

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета

Дата подписания: 04.06.2026 09:34:38

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bccc8ba81860b00daa62

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
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
Практическая работа №1	
Практическая работа № 2	
Практическая работа № 3	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	
Приложение 1.....	

Введение

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

Практическая работа №1

Тема 1: 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.
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.

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 2: 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 (297Х210 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.

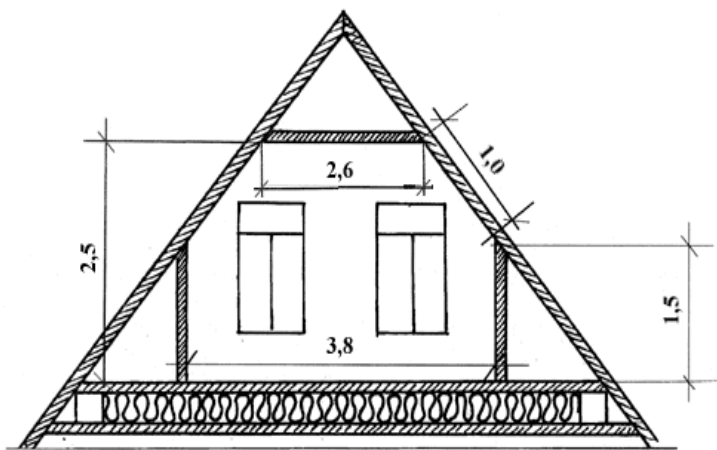
Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. В тексте контрольной работы не должно быть сокращенных слов, за исключением общепринятых и используется сплошная нумерация страниц.

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.
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. (3,8x4,2),
- высота потолка 2,4 м,

- 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 3: 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.

Вопросы и задания

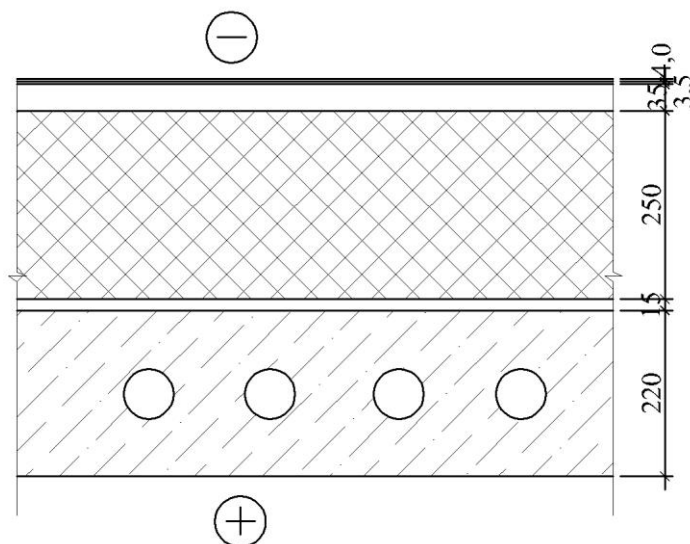
1. Основные понятия и определения технической термодинамики.

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:

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

Принимаем следующую конструкцию покрытия:



1-й слой – многпустотная 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 – гидроизоляция

$$\gamma_5 = 600 \text{ кг/см}^3$$

$$\lambda_5 = 0,17 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$$

$$\delta_5 = 0,0035 \text{ м}$$

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:

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

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.

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
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
Лабораторная работа №1 Измерение поверхностей охлаждения ограждающих конструкций с целью определения основных теплопотерь помещения	
Лабораторная работа №2 Измерение скорости движения воздуха в проемах ограждений, дверей, в воздуховодах.	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

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.

Лабораторная работа №1

Тема 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:

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

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

k - коэффициент теплопередачи данной ограждающей конструкции, $Вт/(m^2K)$;

R_0 - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, $(m^2 \cdot K)/Вт$;

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

$t_{\text{в}}^{\text{Б}}$ - расчетная температура наружного воздуха для холодного периода года при 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), $t_{\text{в}}$, $t_{\text{в}}^{\text{Б}}$, n и β . Коэффициент теплопередачи k (либо R_0) ограждающей конструкции определяют теплотехническим расчетом.

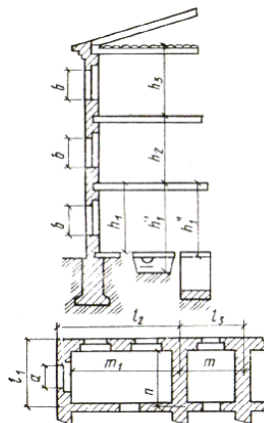


Рис. 1. Схеа обмера теплопередающих ограждений

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 — по зонам-полосам шириной 2м, параллельным наружным стенам (рис. 2).

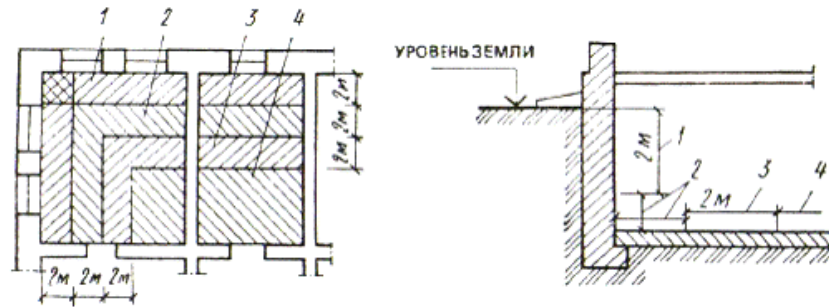


Рис. 2. Схема к определению потерь теплоты через полы и стены, заглубленные ниже уровня земли

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, $м^2$;

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

Сопротивление теплопередаче конструкции утепленных полов, расположенных непосредственно на грунте, $R_{у.п}$ $м^2К/Вт$, 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), $м^2К/Вт$;

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

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

Сопротивление теплопередаче конструкций полов на лагах $R_{л}$, $м^2К/Вт$, 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 уровня земли (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.

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 теплопотери 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 теплопотери через подземную часть наружных стен и полы отапливаемого подвала здания

Лабораторная работа №2

Тема2. 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 помещении, измеряют механическими 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°С в измерительном сечении, определяется с использованием уравнения состояния воздуха по формуле:

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

где: $\rho_n = 1,205$ кг/м³, $t = 20^\circ\text{C}$, $p_{ан} = 101,3$ 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°С. Для определения K_R в диапазонах температур 0...50°С 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 +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 1м² скорость воздуха измеряется медленным равномерным движением анемометра по всему сечению отверстия.

При большем размере отверстия, его сечение разбивают на несколько равных площадок и измерения производят в центре каждой из них. Для последующих расчетов в этом случае в качестве средней скорости 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 воздухораздающих и воздухоприемных устройств следует определять по формуле:

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

где: F – площадь открытых проемов воздухоприемных и воздухораздающих 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 подписью 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.

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.

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
по дисциплине ««Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	Ошибка! Закладка не определена.
Введение.....	22
1. Общая характеристика самостоятельной работы студента	23
2. План - график выполнения самостоятельной работы.....	23
3. Методические указания по изучению теоретического материала	24
4. Методические указания	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	19

Введение

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

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

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

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 реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
Очно-заочная форма обучения					
ОПК-3 (ИД-1 ОПК-3; ИД-2 ОПК-3; ИД-3 ОПК-3) ОПК-4 (ИД-1 ОПК-4; ИД-2 ОПК-4;	Самостоятельное изучение литературы по темам 1-7	Собеседование	72	8	80
	Подготовка к практическим занятиям	Отчёт (письменный)	9	1	10
	Подготовка к	Отчёт	7,2	0,8	8

ИД-4 ОПК-4; ИД-5 ОПК-4; ИД-6 ОПК-4)	лабораторным занятиям	(письменный)			
	Выполнение контрольной работы	Контрольная работа	7,2	0,8	8
Итого за 5 семестр			113,4	12,6	126
Итого			113,4	12,6	126

3. Методические указания 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:

Указания 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: оглавлением, аннотацией, 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 непонятым, 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 приобретается 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 цитата.

Тезисы бывают краткие, состоящие из одного предложения, без разъяснений, примеров и доказательств. 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 исследованием и сбором литературы студент также может обращаться к преподавателю за индивидуальными консультациями.

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 указания 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.

Указания 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 это открытый 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.

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.

Методические указания к зачету:

Вопросы для самоконтроля

Базовый уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

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.
14. Микроклимат помещения.
15. Нормативные требования к микроклимату помещений различного назначения.
16. Тепловой баланс помещений.
17. Теплозатраты на отопление зданий.
18. Теплотери через ограждающие конструкции.
19. Классификация систем отопления.

Уметь, владеть

1. Теплоносители.
2. Системы водяного отопления.
3. Системы парового отопления.
4. Системы воздушного отопления.
5. Системы панельно-лучистого отопления.
6. Местное отопление.
7. Классификация систем водяного отопления.
8. Размещение, устройство и монтаж основных элементов систем водяного отопления.
9. Циркуляционное давление в системах водяного отопления.
10. Основы гидравлического расчета теплопроводов систем водяного отопления.
11. Присоединение систем горячего водоснабжения к тепловым сетям.
12. Воздухообмен в помещении и способы его определения.
13. Классификация систем вентиляции, основные схемы подачи и удаления воздуха из помещений.
14. Естественная вентиляция жилых и общественных зданий.
15. Механическая вентиляция общественных и производственных зданий.
16. Вентиляторы.
17. Системы кондиционирования воздуха.
18. Классификация и оборудование систем кондиционирования воздуха.

Повышенный уровень

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

Знать

1. Отопительные приборы систем водяного отопления.
2. Размещение и установка отопительных приборов.
3. Присоединение их к теплопроводам.
4. Тепловые сети. Способы прокладки теплопроводов.
5. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям.
6. Тепловые пункты.
7. Строительные требования к подземным каналам и помещениям ЦТП.
8. Тепловая изоляция и антикоррозионная защита.
9. Классификация систем горячего водоснабжения

Уметь, владеть

1. Отопительные приборы систем водяного отопления.
2. Размещение и установка отопительных приборов.
3. Присоединение их к теплопроводам.
4. Тепловые сети. Способы прокладки теплопроводов.
5. Присоединение теплопотребляющих систем к тепловым сетям.
6. Тепловые пункты.
7. Строительные требования к подземным каналам и помещениям ЦТП.
8. Тепловая изоляция и антикоррозионная защита.
9. Классификация систем горячего водоснабжения
10. Понятие о противодымной защите зданий различного назначения.
11. Требования пожарной безопасности при вентиляции помещений с производствами категорий А, Б и В.
12. Устройство внутренних газопроводов.
13. Правила испытания и приемки систем газоснабжения.
14. Топливо, теплота сгорания, условное топливо.
15. Характеристики топливных устройств.
16. Котельные установки малой и средней мощности.
17. Конструкция котлов для теплоснабжения зданий.
18. Требования к помещениям котельных

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 контрольной работы
по дисциплине «Инженерные системы зданий и сооружений (теплогазоснабжение с
основами теплотехники)»
для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

Содержание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	Ошибка! Закладка не определена.
Введение	33
1. Цель, задачи и реализуемые компетенции	34
2. Формулировка задания и его объем	34
4. Общие требования к написанию и оформлению работы	56
5. Указания по выполнению задания	57
7. Критерии оценивания работы	58
8. Порядок защиты работы	58
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	59

Введение

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

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

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

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции

Учебным планом направления подготовки 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 указания 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. Тепловлажностный режим и воздушный режим здания, методы и средства их обеспечения

Вариант 1.

<i>Базовый уровень</i>	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. Теплотехнический расчет световых проемов.
	Задание 7	Теплотехнический расчет наружных ограждений. Теплотехнический расчет наружных дверей.
<i>Повышенный уровень</i>	Задание 9	Теплотехнический расчет конструкции полов над подвалом и подпольями

3. Методические указания 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

$$t_{н}^{р} = \text{_____}^{\circ}\text{C};$$

- б) средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон

$$t_{om}^{ср} = \text{_____}^{\circ}\text{C};$$

- в) продолжительность отопительного сезона

$$n = \text{_____} \text{сут};$$

- г) расчетная зимняя температура наружного воздуха для проектирования систем вентиляции

$$t_{p_{\text{вент}}} = \text{_____}^{\circ}\text{C}.$$

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

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

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

$$\lambda_{\text{шт}} = 0,815 \text{ Вт (м} \cdot \text{К)}.$$

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.

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

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

Таблица 2

Размеры здания	Последняя цифра учебного шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Полная ширина здания А, м	16	14	12	13	14	15	16	13	15	12
Высота этажей, Н, м	3,5	3,4	3,3	3,3	3,4	3,5	3,5	3,3	3,2	3,4

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.

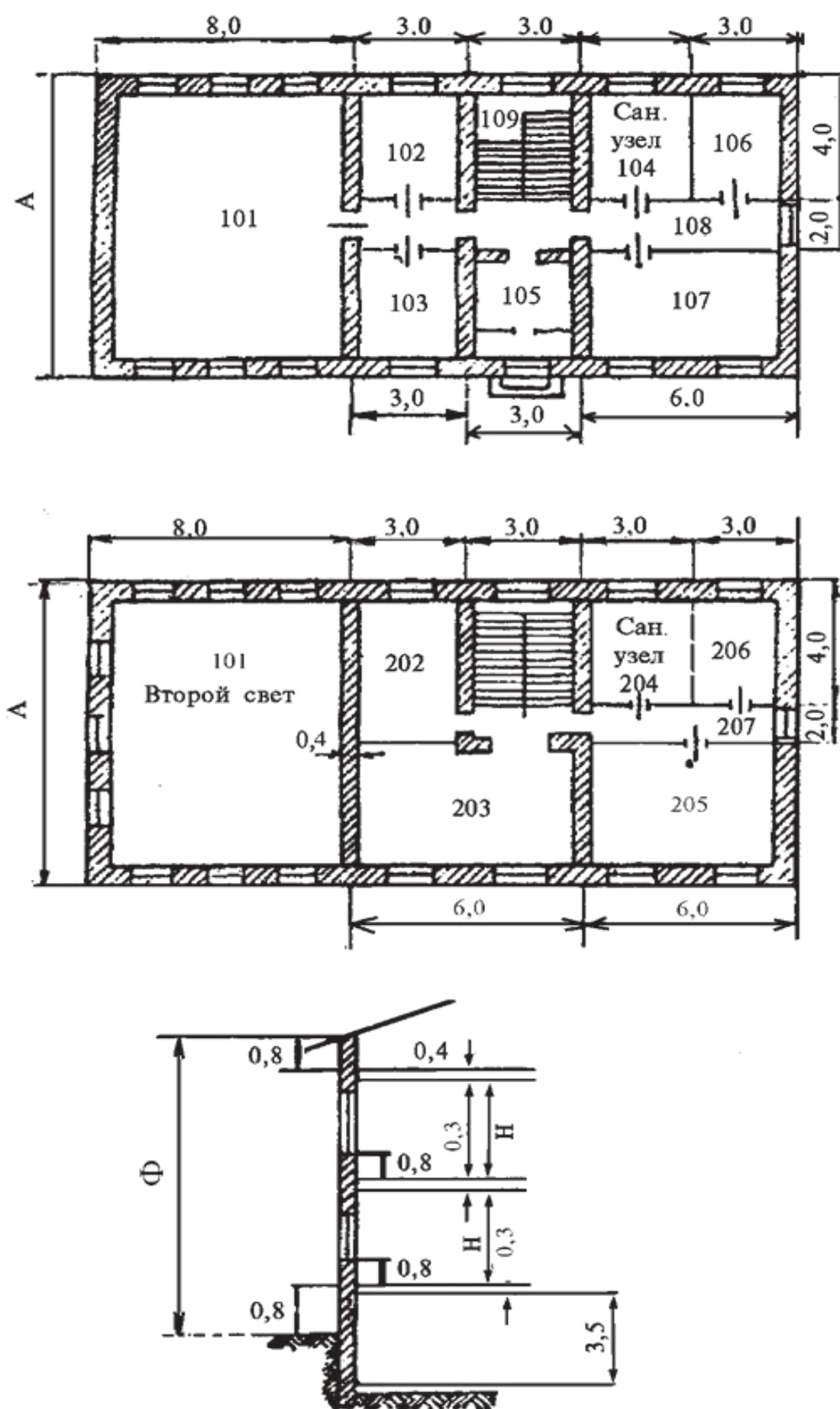


Рис.1

Таблица 3

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).

Основные теплотехнические характеристики указанных отопительных приборов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Тип, марка отопительного прибора	Площадь теплообменной поверхности секции f_c , м ³	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 имеющимися в литературе рекомендациями.

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)

$$k_{\max} = \frac{q_{\max}}{t_s - t_H} \times \Psi$$

где Ψ — поправочный коэффициент на расчетную разность температур (t_v — t_H^p), 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 выше уровня земли, $\Psi_{пл} = 0,6$.
3. Требуемое минимальное по санитарно-гигиеническим условиям термическое сопротивление в процессе теплопередачи для каждой ограждающей конструкции, м²·К/Вт,

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

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

$$R_{\min} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{\text{кл}}^{\min}}{\lambda_{\text{кл}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_H^{\text{нс}}}$$

Имеем

Значения коэффициентов теплопроводности $\alpha_{\text{кл}}$ и $\lambda_{\text{шт}}$, Вт/(м·К), см. в табл. 1; $\alpha_H^{\text{нс}} \approx 23,2$ 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),

$$k_{\text{расч}}^{\text{нс}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_{\text{кл}}}{\lambda_{\text{кл}}} + \frac{\delta_{\text{шт}}}{\lambda_{\text{шт}}} + \frac{1}{\alpha_H^{\text{нс}}}}$$

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

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

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

Однако запас не должен превышать 15 %.

Допускается и $k_{\text{расч}}^{\text{нс}} > k_{\max}^{\text{нс}}$, 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 $k_{\text{расч}}^{\text{нл}} = k_{\max}^{\text{нл}}$;

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

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

Для окон и наружной двери принять:

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

7. Основные теплотери через наружные ограждения. Основные теплотери 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.

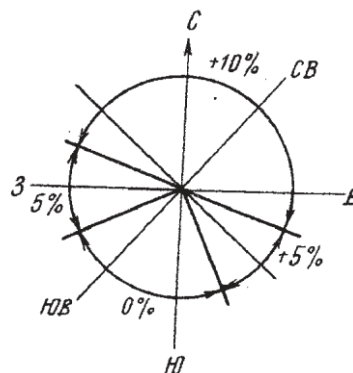
Измерение площади поверхности наружного ограждения F , м², производят по чертежам плана и разреза здания (см. рис. 1).

Величину F для потолков и полов определяют по размерам между осями внутренних стен и от внутренней поверхности наружных стен; для окон и двери — по наименьшим размерам строительных 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

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

Поэтому ее надо вычесть при расчете теплопотерь через окна т.е. вычислять $Q_{до}$ по формуле

$$K_{расч}^{HC} F_{ДО} (t_B - t_H) \Psi - k_{расч}^{HC} F_{ДО} (t_B - t_{pH}) \Psi = (k_{до}^{до} - k_{расч}^{HC}) F_{ДО} (t_B - t_H) \Psi.$$

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

$$q_{от} = \frac{Q_{полн}}{V_{зд} (t_{в} - t_{п}^p)}$$

где Q — полные теплотери через наружные огражде-ния для здания $V_{полн.}$ целом, Вт;

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

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

Поправочный коэффициент η к $t_{в} - t_{п}$	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 S Q, Вт
			на ориентацию	на обдувание ветром	другие		

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 $Q_{HB} = 0$, т. е. $Q_{OT} = Q_{ПОЛН}$.

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

$$Q_{OT}^{ГОД} = \phi_{OT} Q_{OT} \tau_{OT},$$

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

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

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

$t_{OT} = 24n$ — 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 = 3600 кДж = 3,6 МДж. 12. Годовой расход топлива на отопление, т/год (для твердо-го топлива), тыс. м³/год (для газообразного топлива)

$$B_{OT}^{ГОД} = \frac{Q_{OT}^{ГОД}}{Q_H^P \eta_{КУ} \eta_{ТС}}$$

где $Q_{OT}^{ГОД}$ — 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.

В настоящей курсовой работе можно принять:

$\eta_{КУ} \eta_{ТС} \approx 0,75$ — для центральных котельных, работающих на жидком и газообразном топливах;

$\eta_{КУ} \eta_{ТС} \approx 0,65$ — для центральных котельных, работающих на твердом

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_{ε} , руб. /кВт·ч;

д) дать оценку годовых затрат на теплоснабжение, 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 $Q_{\text{усл}} = 29330 \text{ кДж / кг (у. т.)}$ 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

$$\varepsilon_m = \frac{Q_n^p}{Q_{\text{усл}}}$$

Следовательно:

$$B_n = \frac{B_{\text{усл}}}{\varepsilon_m}$$

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 полных потерь теплоты Q , Вт, для каждого i -го помещения. Из уравнения теплового баланса следует:

$$\sum Q_{np(i)} = Q_i - 0.9 Q_{i(tr)}$$

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

Если в помещении устанавливают отопительные приборы одинаковой мощности, то

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

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 $F_{np(i)}$, m^2 , определяют из уравнения теплопередачи:

$$Q_{np(i)} = k_{np(i)} F_{np(i)} \Delta t_{cp},$$

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

Расчет ведут в следующей последовательности:

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

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

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

$t_r = 95^\circ C$ и $t_o = 70^\circ C$ — 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 $q_{np} = Q_{np}/F_{np}$, $Вт/м^2$ [3]

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

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

Например, для отопительного прибора МС — 140 — 108, согласно табл. 4, $q_{ном} = 758$ $Вт/м^2$.

Для требуемой тепловой мощности, например, $Q_{np} = 1000$ Вт:

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

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

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

4. Коэффициент теплопередачи:

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

Для упрощения расчетов в данной курсовой работе значение

$k_{np} \approx 10,3 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{K}$ можно принять одинаковым для этого типа отопительного прибора независимо от расхода теплоносителя G_{np} .

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

$$F_{np(i)} = \frac{Q_{np(i)}}{k_{np(i)} \Delta t_{cp}} \beta_1 \beta_2$$

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_c — площадь теплообменной поверхности одной секции, м^2 (табл. 4).

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

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

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

В остальном расчет аналогичен вышеизложенному. Результаты расчетов по определению тепловой мощности отопительных приборов и числу секций в каждом из них для всех помещений здания сводят в табл. 9.

Таблица 9

№ помещения	t в помещении	$\Delta t_{\text{ср}}$	$k_{\text{пр}}$	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 теплотерь 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)

$$\Delta P_{\text{рц}} = gh (\rho_o - \rho_r) + \Delta P_{\text{ЕТР}} ,$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения;

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

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

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

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

б) для систем отопления с насосной циркуляцией

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

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

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

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

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

Давление, создаваемое насосом, для систем произвольной протяженности

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

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 $t_{\text{см}} = t_{\text{г}}$ (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 $0 - t_{\text{г}}$ 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 ($\Delta P_{\text{с пр}} + \Delta P_{\text{с тр}}$) для насосных систем отопления можно также воспользоваться формулой:

$$(\Delta P_{\text{е пр}} + \Delta P_{\text{е тр}}) = 1,3 n_{\text{эт}} h_{\text{эт}} (t_{\text{г}} - t_0),$$

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

определяют как требуемый тепловой поток теплоносителя

$G_{\text{уч}} c_w (t_{\text{Г}} - t_0)$, 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,

$$G_{\text{уч}} = Q_{\text{уч}} 3600 / c_w (t_{\text{Г}} - t_0),$$

где $c_w = 4190$ Дж/ (кгК) — средняя теплоемкость воды в интервале температур t_0 — $t_{\text{Г}}$.

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

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

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 $R_{\text{уч}}$, (графа 7) должна быть близка к $R_{\text{ср}}$.

Гидравлический расчет одного расчетного кольца состоит в подборе диаметра трубопровода каждого участка, входящего в это кольцо (исходя из значения $R_{\text{ср}}$), 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

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

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

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

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

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

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

d — гидравлический диаметр канала (трубы), м;

ρ — плотность воды, кг/м³;

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

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

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

$$w_{\text{уч}} = G_{\text{уч}} / (d_{\text{уч}}^2 \cdot 3600 \cdot \pi / 4)$$

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 определяют по формуле

$$Z_{уч} = \frac{\sum \zeta_{уч} \rho w^3}{2}$$

где $\sum \zeta_{уч}$ — 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.

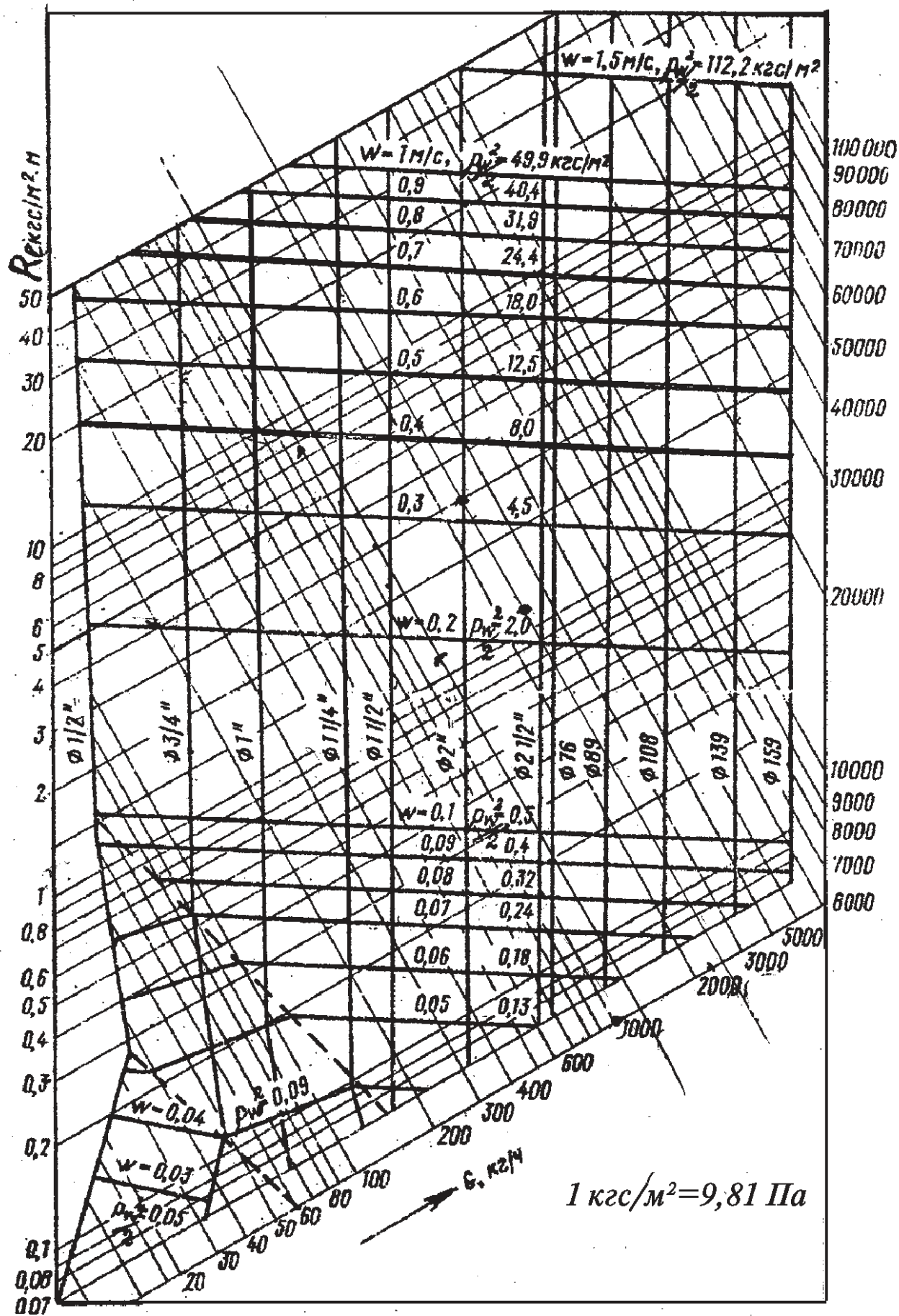
4. Общие потери давления на участке, Па

$$(R_i + Z)_{уч}.$$

Результаты расчетов представляют в виде табл. 11.

Таблица 11

Номер участка	Предварительный расчет										Окончательный расчет
	$Q_{уч},$	G кг/ч	$l, \text{ м}$	$d,$ 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



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 прямооточные	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 утка	1,5	1,5	1	1	0,5	0,5
Компенсаторы П-образные и лирообразные	2							

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.

Структурно контрольная работа состоит только из нескольких вопросов (3-6), без глав. Она обязательно должна содержать теорию и практику рассматриваемой темы.

5. Указания 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, заголовок 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 (акад.)									
		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									+	+

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.

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.