:

1. Дословная выписка или цитата с целью подкрепления того или иного положения, авторского довода. Эта форма применяется в тех случаях, когда нельзя выписать мысль автора своими словами, не рискуя потерять ее суть. Запись цитаты надо правильно оформить: она не терпит произвольной подмены одних слов другими; каждую цитату надо заключить в кавычки, в скобках указать ее источник: фамилию и инициалы автора, название труда, страницу, год издания, название издательства.

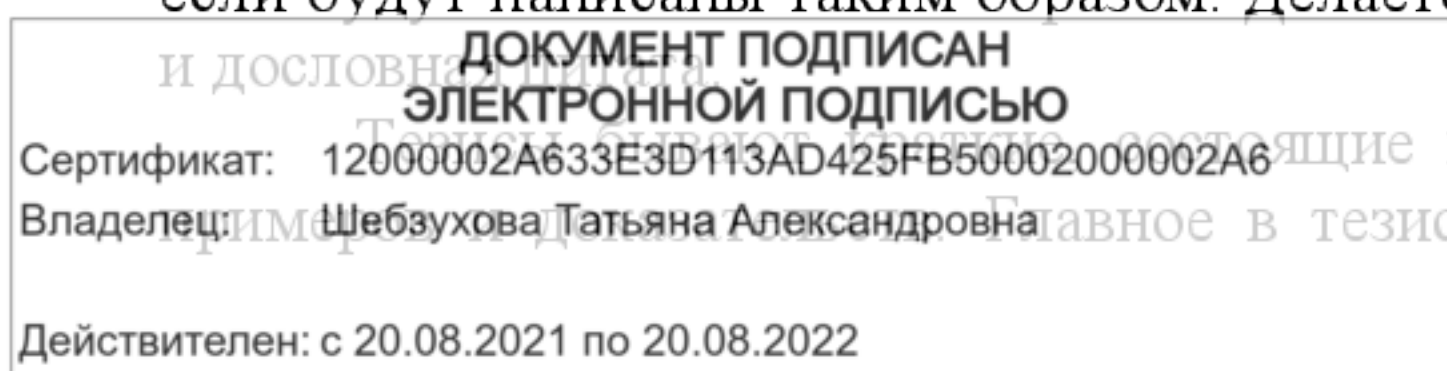
Цитирование следует производить только после ознакомления со статьей в целом или с ближайшим к цитате текстом. В противном случае можно выхватить отдельные мысли, не всегда точно или полно отражающие взгляды автора на данный вопрос в целом.

Ксеро- и фотокопирование (сканирование) заменяет расточающее время выписывание дословных цитат!

2. Выписка "по смыслу" или тезисная форма записи.

Тезисы - это кратко сформулированные самим читающим основные мысли автора. Это самая лучшая форма записи. Все виды научных работ будут безупречны, если будут написаны таким образом. Делается такая выписка с теми же правилами, что

и дословная выписка. Тезисы - это краткие, сжатые, основные мысли автора, из одного предложения, без разъяснений, без разбивки на пункты. Главное в тезисах - умение кратко, закончено (не теряя



смысл) сформулировать каждый вопрос, основное положение. Овладев искусством составления тезисов, студент четко и правильно овладевает изучаемым материалом.

3. Конспективная выписка имеет большое значение для овладения знаниями. Конспект - наиболее эффективная форма записей при изучении научной книги. В данном случае кратко записываются важнейшие составные пункты, тезисы, мысли и идеи текста. Подробный обзор содержания может быть важным подспорьем для запоминания и вспомогательным средством для нахождения соответствующих мест в тексте.

Делая в конспекте дословные выписки особенно важных мест книги, нельзя допускать, чтобы весь конспект был "списыванием" с книги. Усвоенные мысли необходимо выразить своими словами, своим слогом и стилем. Творческий конспект - наиболее ценная и богатая форма записи изучаемого материала, включающая все виды записей: и план, и тезис, и свое собственное замечание, и цитату, и схему.

Обзор текста можно составить также посредством логической структуры, вместо того, чтобы следовать повествовательной схеме.

С помощью конспективной выписки можно также составить предложение о том, какие темы освещаются в отдельных местах разных книг. Дополнительное указание номеров страниц облегчит нахождение этих мест.

При составлении выдержек целесообразно последовательно придерживаться освоенной системы. На этой базе можно составить свой архив или картотеку важных специальных публикаций по предметам.

Конспекты, тезисы, цитаты могут иметь две формы: тетрадную и карточную. При тетрадной форме каждому учебному предмету необходимо отвести особую отдельную тетрадь.

Если используется карточная форма, то записи следует делать на одной стороне карточки. Для удобства пользования вверху карточки надо написать название изучаемого вопроса, фамилию автора, название и УДК (универсальная десятичная классификация) изучаемой книги.

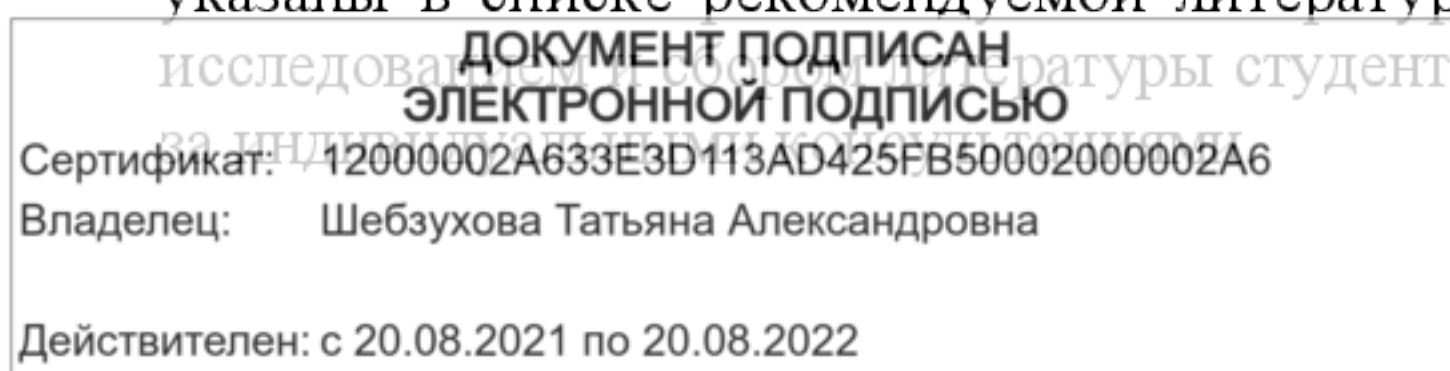
Карточки можно использовать стандартные или изготовить самостоятельно из белой бумаги (полуватмана). Карточки обычно хранят в специальных ящиках или в конвертах. Эта система конспектирования имеет ряд преимуществ перед тетрадной: карточками удобно пользоваться при докладах, выступлениях на семинарах; такой конспект легко пополнять новыми карточками, можно изменить порядок их расположения, добиваясь более четкой, логической последовательности изложения.

И, наконец, можно применять для этих же целей персональный компьютер. Сейчас существует великое множество самых различных прикладных программ (органайзеров и пр.), которые значительно облегчают работу при составлении выписок из научной и специальной литературы. Используя сеть Internet, можно получать уже готовые подборки литературы.

Методические указания по самостоятельному изучению литературы по темам

Важным этапом является подбор и изучение литературы по исследуемой теме. Помимо учебной и научной литературы, обязательно использование и нормативно-правовых актов. Нельзя подменять изучение литературы использованием какой-либо одной монографии или лекции по избранной теме. Так же рекомендуется использовать информацию, размещенную на официальных сайтах сети Интернет, ссылки на которые указаны в списке рекомендуемой литературы. В процессе работы над реферативным

также может обращаться к преподавателю



Для более эффективного усвоения информации студенту предлагаются следующие способы обработки материала:

1. **Аннотация** - краткая обобщенная характеристика источника, включающая иногда и его оценку. Это наикратчайшее изложение содержания первичного документа, дающее общее представление. Основное ее назначение - дать некоторое представление о научной работе с тем, чтобы руководствоваться своими записями при выполнении работы исследовательского, реферативного характера. Поэтому аннотации не требуется изложения содержания произведения, в ней лишь перечисляются вопросы, которые освещены в первоисточнике (содержание этих вопросов не раскрывается). Аннотация отвечает на вопрос: «О чем говорится в первичном тексте?», дает представление только о главной теме и перечне вопросов, затрагиваемых в тексте первоисточника.

2. **Конспектирование** - процесс мысленной переработки и письменной фиксации информации, в виде краткого изложения основного содержания, смысла какого-либо текста. Результатом конспектирования является запись, позволяющая конспектирующему немедленно или через некоторый срок с нужной полнотой восстановить полученную информацию. По сути, конспект представляет собой обзор изучаемого источника, содержащий основные мысли текста без подробностей и второстепенных деталей. Для того чтобы осуществлять этот вид работы, в каждом конкретном случае необходимо грамотно решить следующие задачи:

- сориентироваться в общей композиции текста (уметь определить вступление, основную часть, заключение);
- увидеть логико-смысловую суть источника, понять систему изложения автором информации в целом, а также ход развития каждой отдельной мысли;
- выявить основу, на которой построено все содержание текста;
- определить детализирующую информацию;
- лаконично сформулировать основную информацию, не перенося на письмо все целиком и дословно.

Изучая литературу, необходимо самостоятельно анализировать точки зрения авторов, провести самостоятельную оценку чужих суждений. На основе исследования теоретических позиций студент должен сделать собственные выводы и обосновать их.

Не менее важным является анализ существующих нормативно-правовых актов: международных договоров, соглашений, конвенций, документов, принятых в рамках межправительственных организаций и на международных конференциях, национального законодательства государств.

Методические рекомендации по подготовке к тестированию

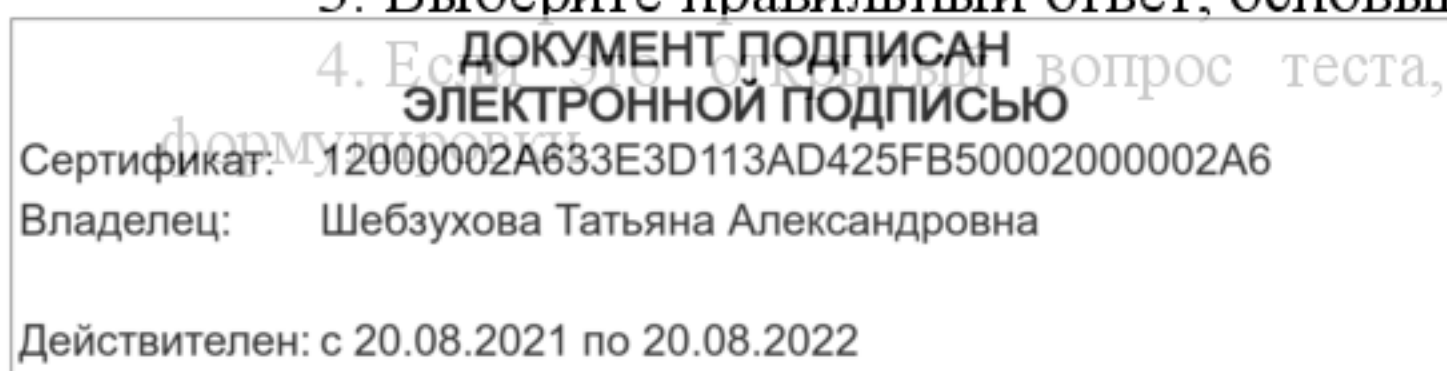
Тестирование является формой промежуточного, а также итогового контроля знаний студентов. Тестирование стимулирует систематическую работу студентов в течение нескольких семестров, что повышает познавательно-творческую направленность самообразования. При подготовке к тестированию необходимо наряду с основной учебной литературой использовать справочную, дополнительную литературу.

Выполнение тестовых заданий требует применения базовых теоретических знаний.

Рекомендации для успешного тестирования:

1. Внимательно прочитайте вопрос, поставленный в задании.
2. Убедитесь, что вопрос понят правильно.
3. Выберите правильный ответ, основываясь на своих знаниях.

4. Если вы сомневаетесь в ответе на вопрос теста, проверьте свою грамотность, точность формулировки.



5. Если затрудняетесь ответить, пропустите вопрос, не теряя времени, перейдите к следующему. Если останется время, вернётесь к трудным вопросам.

6. Если точно не знаете ответ, размышляйте, используя метод исключения, метод сравнений, знания по смежным дисциплинам.

На выполнение 1 задания теста отводится 1 – 2 минуты.

Критерии оценивания итогов тестирования:

90% правильных ответов – оценка «отлично»,

80% правильных ответов – оценка «хорошо»,

70% правильных ответов – оценка «удовлетворительно»,

менее 60% правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

Темы для самостоятельного изучения:

Тема 1. Основы технической термодинамики

Тема 2. Основы теории теплообмена

Тема 3. Тепловлажностный режим и воздушный режим здания, методы и средства их обеспечения

Тема 4. Системы отопления зданий. Системы водяного отопления. Централизованное отопление зданий

Тема 5. Вентиляция и кондиционирование Принципы вентиляции зданий.

Тема 6. Системы кондиционирования воздуха и противодымной защиты работы

Тема 7. Газоснабжение

Тема 8. Газовые распределительные сети. Теплогазоснабжение жилых, общественных и производственных зданий.

5. Методические указания

1. Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» направления подготовки 08.03.01 - Строительство (Профиль подготовки - Строительство зданий и сооружений) – Пятигорск: Филиал СКФУ в г.Пятигорске.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» направления подготовки 08.03.01 - Строительство (Профиль подготовки - Строительство зданий и сооружений) – Пятигорск: Филиал СКФУ в г.Пятигорске.
3. Методические указания по выполнению контрольной работы по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)» направления подготовки 08.03.01 - Строительство (Профиль подготовки - Строительство зданий и сооружений) – Пятигорск: Филиал СКФУ в г.Пятигорске.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень основной литературы:

1. Современные материалы и системы в строительстве [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению расчетно-графической работы для студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 40 с.

2. Капустин, Ф.Л. Свойства строительных материалов и изделий: лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Ф.Л. Капустин, А.М. Спиридонова, И.В. Фомина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 93 с.

3. Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - М. : Инфра-Инженерия, 2013. - 832 с.

2. Перечень дополнительной литературы

1. Долгополов, С.П. Современный справочник по гипсокартону: С. П. Долгополов- Ростов н/Д: Феникс, 2009.1. Бадьин, Г.М. Справочник строителя: справочник/ Г. М. Бадьин, В. В. Стебаков- М.: АСВ, 2007.

2. Картрайт, П. Кирпичная кладка. Уроки мастера: [пер. с англ.]/ П. Картрайт- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

3. М.М. Гапоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов, Э.В. Филимонов. Строительные материалы. Учебник. – М.: Из-дательство АСВ, 2004. – 440 с.

4. Чавчанидзе, А.Ш. Металловедение: конспект лекций/ А. Ш. Чавчанидзе- М.: ДеЛи принт, 2008.

5. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов/ И.А. Рыбьев- М.: Высшая школа, 2004.

6. Попов, К.Н. Оценка качества строительных материалов: Учеб. пособие/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков- М.: Высшая школа, 2004.

7. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: Учебник для вузов/ Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов, В.В.Воронин и др- М.: Изд-во АСВ, 2004.

8. Попов, К.Н. Строительные материалы и изделия: Учебник/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо- М.: Высшая школа, 2002.

9. Современные отделочные и облицовочные материалы/ под ред. А.Н. Юндина.- Ростов н /Дону. Феникс, 2005.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению контрольных работ
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Введение	35
1. Цель, задачи и реализуемые компетенции	36
2. Формулировка задания и его объем	36
4. Общие требования к написанию и оформлению работы	58
5. Рекомендации по выполнению задания.....	59
7. Критерии оценивания работы	60
8. Порядок защиты работы	60
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	61

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Методические указания и задания для выполнения контрольных работ студентами по дисциплине **«Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)»** по направлению подготовки бакалавров: 08.03.01 Строительство

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения контрольной работы по дисциплине **«Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с основами теплотехники)»**.

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения и выполнения контрольных работ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции

Учебным планом специальности, 08.03.01 Строительство, предусматривается написание контрольной работы по дисциплине. Этот вид письменной работы выполняется каждый год, по темам выбранным самостоятельно. Перечень тем разрабатывается преподавателем.

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Цель выполняемой работы:

- получить специальные знания по выбранной теме;

Основные задачи выполняемой работы:

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе;

Весь процесс написания контрольной работы можно условно разделить на следующие этапы:

- а) выбор темы и составление предварительного плана работы;
- б) сбор научной информации, изучение литературы;
- в) анализ составных частей проблемы, изложение темы;
- г) обработка материала в целом.

Тема контрольной работы выбирается студентом самостоятельно из предложенного списка тем.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ОПК-3	Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства
ОПК-4	Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства

2. Формулировка задания и его объем

Выполнить теплотехнические расчеты в соответствии с заданием преподавателя. Объем контрольной работы 25-30 листов.

Тема 1-8 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Базовый уровень	Задание 1	Расчет толщины утепляющего слоя однородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции.
	Задание 2	Расчет толщины утепляющего слоя неоднородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции.
	Задание 3	Расчет толщины утепляющего слоя неоднородной однослойной и многослойной ограждающей конструкции.
	Задание 4	Теплотехнический расчет наружного ограждения (покрытия). Расчет толщины утепляющего слоя конструкции полов над подвалом и подпольем.
	Задание 5	Теплотехнический расчет утепленных полов, расположенных непосредственно на лагах.
	Задание 6	Теплотехнический расчет утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте.
	Задание 7	Теплотехнический расчет световых проемов. Теплотехнический расчет наружных ограждений. Теплотехнический расчет наружных дверей.
Повышенный уровень	Задание 9	Теплотехнический расчет конструкции полов над подвалом и подпольями

3. Методические рекомендации к контрольной работе

Исходные данные для выполнения контрольной работы

1. Географический район строительства здания (пункт постоянного проживания студента) _____
2. Климатические данные района (см. табл.13):
 - а) расчетная зимняя температура наружного воздуха для проектирования системы отопления

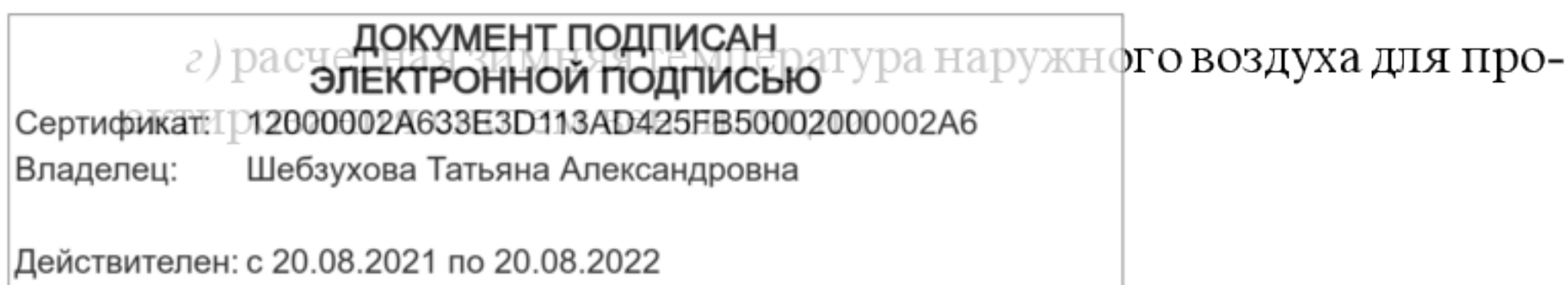
$$t^p_n = \text{_____} ^\circ\text{C};$$

- б) средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон

$$t^{cp}_{om} = \text{_____} ^\circ\text{C};$$

- в) продолжительность отопительного сезона

$$n = \text{_____} \text{сут};$$



$$tr^p_{\text{вент}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ } ^\circ\text{C}.$$

3. Влажностный режим помещений — нормальный ($\phi_{\text{в}} = 50\text{--}60\%$).
4. Основные характеристики здания (см. рис. 1).

Наружные стены — из кирпича без наружной облицовки, с внутренней известково-песочной штукатуркой толщиной

$$\delta_{\text{ЛТ}} = 0,02 \text{ м.}$$

Тип кирпичной кладки наружных стен принять по табл. 1.

Таблица 1

Характеристика наружных	Последняя цифра учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип кирпичной	Из глиняного кирпича						Из силикатного			
Коэффициент теплопроводности	0,82		0,814		0,812		0,871		0,842	

Коэффициент теплопроводности штукатурки

$$\lambda_{\text{LIT}} = 0,815 \text{ B}_T (\text{M} \cdot \text{K}).$$

Подвал под полами первого этажа — неотапливаемый, без окон.

Окна — с двойным остеклением на деревянных переплетах. Входная дверь — двойная, с тамбуром, без тепловой завесы.

Размеры здания, помимо указанных на чертежах (см. рис. 1) и ориентацию главного фасада здания относительно стран света принять по табл. 2.

Площадь одного оконного проема $F_{\text{до}} = 3,0 \text{ м}^2$.

Площадь одного дверного проема $F_{\text{дд}} = 4,0 \text{ м}^2$.

Таблица 2

[illegible]

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Ориентация главного фасада	С	С-В	В	С-В	Ю	Ю-З	З	С-З	С	Ю-В
-------------------------------	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----

5. Расчетные температуры воздуха внутри помещений t : в вестибюле (помещение 105) 12 °С;

на лестничной клетке, в санузлах 16 °С;

во всех остальных помещениях 18 °С.

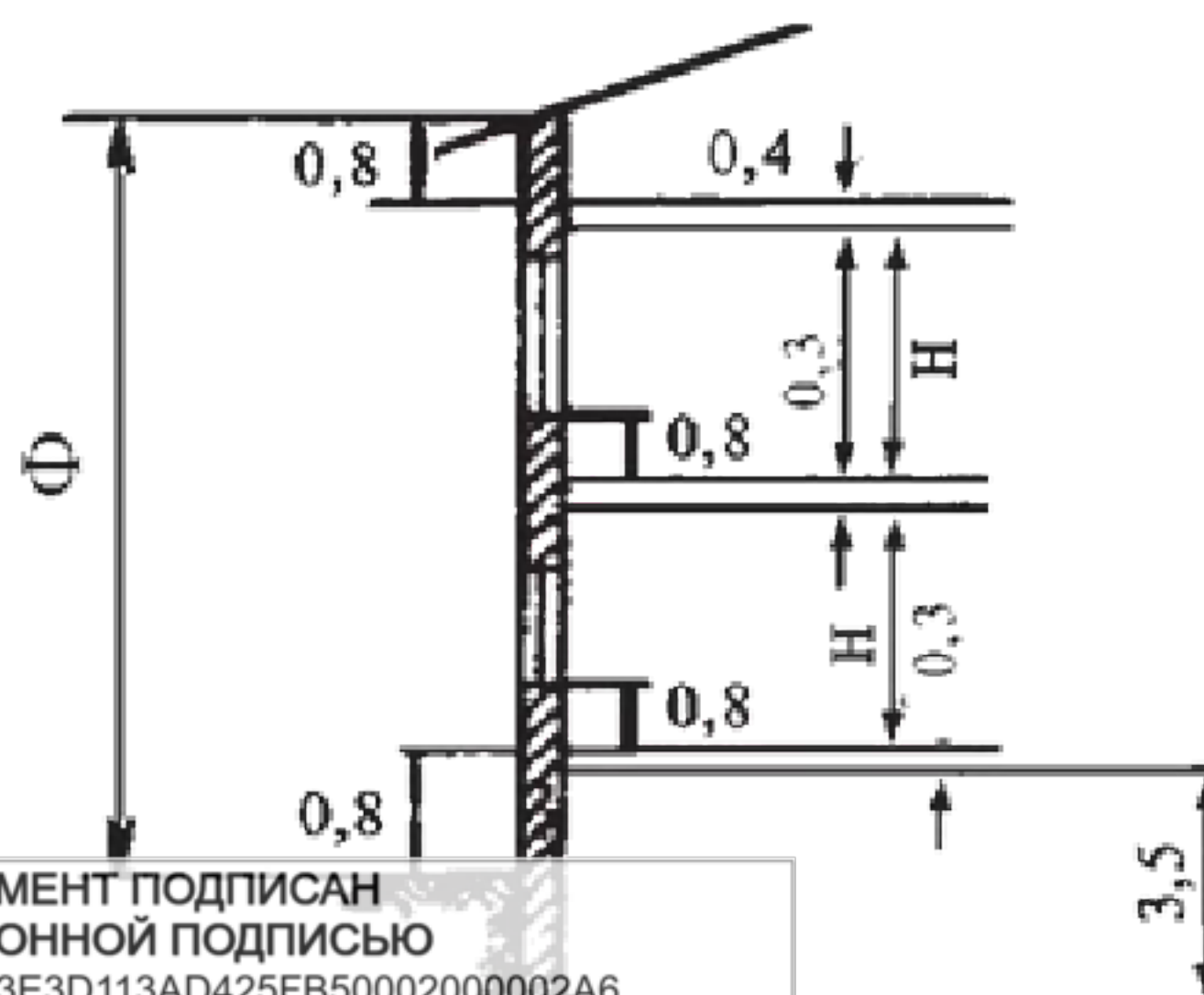
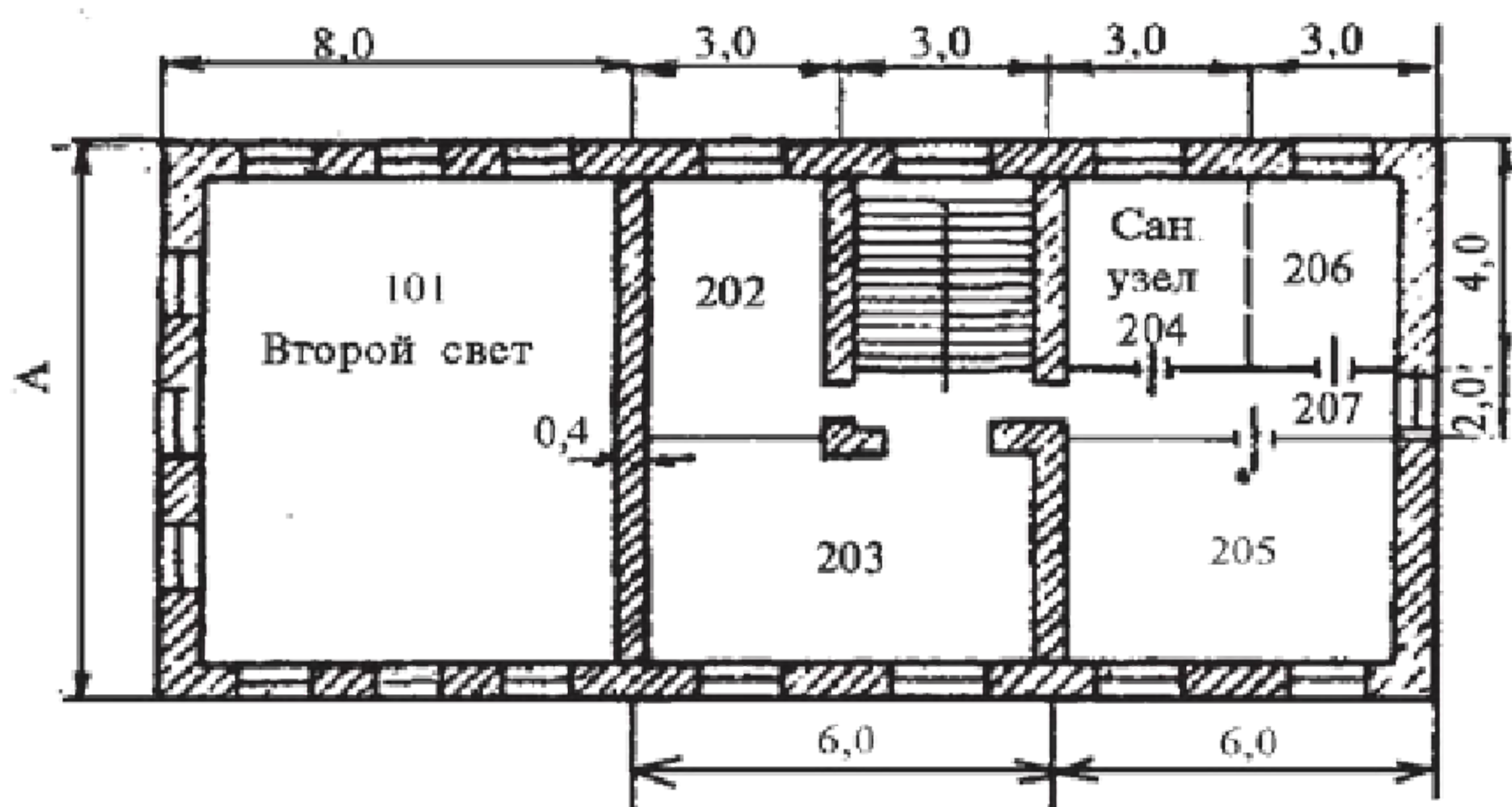
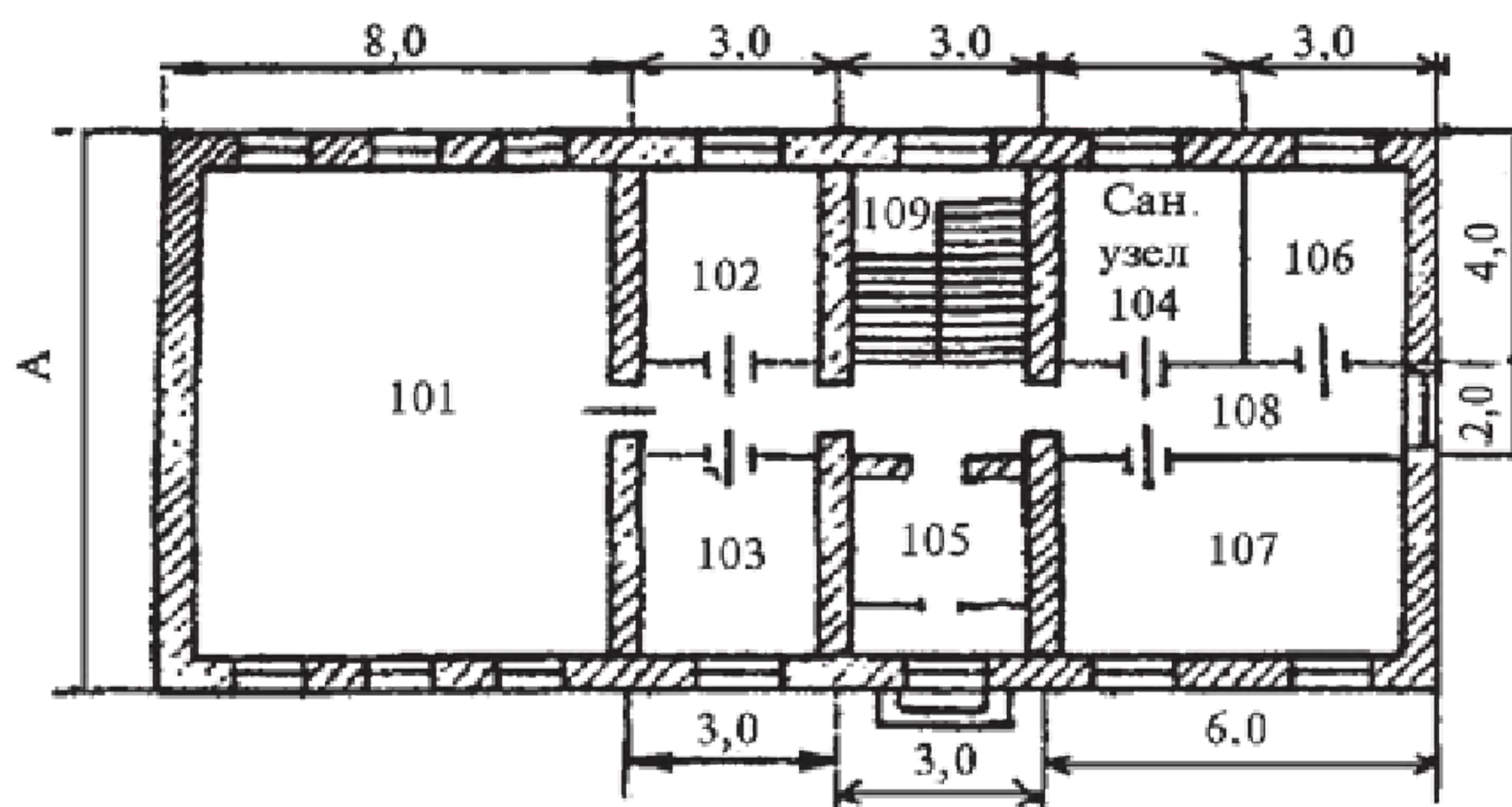
6. Система отопления здания — двухтрубная тупиковая. Другие характеристики системы отопления принять по вари-анту, согласно табл. 3.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Последняя цифра учебного шифра студента	Вид циркуляции	Распределение воды	Источник теплоснабжения	Присоединение к внешним тепловым сетям
1	2	3	4	5
1	Насосная	Верхнее	Сеть пароснабжения с давлением пара $P_n = 14,7 \times 10^4 \text{ Н/м}^2$ (1,5 атм.)	Через скоростной пароводяной водонагреватель типа МВП
2	Гравитационная	Нижнее		Через емкостной пароводяной водонагреватель
3	Насосная	Нижнее	Водяная теплосеть с температурами воды 150/70°C	Через элеватор
4		Верхнее		
5	Насосная	Нижнее	Сеть пароснабжения с давлением пара $P_n = 19,6 \times 10^4 \text{ Н/м}^2$ (2 атм.)	Через скоростной пароводяной водонагреватель типа МВН
6	Гравитационная	Верхнее		
7	Насосная	Нижнее	Водяная теплосеть с температурами воды 130/70°C	Через элеватор
8		Верхнее		
9	Насосная	Нижнее	Сеть пароснабжения с давлением пара $P_n = 24,5 \times 10^4 \text{ Н/м}^2$ (2,5 атм.)	Через скоростной пароводяной водонагреватель типа МВН
0	Гравитационная	Верхнее		

7. Расчетная температура воды в системе отопления:

горячей $t_r = 95^\circ\text{C}$;

обратной $t_o = 70^\circ\text{C}$;

8. Отопительные приборы:

чугунные двухколонковые радиаторы МС-140 или МС-90 (принимаются по выбору студентом).

Основной документ, подтверждающий характеристики указанных отопительных приборов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица 4

Тип, марка отопительного прибора	Площадь теплообменной поверхности секции f_c , м ²	Номинальная плотность теплового потока $q_{ном}$, Вт/м ²	Полная высота H , мм	Строительная линия секции l , мм
МС - 140 — 180	0,244	758	588	108
МС - 140 — 98	0,240	725	588	98

Схема присоединения отопительных приборов к стоякам — сверху вниз.

9. Основные исходные данные для расчета воздухообмена двухсветного зала (помещение 101) приведены в табл. 5.

Система вентиляции — приточно-вытяжная с механическим притоком и естественной вытяжкой, не связанная с отоплением. Подача приточного воздуха производится в верхнюю зону.

Продолжительность работы калорифера системы вентиляции $t_{кф} = 1200$ ч/год, средний коэффициент тепловой нагрузки $\phi_{кф} = 0,3$.

Таблица 5

Последняя цифра учебного шифра											
Исходные данные		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расчетное число людей в зале n	Чел.	140	130	110	120	100	90	120	100	140	120
Допустимая концентрация CO ₂ в воздухе помещения	л/м ³	1,2	0,8	0,7	1,2	0,8	0,7	1,5	2	1,5	2
Допустимая относительная влажность воздуха $\phi_{доп}$	%	60	50	55	50	60	55	60	50	55	60
Концентрация CO ₂ в наружном	л/м ³	0,3					0,4				

Недостающие значения величин студент выбирает самостоятельно в соответствии с

имеющим документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Тепловой расчет системы отопления

Назначение системы отопления состоит в обеспечении требуемого теплового режима во всех помещениях здания в холодный период года. Эта цель достигается установкой отопительных приборов, суммарная теплоотдача которых в каждом помещении компенсирует тепловые потери через наружные ограждения. Систему отопления проектируют на расчетную температуру наружного воздуха наиболее холодного периода года (средняя температура t_{pH} наиболее холодной пятидневки в данном населенном пункте из восьми зим за 50-летний период).

Для города _____ $t_{pH} =$ _____ °C (табл. 13).

Расчет тепловых потерь через наружные ограждения помещений здания

1. Максимально допустимая плотность теплового потока через наружное ограждение, Вт/м²,

$$q_{\max} = \alpha_v D t^H,$$

где $\alpha_v \approx 8,7$ Вт/(м²·К)— средний коэффициент теплоотдачи от воздуха к внутренней поверхности ограждающей конструкции;
 $\Delta t^H = t_v - t'_{ст}$ — нормируемая (по санитарно-гигиеническим требованиям) разность температур воздуха внутри помещения t_v и внутренней поверхности ограждения t' (табл. 6). [3].

Таблица 6

Назначение здания	Наружные стены	Покрытия и чердачные	Покрытия над подвалами и
Общественные здания, помещения промышленных предприятий и	$\Delta t^H_{ст} = 7^\circ\text{C}$	$\Delta t^H_{пт} = 5,5^\circ\text{C}$	$\Delta t^H_{пл} = 2,5^\circ\text{C}$

2. Максимально допустимый коэффициент теплопередачи для ограждающей конструкции, Вт/(м²·К)

$$k_{\max} = \frac{q_{\max}}{t_v - t_{pH}} \times \Psi$$

где Ψ — поправочный коэффициент на расчетную разность температур ($t_v - t_{pH}$), учитывает положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

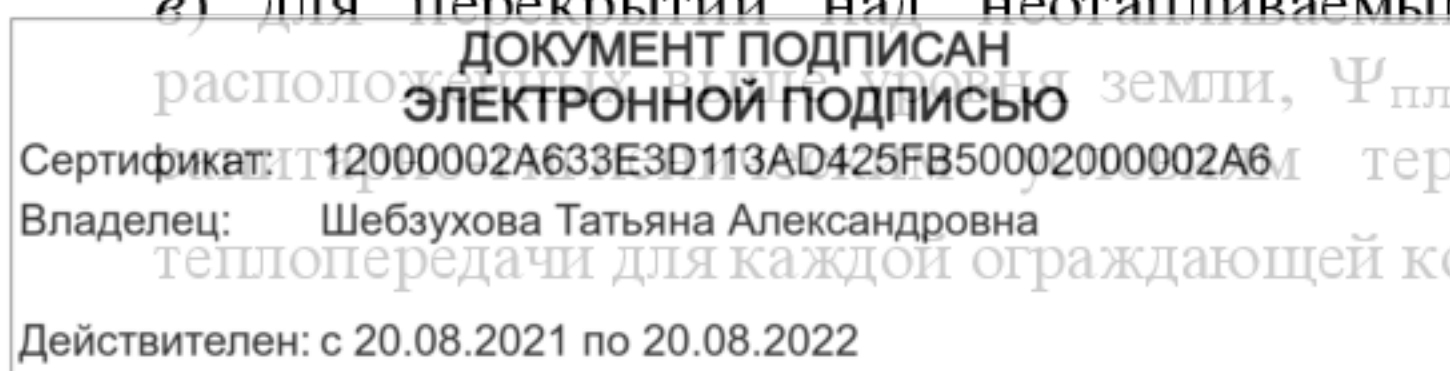
Значения коэффициента Ψ принимаются:

а) для наружных стен $\Psi_{нс} = 1$;

б) для чердачных перекрытий $\Psi_{пт} = 0,9$;

в) для перекрытий над неотапливаемыми подвалами без световых проемов, расположенных в грунте, $\Psi_{пл} = 0,6$.

3. Требуемое минимальное по теплопередаче для каждой ограждающей конструкции, м²·К/Вт,



$$R_{\min} = \frac{1}{k_{\min}}$$

4. Необходимая минимальная толщина наружных стен $\delta_{\text{кл}}^{\min}$, м. Выражения для термического сопротивления в процессе передачи теплоты через плоскую стенку

$$R_{\min} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{кл}}^{\min}}{\lambda_{\text{кл}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}^{\text{нс}}}$$

Имеем

Значения коэффициентов теплопроводности $\alpha_{\text{кл}}$ и $\lambda_{\text{шт}}$, Вт/(м·К), см. в табл. 1; $\alpha_{\text{н}}^{\text{нс}} \approx 23,2$ Вт/(м²·К) — коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стен к наружному воздуху.

Найденное значение $\delta_{\text{кл}}^{\min}$ округляют до стандартной толщины кладки $\alpha_{\text{кл}}$, (полтора, два, два с половиной, три кирпича).

5. Расчетный коэффициент теплопередачи для наружных стен, Вт/(м²·К),

$$k_{\text{расч}}^{\text{нс}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_{\text{кл}}}{\lambda_{\text{кл}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}^{\text{нс}}}}$$

6. Расчетное термическое сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт;

$$R_{\text{расч}}^{\text{нс}} = \frac{1}{k_{\text{расч}}^{\text{нс}}}$$

Предпочтительнее, когда $k_{\text{расч}}^{\text{нс}} < k_{\text{max}}^{\text{нс}}$, т.е. $R_{\text{расч}}^{\text{нс}} > R_{\min}^{\text{нс}}$.

Однако запас не должен превышать 15 %.

Допускается и $k_{\text{расч}}^{\text{нс}} > k_{\text{max}}^{\text{нс}}$, но не более, чем на 5 %.

Аналогичные расчеты следует проводить и для прочих ограждающих конструкций (ПТ, ПЛ и др.). Поскольку в задании на курсовую работу указанные ограждения не конкретизированы, то принимают:

а) для пола первого этажа $k_{\text{расч}}^{\text{пл}} = k_{\text{max}}^{\text{пл}}$;

б) для потолка второго этажа $k_{\text{расч}}^{\text{пт}} = k_{\text{max}}^{\text{пт}}$;

т.е. найденные ранее максимально допустимые значения этих величин (см. п. 2).

Для окон и наружной двери принять:

$$k^{\text{до}} = 2,9 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}; k^{\text{дд}} = 2,33 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}.$$

7. Основные теплопотери через наружные ограждения. Основные теплопотери через каждое наружное ограждение находят по уравнению теплопередачи:

$$Q_{\text{осн}} = k_{\text{расч}} F (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{р}}) \Psi,$$

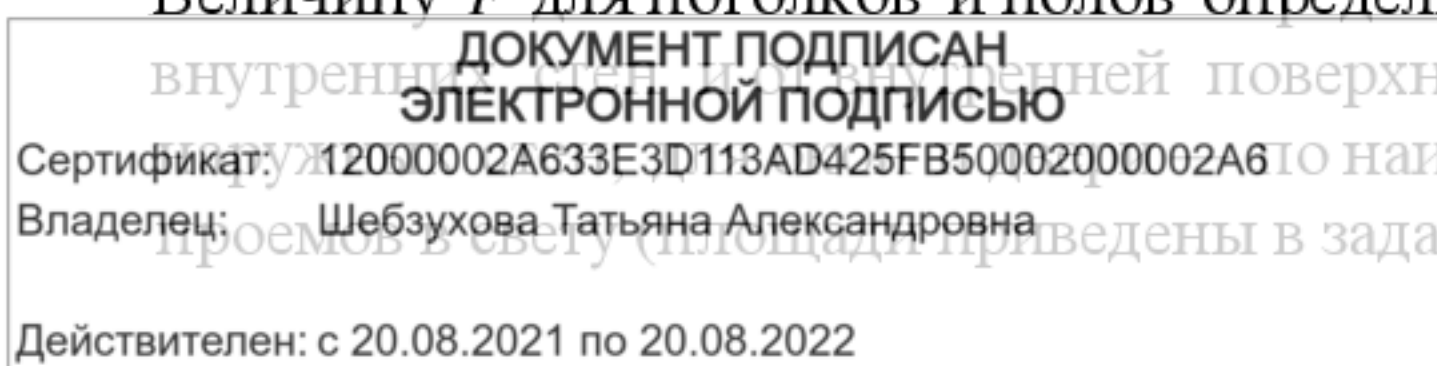
где F — площадь поверхности соответствующего наружного ограждения, м².

Измерение площади поверхности наружного ограждения F , м², производят по чертежам плана и разреза здания (см. рис. 1).

Величину F для потолков и полов определяют по размерам между осями

внутренних перегородок и наружной поверхности

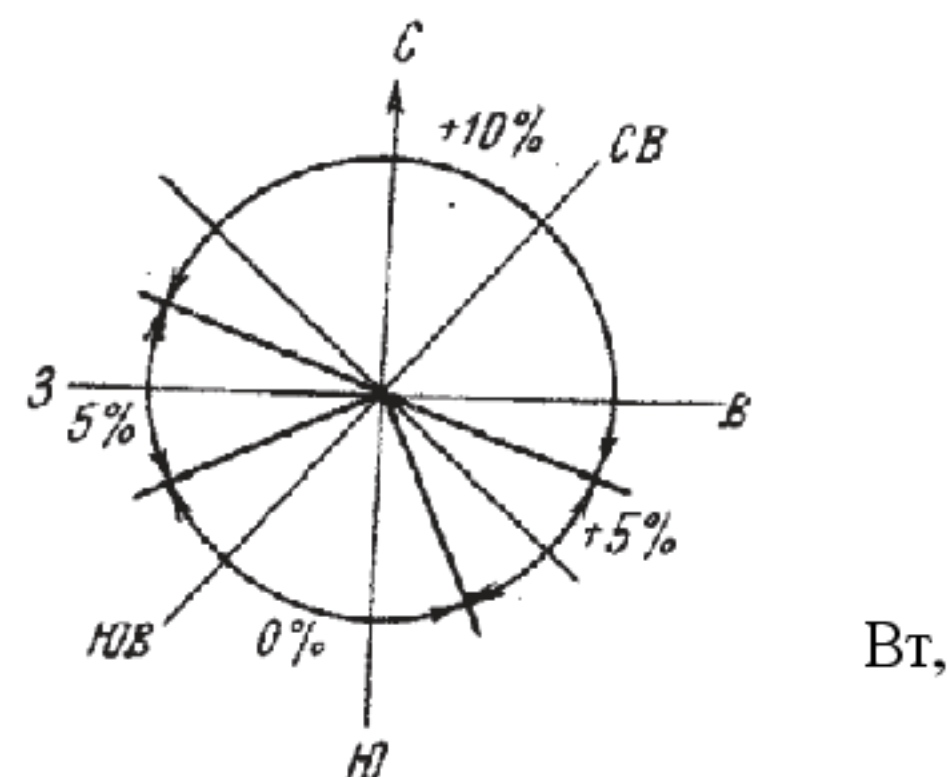
проемов в свету (площади приведены в задании).



Высоту стен первого этажа определяют по размеру от уровня чистого пола первого этажа до уровня чистого пола второго. Высоту стен второго этажа — по размеру от уровня чистого пола второго этажа до верха утепляющего слоя чердачного перекрытия.

Длину наружных стен неугловых помещений определяют по размерам между осями внутренних стен, а угловых помещений — по размеру от внешних поверхностей наружных стен до осей внутренних стен.

Основные теплопотери через наружные ограждения $Q_{осн}$, Вт, определяют для каждого помещения здания. Для этого подсчитывают $Q_{осн}$, через каждую наружную ограждающую конструкцию, имеющуюся в этом помещении, а именно: через наружные



стены (НС) *, пол (ПЛ) **, потолок (ПТ) ***, двойные окна (ДВ), двойную дверь (ДД). Для помещения 101 и лестничной клетки подсчитывают $Q_{осн}$ через стены, пол, окна и потолок.

Теплопотери через внутренние стены не определяют, так как разность температур воздуха в смежных помещениях не превышает 5°C .

8. Полные теплопотери через наружные ограждения:

где $Q_{доб}$ — добавочные теплопотери, Вт.

$Q_{доб}$ определяют в процентах к основным теплопотерям в зависимости от ориентации ограждения по странам света (рис. 2), от скорости обдувания их ветром (на ветер), на угловые помещения, на поступление холодного воздуха (для наружных дверей с кратковременным открыванием), на высоту.

Добавку на высоту вводят для помещений общественных зданий высотой более 4 м; она составляет 2 % на каждый метр высоты свыше 4 м, но не более 15 %. Добавку на высоту следует учесть для двусветного зала (помещения 101). Добавка на высоту не распространяется на лестничные клетки.

При определении основных и добавочных теплопотерь через наружные ограждения помещений пользуются бланком, имеющим форму табл. 7.

Теплопотери подсчитывают отдельно для каждого помещения и для здания в целом.

Основные и добавочные теплопотери суммируют для здания в целом.

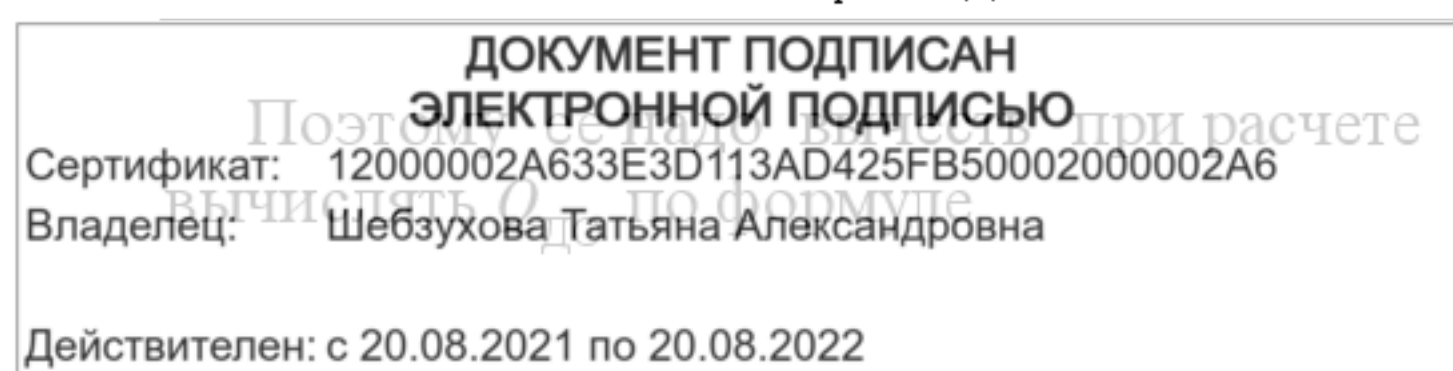
Полные теплопотери суммируют для здания в целом и для каждого отдельного помещения.

При определении теплопотерь через наружные стены площадь последних вписывают в графу 6 полностью, без вычета площади оконных и дверных проемов. Поэтому в графу 9 вместо $k^{до}$ и $k^{дд}$ вписывают разности $k^{до} - k^{дд}$ и $k^{дд} - k^{нс}$

В самом деле, при включении оконных проемов в площадь наружных стен теплопотери от последних завышают на величину

$$k_{расч} F_{до} (t_B - t_N^P) \Psi.$$

теплопотерь через окна т. е.



$$K_{расч}^{НС} F_{ДО} (t_B - t_H) \Psi - k_{расч}^{НС} F_{ДО} (t_B - t_{P^H}) \Psi = (k^{ДО} - k_{расч}^{НС}) F_{ДО} (t_B - t_H) \Psi.$$

9. Удельная тепловая характеристика здания, Вт/м³·К,

$$q_{от} = \frac{Q_{полн}}{V_{зд} (t_B - t_H^p)}$$

где Q — полные теплопотери через наружные ограждения для здания в целом, Вт;

V — объем здания по наружному обмеру, м³, определяют умножением площади здания по внешнему очертанию стен

№ помещения	Наименование помещения	Внутренняя температура помещения t_B , °С	Поверхность охлаждения			Площадь, м ²	Разность температур $t_B - t_H$, °С
			обозначение	ориентация по сторонам света	расчетные размеры $a \times b$, м, и их количество		
1	2	3	4	5	6	7	8

Дополнительный коэффициент η , $t_B - t_H$	Коэффициент теплопередачи k , Вт/м ² ·К	Основная потеря тепла, Q , Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добавочных потерь Q , Вт	Общая потеря тепла ΣQ , Вт
			на ориентацию	на обдувание ветром	другие		

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

9	10	11	12	13	14	15	16

на его высоту от уровня земли до карниза (размер Φ на рис. 1). Полученное значение $q_{от}$ рекомендуется сопоставить с нормативной величиной для здания аналогичного характера и для соответствующего климатического пояса.

Этой характеристикой пользуются для ориентировочных подсчетов потерь тепла и требуемой тепловой мощности источников теплоснабжения в проектных заданиях.

10. Расчетная тепловая мощность системы отопления здания, Вт,
где Q_H — расход тепла на нагревание воздуха, поступающего в помещения при инфильтрации, Вт.

В целях упрощения расчета в курсовой работе можно условно принять $Q_{HV} = 0$, т. е. $Q_{от} = Q_{полн}$.

11. Годовой расход тепла на отопление, кВт·ч/год,

$$Q_{от}^{год} = \phi_{от} Q_{от} \tau_{от},$$

где $\phi = (t_B - t_{от}^{CP}) / (t_B - t_H^P)$ — относительная отопительная нагрузка, средняя за отопительный период;

$t_{от}^{CP}$ — средняя за отопительный период температура наружного воздуха, °С (см. табл. 11);

$Q_{от}$ — расчетная тепловая мощность системы отопления здания, кВт;

$\tau_{от} = 24n$ — продолжительность отопительного периода, ч/год (значение n см. в табл. 13).

Рекомендуется выразить расход тепла на отопление в МДж/год.

Поскольку 1кВт = 1кДж/с, то 1кВт·ч = 3600кДж = 3,6 МДж. 12. Годовой расход топлива на отопление, т/год (для твердого топлива), тыс. м³/год (для газообразного топлива)

$$B_{от}^{год} = \frac{Q_{от}^{год}}{Q_H^P \eta_{ку} \eta_{тс}}$$

где $Q_{от}^{год}$ — расход тепла на отопление, МДж / год;

Q_H^P — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг (МДж/т) — для твердого и жидкого топлива; кДж/м³ (МДж/тыс. м³) — для газообразного топлива;

$\eta_{ку}$ — КПД теплогенерирующей установки;

$\eta_{тс}$ — коэффициент, учитывающий потери тепла в тепловых сетях.

тс

В настоящее время можно принять:

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

$\eta_{ку} \eta_{тс} \approx 0,65$ — для центральных котельных, работающих на жидком и газообразном топливах;

ку тс

ку тс

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

топливе.

Более точные данные могут быть получены из местных источников (энергоснабжающих предприятий).

Студенту предлагается установить по месту проживания:

а) вид и низшую теплоту сгорания Q используемого для отопления топлива, кДж / кг (кДж / м³);

б) стоимость используемого для отопления топлива, S_T руб/т (руб. /тыс. м³).

в) стоимость отпускаемой теплогенерирующей установкой теплоты (с учетом транспортировки), плату за тепловую энергию, используемую на нужды отопления жилых и общественных зданий,

S_q , руб. /МДж;

г) стоимость потребляемой электрической энергии, $S_{\text{э}}$, руб. /кВт·ч;

д) дать оценку годовых затрат на теплопотребление, и топливной составляющей $S_T^{\text{год}}$, руб. /год.

Для удобства учета расхода и нормирования топлива введена условная теплоэнергетическая единица — 1 кг условного топлива. Расход 1 кг условного топлива эквивалентен 7000 ккал, что составляет 29330 кДж, т.е. «теплота сгорания» условного топлива $Q_{\text{усл}} = 29330$ кДж / кг (у. т.) или (МДж/т (у. т.)

Расход условного топлива определяют по той же формуле, что и натурального:

$$B_{\text{усл}}^{\text{год}} = \frac{Q_{\text{от}}^{\text{год}}}{Q_{\text{усл}} \eta_{\text{ку}} \eta_{\text{те}}}$$

Для пересчета расхода условного топлива в натуральное используют тепловой эквивалент

$$\text{Э}_m = \frac{Q_{\text{н}}^p}{Q_{\text{усл}}}$$

Следовательно:

$$B_{\text{н}} = \frac{B_{\text{усл}}}{\text{Э}_m}$$

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

С теплофизической точки зрения отопительные приборы рассматриваемой системы водяного отопления представляют собой рекуперативные теплообменные аппараты, в которых теплота от греющего теплоносителя (горячей воды) передается нагреваемому теплоносителю (воздуху внутри помещения) через разделяющую их металлическую стенку, именуемую тепло-обменной поверхностью F , м².

Расчетную тепловую мощность отопительных приборов Q , Вт определяют, исходя из уравнения теплового баланса следует:

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$\sum Q_{\text{пр}(i)} = Q_i - 0.9Q_{i(\text{тр})}$$

где Q — теплоотдача открыто расположенных в пределах помещения труб системы отопления, Вт (в данной курсовой работе величину Q можно не учитывать).

Если в помещении устанавливают отопительные приборы одинаковой мощности, то

$$Q_{\text{пр}(i)} = \frac{\sum Q_{\text{пр}(i)}}{m_i}$$

где m — число отопительных приборов, устанавливаемых в i -м помещении.

Выбор типа отопительных приборов (из предлагаемых в табл. 4), их размещение в помещениях, способ присоединения их к стоякам студенту следует выполнить самостоятельно в соответствии с имеющимися в литературе рекомендациями.

Расчетную площадь теплообменной поверхности отопительного прибора $F_{\text{пр}(i)}$, м^2 , определяют из уравнения теплопередачи:

$$Q_{\text{пр}(i)} = k_{\text{пр}(i)} F_{\text{пр}(i)} \Delta t_{\text{ср}},$$

где k — коэффициент теплопередачи отопительного прибора, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; Δt — средняя разность температур греющей воды и нагреваемого воздуха (средний температурный напор), К .

Расчет ведут в следующей последовательности:

1. Расчетный расход воды через отопительный прибор $G_{\text{пр}}$, $\text{кг}/\text{с}$ (из уравнения теплового баланса);

$$G_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{c_w(t_r - t_o)}$$

где $C_w = 4190 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ — средняя теплоемкость воды в интервале температур $t_o \div t_r$;

$t_r = 95^\circ\text{C}$ и $t_o = 70^\circ\text{C}$ — расчетные температуры горячей и обратной воды (на входе в прибор и выходе из него);

2. Средний температурный напор:

$$\Delta t = \frac{t_r + t_o}{2} - t_s$$

3. Расчетная плотность теплового потока $q_{\text{пр}} = Q_{\text{пр}}/F_{\text{пр}}$, $\text{Вт}/\text{м}^2$ [3]

$$\Delta t = \frac{t_r + t_o}{2} - t_s$$

где $q_{\text{ном}}$ — номинальная плотность теплового потока, $\text{Вт}/\text{м}^2$ (см. табл. 4).

Например, для отопительного прибора МС — 140 — 108, согласно табл. 4,

$$q_{\text{ном}} = 758 \text{ Вт}/\text{м}^2$$

Для того, чтобы определить площадь, например, $Q_{\text{пр}} = 1000 \text{ Вт}$:

$$G_{\text{пр}} = Q_{\text{пр}}/c_w(t_r - t_o) = 1000/4190(95 - 70) = 0,00955 \text{ кг}/\text{с},$$

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

при $\Delta t = (t_{\Gamma} - t_0) / 2 - t = (95 + 70) / 2 - 18 = 64,5 \text{ K}$; расчетная плотность теплового потока

$$(q_{\text{ГП}} = 1,04(64,5/70)^{1,3} \cdot (0,00955/0,01)^{0,02} \cdot 758 = 681 \text{ Вт/м}^2).$$

4. Коэффициент теплопередачи:

$$k_{\text{пр}} = \frac{q_{\text{пр}}}{\Delta t_{\text{ср}}} = \frac{681}{64,5} = 10,56 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{K}.$$

Для упрощения расчетов в данной курсовой работе значение $k_{\text{пр}} \approx 10,3 \text{ Вт/ (м}^2 \cdot \text{K)}$ можно принять одинаковым для этого типа отопительного прибора независимо от расхода теплоносителя $G_{\text{пр}}$.

5. Требуемая площадь теплообменной поверхности отопительного прибора, м^2 :

$$F_{\text{пр}(i)} = \frac{Q_{\text{пр}(i)}}{k_{\text{пр}(i)} \Delta t_{\text{ср}}} \beta_1 \beta_2$$

где β_1 — поправочный коэффициент на число секций в приборе (уточняется в конце расчета, когда известно число секций, по табл. 8);

β_2 — коэффициент, учитывающий характер установки отопительного прибора.

Для чугунных секционных радиаторов, устанавливаемых у наружных стен, в том числе под световым проемом $\beta_2 = 1,02$ [3, табл. 8.3]

Таблица 8

Поправочный коэффициент β_1	Число секций в приборе
0,95	До 5
1	6-10
1,05	11-20
1,1	Более 20

6. Требуемое число секций в отопительном приборе,

где $f_{\text{с}}$ — площадь теплообменной поверхности одной секции, м^2 (табл. 4).

Для двусветного зала 101 целесообразно установить отопительные приборы в два яруса. При этом принимают:

$$Q_{101}^{\text{нижн}} = 0,65 Q_{101}$$

$$Q_{101}^{\text{верхн}} = 0,35 Q_{101}$$

В остальном расчет аналогичен вышеизложенному. Результаты расчетов по определению тепловой мощно-

сти отопительных приборов и числу секций в каждом из них для всех помещений зала 101 приведены в табл. 9.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица 9

№ помеще-ния	t в помеще-нии	$\Delta t_{\text{ср}}$	$k_{\text{пр}}$	β_2	$Q \cdot 1,16$	$F_{\text{пр}}$	β_2	n

Значения $Q_{\text{пр}}$ следует указать на планах этажей здания.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЦИРКУЛЯЦИОННОГО КОЛЬЦА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Приступая к гидравлическому расчету системы отопления, необходимо предварительно выполнить следующее.

1. Разместить на планах этажей нагревательные приборы, а также горячие и обратные стояки; на каждом нагревательном приборе проставить тепловые нагрузки в зависимости от теплопотерь помещений и числа устанавливаемых в них приборов. Пронумеровать стояки.
2. Вычертить аксонометрическую схему трубопроводов отопления, указав расположение запорно-регулирующей арматуры.
3. Определить наиболее невыгодное (основное) циркуляционное кольцо.
4. Обозначить на аксонометрической схеме трубопроводов отопления расчетные участки основного циркуляционного кольца, указав для каждого участка тепловую нагрузку $Q_{\text{уч}}$, Вт (над выносной чертой) и длину (под выносной чертой).
5. Изобразить принципиальную схему присоединения системы отопления к внешним тепловым сетям.

Самым невыгодным циркуляционным кольцом для тупиковых систем является кольцо через наиболее удаленный стояк. Это кольцо является основным (расчетным) и его рассчитывают в первую очередь.

Расчетным участком расчетного циркуляционного кольца считают часть трубопровода магистрали и ответвлений с постоянным расходом и скоростью теплоносителя. Порядковые номера расчетных участков проставляют по ходу теплоносителя от теплового пункта до конечного нагревательного прибора и обратно.

Далее выполняют гидравлический расчет одного основного циркуляционного кольца, в следующей последовательности:

1. Находят расчетное циркуляционное давление в кольце: $\Delta P_{\text{рц}}$, Н/м² (Па):

а) для систем отопления с естественной циркуляцией (гравитационных)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения;
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

h — расстояние по вертикали от центра подогревателя, расположенного в подвале, до центра нагревательного прибора нижнего яруса, присоединенного к стояку, через который проходит расчетное циркуляционное кольцо, м; ρ_0 — плотность обратной воды

(при $t_0 = 70^\circ\text{C}$; $\rho_0 = 977,8 \text{ кг/м}^3$); ρ_{Γ} — плотность горячей воды (при $t_{\Gamma} = 95^\circ\text{C}$; $\rho_{\Gamma} = 961,9 \text{ кг/м}^3$);

$\Delta P_{e \text{ см}}$ — естественное дополнительное давление от охлаждения в трубах, Па;

$\Delta P_{e \text{ см}}$ — учитывают только при верхней разводке трубопроводов.

Принять $\Delta P_{e \text{ см}} = 100 \text{ Па}$ (более подробно см. [3, прил. 4])

б) для систем отопления с насосной циркуляцией

$$\Delta P_{\text{рц}} = \Delta P_{\text{н}} + E \Delta P_{e \text{ пр}} + \Delta P_{e \text{ см}},$$

здесь $\Delta P_{\text{н}}$ — давление, создаваемое насосом (или элеватором), Па;

E — коэффициент, принимаемый равным 0,4 — 0,5;

$\Delta P_{e \text{ пр}}$ — естественное дополнительное давление от остывания воды в приборах, Па;

$\Delta P_{e \text{ тр}}$ — естественное дополнительное давление от остывания воды в трубах, Па.

Давление, создаваемое насосом, для систем произвольной протяженности

$$\Delta P_{e \text{ тр}} \approx 80 \Sigma l,$$

где Σl — сумма длин участков расчетного кольца, м.

При обычной протяженности колец системы ($\Sigma l \approx 120 \text{ м}$) принимают

$$\Delta P_{\text{н}} = (10000 + 12000) \text{ Па}.$$

в) для систем отопления, присоединяемым к внешней тепловой сети через элеватор, определяют коэффициент смешения U — количество подмешиваемой в элеватор обратной воды G_0 из системы отопления (при температуре t_0) к количеству сетевой воды $G_{\text{под}}$, подаваемой из прямого трубопровода тепловой сети (с температурой $t_{\text{под}}$), для получения требуемой температуры смеси $t_{\text{см}} = t_{\Gamma}$ (горячей воды, подаваемой в систему отопления), т. е.

$$U = G_0 / G_{\text{под}}.$$

Расчетную формулу для определения коэффициента смешения рекомендуется вывести самостоятельно, исходя из уравнений материального и теплового баланса при смешении двух потоков воды:

$$G_{\text{под}} + G_0 = G_{\text{см}};$$

$$G_{\text{под}} c_{\text{под}} t_{\text{под}} + G_0 c_0 t_0 = G_{\text{см}} c_{\text{см}} t_{\text{см}}$$

(входящие в уравнение теплового баланса средние теплоемкости воды $c_{\text{под}}$, c_0 и $c_{\text{см}}$ в соответствующих интервалах температур $0 - t_{\Gamma}$ считать одинаковыми).

Давление, создаваемое элеватором, определяют в зависимости от коэффициента смешения U и располагаемого давления в трубопроводах тепловой сети на вводе в здание. (Поскольку последнее не задано, принять $\Delta P_{\text{Э}} \approx 1,6 \cdot 10^4 \text{ Па}$).

При определении суммы $(\Delta P_{e \text{ пр}} + \Delta P_{e \text{ тр}})$ для насосных систем отопления можно

также воспользоваться формулой:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$(\Delta P_{e \text{ пр}} + \Delta P_{e \text{ тр}}) = 1,3 n_{\text{ЭТ}} h_{\text{ЭТ}} (t_{\Gamma} - t_0),$$

где $n_{эт}$ — число этажей в здании; $h_{эт}$ — высота одного этажа, м. Если эта сумма меньше $0,1 \Delta P_n$, то ее не учитывают. Тепловую нагрузку каждого расчетного участка $Q_{уч}$,

определяют как требуемый тепловой поток теплоносителя $G_{уч} = c_w(t_r - t_o)$, обеспечивающий теплоотдачу всех присоединенных к нему отопительных приборов. Если расчет вести от ввода горячей воды в систему (участок 1), то тепловая нагрузка каждого последующего участка меньше тепловой нагрузки предшествующего на величину отведенного теплового потока, а в обратной линии — больше на величину подведенного теплового потока.

Результаты гидравлического расчета участков циркуляционного кольца сводят в таблицу (табл. 11). Графы 1, 2 и 4 заполняют по данным расчетной схемы отопления. В графе 3 указывают расход теплоносителя для каждого участка, кг/ч,

$$G_{уч} = Q_{уч} 3600 / c_w (t_r - t_o),$$

где $c_w = 4190$ Дж/(кгК) — средняя теплоемкость воды в интервале температур t_o — t_r .

Для заполнения граф 5, 6 и 7 необходимо предварительно определить среднюю для кольца удельную потерю давления на трение, Па/м,

$$R_{ср} = \beta \Delta P_{рц} / \Sigma l,$$

где β — коэффициент, учитывающий долю потери давления преодоление сопротивления трения от расчетного циркуляционного давления в кольце:

$\beta = 0,5$ — для двухтрубных систем отопления с естественной циркуляцией;

$\beta = 0,65$ — для насосных систем.

Фактическая удельная потеря давления на трение $R_{уч}$, (графа 7) должна быть близка к $R_{ср}$.

Гидравлический расчет одного расчетного кольца состоит в подборе диаметра трубопровода каждого участка, входящего в это кольцо (исходя из значения $R_{ср}$), определении фактических потерь давления на каждом участке и суммарных потерь давления в кольце. Для насосных систем отопления расчет заканчивается подбором насоса, а для гравитационных — сравнением суммарных потерь давления в кольце с расчетным циркуляционным давлением. При этом следует учесть следующее.

Потери давления на участке трубопровода

$$\Delta P = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м} = R_l + \Delta P_{м},$$

где $\Delta P_{тр}$ — потери давления на трение, Па;

$\Delta P_{м}$ — потери давления в местных сопротивлениях, Па;

$R = \Delta P / l$ — удельная линейная потеря давления на трение, Па/м. Согласно известной формуле:

$$R = \frac{\lambda_{тр}}{d} * \frac{\rho w^2}{2}$$

где $\lambda_{тр}$ — коэффициент гидравлического трения;

d — диаметр канала (трубы), м;

3 — коэффициент шероховатости;

w — средняя (по расходу) скорость воды, м/с. Учитывая, что:

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$$w = \frac{G}{\rho f} = \frac{4G}{\pi d^2 \rho} \text{ (для трубы } f = \pi d^2 / 4 \text{)}$$

получим:

$$R = 0,812 \lambda_{\text{тр}} G^2 / \rho d^5 \quad (**)$$

Аналитический метод определения величины R является весьма трудоемким, требует сложных расчетов.

В курсовой работе можно выполнить гидродинамический расчет кольца системы отопления, используя приведенную на рис. 3 номограмму.

Расчет ведут в следующей последовательности.

1. По величинам $R_{\text{ст}}$ и $G_{\text{уч}}$, определяют диаметр трубы участка $d_{\text{уч}}$, округляя его до ближайшего значения изготавливаемых труб (по ГОСТу). Следует обратить внимание на то, что номограмма (рис. 3) выполнена в единицах технической системы измерений, в которой «килограмм» обозначаемый «КГС» является единицей силы. Так как $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ Н}$, то $1 \text{ кгс/м}^2 = 9,81 \text{ Н/м}^2 (\text{Па})$.

По выбранному диаметру $d_{\text{уч}}$ и расходу $G_{\text{уч}}$ пользуясь номограммой, находят фактическую скорость движения воды на участке $w_{\text{уч}}$, м/с и фактическую удельную потерю давления на участке $R_{\text{уч}}$, Па/м. Для определения $w_{\text{уч}}$, можно также воспользоваться формулой

$$w_{\text{уч}} = G_{\text{уч}} 4 / \rho \pi d_{\text{уч}}^2 3600.$$

При этом для насосных систем следует учитывать предельные скорости движения воды в трубах (табл. 10).

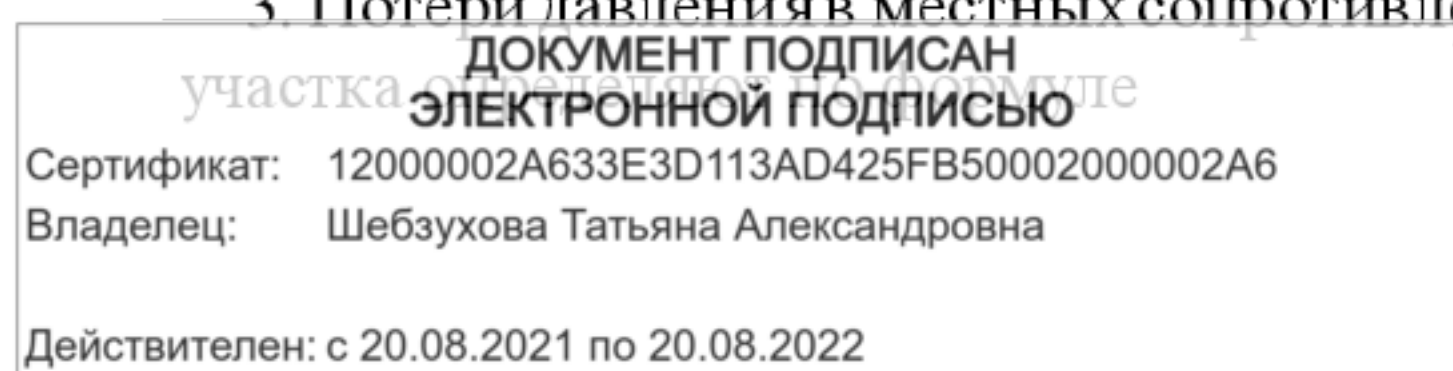
Таблица 10

Диаметр трубопровода d , мм							
	15	20	25	32	40	50	Более 50
Предельная скорость движения воды в трубопроводах $w_{\text{пр}}$, м/с	0,3	0,5	0,8	1,0	1,5	1,5	1,5

2. Потери давления на трение, Па

$$\Delta P_{\text{тр}} = R_{\text{уч}} l_{\text{уч}}.$$

3. Потери давления в местных сопротивлениях $\Delta P_{\text{м}} = Z_{\text{уч}}$, Па, для каждого участка



$$Z_{\text{уч}} = \frac{\sum \zeta_{\text{уч}} \rho w^2}{2}$$

где $\sum \zeta_{\text{уч}}$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке.

Значения ζ для различных видов местных сопротивлений в системах отопления (вентили, тройники, крестовины, скобы, внезапные расширения и сужения и др.) приведены в табл. 12.

Если местное сопротивление расположено на стыке двух смежных участков, то его относят к участку с меньшим расходом теплоносителя.

4. Общие потери давления на участке, Па

$$(R_i + Z)_{\text{уч.}}$$

Результаты расчетов представляют в виде табл. 11.

Таблица 11

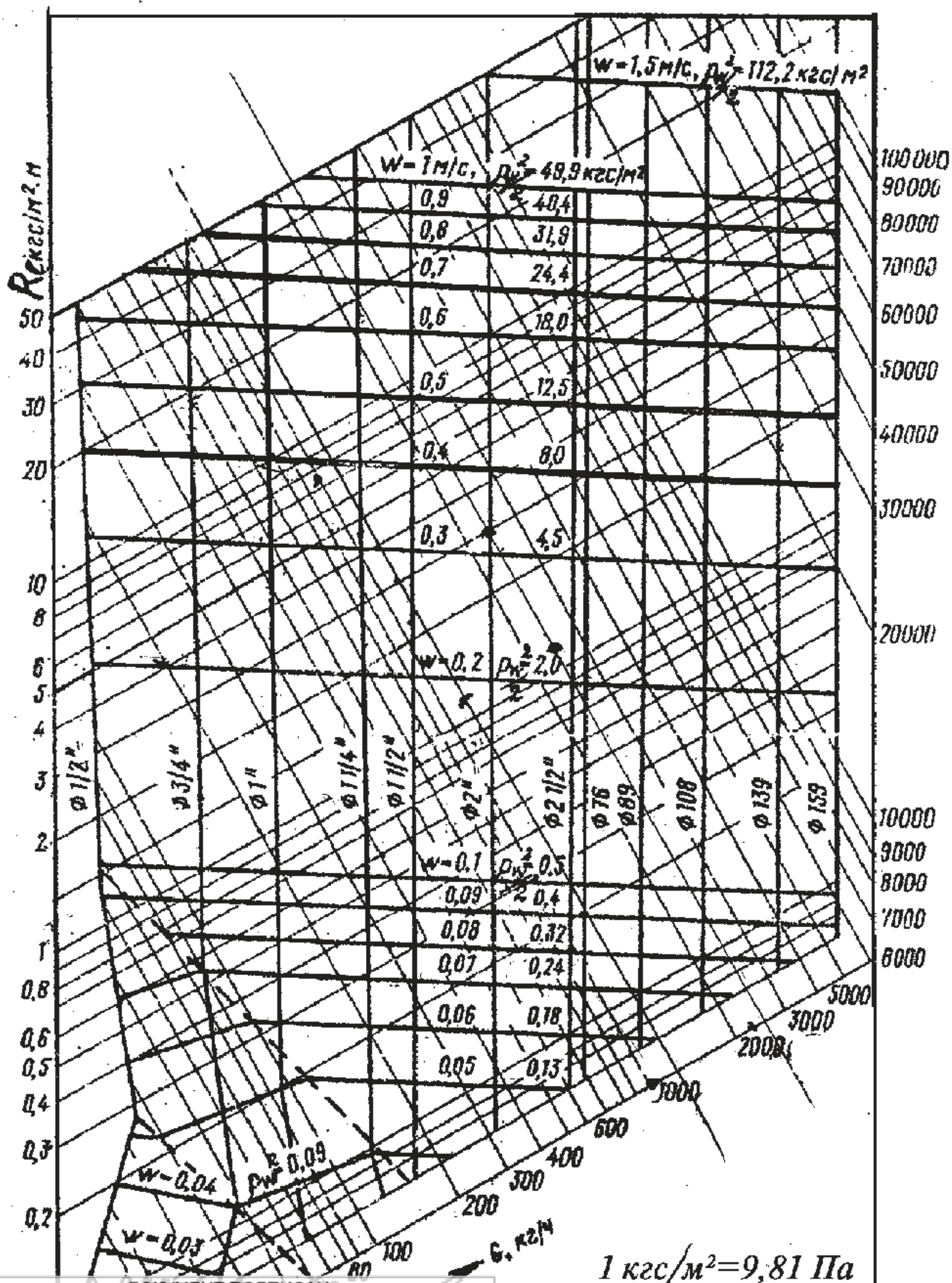
Номер участка	Предварительный расчет										Окончательный расчет
	$Q_{\text{уч.}}$	G кг/ч	l , м	d , мм	w , м/с	R , Па/м	Rl , Па	$\sum z$	Z , Па	$Rl + Z$, Па	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

КОЭФФИЦИЕНТЫ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ == (ПРИБЛИЖЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ)

Таблица 12

Местное сопротивление	Значение ξ (для всех диаметров)	Местное сопротивление	Значение χ (для всех диаметров)					
			Условный диаметр D , мм					
Радиаторы двухколонковые	2		15	20	25	32	40	50 и более
Котлы чугунные	2,5	Вентили обыкновенные	16	10	25	9	8	7
Внезапное расширение (относится к большой скорости)	1	Вентили прямоточные	3	3	3	2,5	2,5	2
Внезапное сужение (относится к большой скорости)	0,5							
Отступы	0,5	Краны проходные	4	2	2	2	-	-
Тройники проходные	1	Краны двойной регулировки с цилиндрической пробкой	4	2	2	2	-	-
Тройники поворотные на ответвление	1,5							
Тройники на противотоке	3	Задвижки параллельные	-	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Крестовины проходные	2							
Крестовины поворотные	3	Отводы 90° и углы	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Компенсаторы								

П-образный
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Компенсаторы сальниковые	0,5	Скобы	3	2	2	2	2	2
-----------------------------	-----	-------	---	---	---	---	---	---

4. Общие требования к написанию и оформлению работы

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данной теме, но при этом следует правильно пользоваться первоисточниками, избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место и год издания, страницы.

В процессе работы над первоисточниками целесообразно делать записи, выписки абзацев, цитат, относящихся к избранной теме. При изучении специальной юридической литературы (монографий, статей, рецензий и т.д.) важно обратить внимание на различные точки зрения авторов по исследуемому вопросу, на его приводимую аргументацию и выводы, которыми опровергаются иные концепции.

Кроме рекомендованной специальной литературы, можно использовать любую дополнительную литературу, которая необходима для раскрытия темы контрольной работы. Если в период написания контрольной работы были приняты новые нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при её выполнении.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов и специальной литературы. Данный список условно можно подразделить на следующие части:

1. Нормативно-правовые акты (даются по их юридической силе).
2. Учебники, учебные пособия.
3. Монографии, учебные, учебно-практические пособия.
4. Периодическая печать.

Первоисточники 2,3,4 даются по алфавиту.

Оформление библиографических ссылок осуществляется в следующем порядке:

1. Фамилия и инициалы автора (коллектив авторов) в именительном падеже. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилии и инициалы первых двух и добавить «и др.». Если книга написана авторским коллективом, то ссылка делается на название книги и её редактора. Фамилию и инициалы редактора помещают после названия книги.

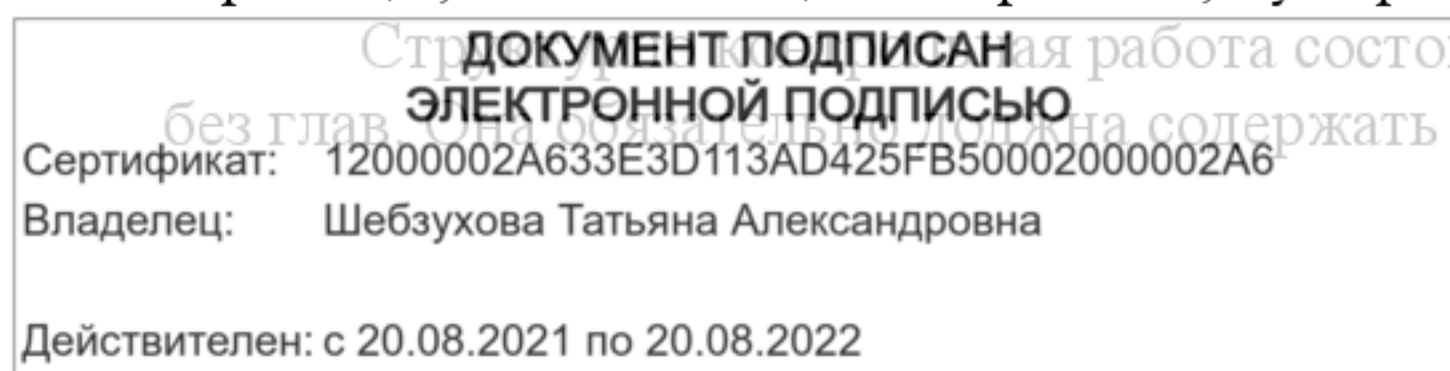
2. Полное название первоисточника в именительном падеже.
3. Место издания.
4. Год издания.
5. Общее количество страниц в работе.

Ссылки на журнальную или газетную статью должны содержать кроме указанных выше данных, сведения о названии журнала или газеты.

Ссылки на нормативный акт делаются с указанием Собрания законодательства РФ, исключение могут составлять ссылки на Российскую газету в том случае, если данный нормативный акт еще не опубликован в СЗ РФ.

При использовании цитат, идей, проблем, заимствованных у отдельных авторов, статистических данных необходимо правильно и точно делать внутри текстовые ссылки на первоисточник.

Ссылки на используемые первоисточники можно делать в конце каждой страницы, либо в конце всей работы, нумерация может начинаться на каждой странице. Работа состоит только из нескольких вопросов (3-6), теорию и практику рассматриваемой темы.



5. Рекомендации по выполнению задания

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво. Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного заведения, название темы, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы.

На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы.

Введение должно быть кратким, не более 1 страницы. В нём необходимо отметить актуальность темы, степень ее научной разработанности, предмет исследования, цель и задачи, которые ставятся в работе. Изложение каждого вопроса необходимо начать с написания заголовка, соответствующему оглавлению, который должен отражать содержание текста. Заголовки от текста следует отделять интервалами. Каждый заголовок обязательно должен предшествовать непосредственно своему тексту. В том случае, когда на очередной странице остаётся место только для заголовка и нет места ни для одной строчки текста, заголовки нужно писать на следующей странице.

Излагая вопрос, каждый новый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

Изложение содержания всей контрольной работы должно быть завершено заключением, в котором необходимо дать выводы по написанию работы в целом.

Страницы контрольной работы должны иметь нумерацию (сквозной). Номер страницы ставится вверху в правом углу. На титульном листе номер страницы не ставится. Оптимальный объём контрольной работы 10-15 страниц машинописного текста (размер шрифта 12-14) через полуторный интервал на стандартных листах формата А-4, поля: верхнее –15 мм, нижнее –15мм, левое –25мм, правое –10мм.

В тексте контрольной работы не допускается произвольное сокращение слов (кроме общепринятых).

По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем и она должна быть сдана не позднее, чем за неделю до экзамена. По результатам проверки контрольная работа оценивается на 2-5 баллов. В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

6. План – график выполнения задания

№	Этап выполнения задания	Объем часов для выполнения задания (астр.)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выполнение контрольных заданий											
1	Получение задания на установочном занятии, анализ его с преподавателем	+									
2	Изучение литературы для выполнения заданий контрольной работы		+	+	+	+	+	+	+		
3	Выполнение заданий контрольной работы, её оформление									+	+

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

7. Критерии оценивания работы

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

8. Порядок защиты работы

Получив проверенную работу, студент должен внимательно ознакомиться с рецензией, пометками на полях и выполнить все указания научного руководителя. Если работа не допущена до защиты, необходимо ознакомиться с рецензией, доработать контрольную работу, устранив все недостатки, указанные научным руководителем, и в новом варианте сдать на проверку.

В установленный кафедрой срок исполнитель обязан явиться на защиту контрольной работы, имея с собой последний вариант, рецензию на первый вариант с замечаниями руководителя и зачётную книжку.

При защите студент должен быть готов ответить на вопросы научного руководителя по всей теме контрольной работы.

Оценка работы производится по четырёхбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». После защиты положительная оценка выставляется в зачётную книжку. Защищённые контрольные работы не возвращаются и хранятся в фонде кафедры.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перечень основной литературы:

1.Современные материалы и системы в строительстве [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению расчетно-графической работы для студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01 Строительство и 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 40 с.

2.Капустин, Ф.Л. Свойства строительных материалов и изделий: лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Ф.Л. Капустин, А.М. Спиридонова, И.В. Фомина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. - 93 с.

3.Дворкин, Л.И. Строительное материаловедение / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - М. : Инфра-Инженерия, 2013. - 832 с.

2. Перечень дополнительной литературы

1. Долгополов, С.П. Современный справочник по гипсокартону: С. П. Долгополов- Ростов н/Д: Феникс, 2009.1. Бадьин, Г.М. Справочник строителя: справочник/ Г. М. Бадьин, В. В. Стебаков- М.: АСВ, 2007.

2. Картрайт, П. Кирпичная кладка. Уроки мастера: [пер. с англ.]/ П. Картрайт- СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

3. М.М. Гапоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов, Э.В. Филимонов. Строительные материалы. Учебник. – М.: Из-дательство АСВ, 2004. – 440 с.

4. Чавчанидзе, А.Ш. Металловедение: конспект лекций/ А. Ш. Чавчанидзе- М.: ДеЛи принт, 2008.

5. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение: Учеб. пособие для строит. спец. вузов/ И.А. Рыбьев- М.: Высшая школа, 2004.

6. Попов, К.Н. Оценка качества строительных материалов: Учеб. пособие/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо, О.В. Кульков- М.: Высшая школа, 2004.

7. Технология бетона, строительных изделий и конструкций: Учебник для вузов/ Ю.М.Баженов, Л.А.Алимов, В.В.Воронин и др- М.: Изд-во АСВ, 2004.

8. Попов, К.Н. Строительные материалы и изделия: Учебник/ К.Н. Попов, М.Б. Каддо- М.: Высшая школа, 2002.

9. Современные отделочные и облицовочные материалы/ под ред. А.Н. Юндина.- Ростов н /Дону. Феникс, 2005.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022