Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

*«Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*08.03.01 Строительство*

(код и наименование направления подготовки)

*Теплогазоснабжение и вентиляция*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2023

Методические указания предназначены для обучающихся по освоению дисциплины

«Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика»

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В. Колотвин

Методические указания являются приложением к рабочей программе, зарегистрированной в ЦИТ, дисциплины «Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика» и обсуждены на заседании кафедры теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

Заведующий кафедрой теплогазоснабжения,

вентиляции и гидромеханики \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Р.В. Закируллин

**1 Краткая характеристика дисциплины. Цели дисциплины. Содержание дисциплины**

Дисциплина «Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика» осваивается студентами профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция» в 5 семестре.

Цель (цели) освоения дисциплины:

Сформировать у обучающихся компетенции, заключающиеся в способности выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Дисциплина предполагает контактную работу преподавателя и студентов и самостоятельную работу студентов. Успешное освоение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, тщательной проработки материала основной и дополнительной литературы.

# 2 Организация контактной работы

# 2.1 Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

Посещение лекций является необходимым условием освоения дисциплины. Во время лекции студент должен вести краткий конспект, анализировать материал лекции, задавать вопросы.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. Обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя основную и дополнительную литературу из рабочей программы дисциплины. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Основная литература по данной дисциплине включает в себя следующие литературные источники:

1 Самарин О.Д., Основы обеспечения микроклимата зданий [Электронный ресурс] : Учебник для вузов / Самарин О.Д. - М. : Издательство АСВ, 2015. - 204 с. - ISBN 978-5-93093-939-2 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939392.html;

2 Самарин О.Д., Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность [Электронный ресурс] : Монография / Самарин О.Д. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 296 с. - ISBN 978-5-93093-665-0 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936650.html;

3 Соловьев А.К., Физика среды [Электронный ресурс] : Учебник / Соловьев А.К. - М. : Издательство АСВ, 2015. - 352 с. - ISBN 978-5-93093-629-2 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936292.html;

4 Протасевич А.М., Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.М. Протасевич - Минск : Выш. шк., 2015. - 239 с. - ISBN 978-985-06-2503-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850625038.html>;

5 Кудинов, А. А. Строительная теплофизика: учебное пособие /АЛ. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 262 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <https://znanium.com/read?id=414865>

Дополнительная литература по данной дисциплине включает в себя следующие литературные источники:

1 Майоров В.А., Передача теплоты через окна [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Майоров В.А. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 120 с. - ISBN 978-5-93093-926-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939262.html>;

2 Самарин О.Д., Вопросы экономики в обеспечении микроклимата зданий [Электронный ресурс] : Научное издание / Самарин О.Д. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательство АСВ, 2015. - 136 с. - ISBN 978-5-93093-843-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938432.html>;

3 Беляев В.С., Энергоэффективность и теплозащита зданий [Электронный ресурс] / Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 400 с. - ISBN 978-5-93093-838-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938388.html>;

4 Беляев В.С., Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий [Электронный ресурс] / Беляев В.С. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 272 с. - ISBN 978-5-93093-960-6 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939606.html>;

5 Куприянов В.Н., Климатология и физика архитектурной среды [Электронный ресурс] / Куприянов В.Н. - М. : Издательство АСВ, 2016. - 194 с. - ISBN 978-5-4323-0185-7 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301857.html>;

6 Крупнов Б.А., Терминология по строительной теплофизике, отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха и теплоснабжению [Электронный ресурс] / Крупнов Б.А. - М. : Издательство АСВ, 2016. - ISBN 978-5-4323-0175-8 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301758.html>;

7 Малявина Е.Г., Теплофизика зданий [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Е.Г. Малявина - М. : Издательство АСВ, 2013. - 144 с. - ISBN 978-5-93093-967-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939675.html>;

Кроме этого настоятельно рекомендуется ознакомиться с материалом следующих учебных пособий и нормативно-технических документов, имеющихся в электронном виде на кафедре ТГВ и ГМ (рекомендуемый список):

1. В.Н. Богословский «Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха)», М. «Высшая школа», 1982 г.;

2. В.Н. Богословский «Тепловой режим здания», М. «Стройиздат», 1979 г.;

3. В.М. Ильинский «Строительная теплофизика (ограждающие конструкции и микроклимат зданий)», М. «Высшая школа», 1974 г.;

4. Ю.В. Кононович «Тепловой режим зданий массовой застройки», М. «Стройиздат», 1986 г.;

5. Е.Г. Малявина «Теплопотери здания», М. «АВОК-ПРЕСС», 2007 г.;

6. СП 60.13330 «Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»;

7. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата»;

8. ГОСТ 12.01.005 – 88 «Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Для более углублённого изучения дисциплины рекомендуется использовать следующие информационные ресурсы:

1 <https://www.abok.ru/> - сайт некоммерческого партнёрства "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике" (НП "АВОК");

2 <https://www.rosteplo.ru/> - сайт некоммерческого партнёрства «Ростепло»;

3 [www.gost.ru](http://www.gost.ru) - сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Росстандарт»;

4 <https://www.faufcc.ru/> - сайт Федерального центра нормирования, стандартизации и технической оценки соответствия в строительстве при Министерстве строительства РФ.

Освоение лекционного материала позволяет сформировать прочный теоретический фундамент для последующей реализации знаний в решении расчётно-графических и практико-ориентированных задач.

# 2.2 Организация практических занятий

Практические занятиясоставляют главную часть подготовки будущих специалистов. Основная цель проведения практических занятий – реализация на практике полученных теоретических знаний путём выполнения заданий репродуктивного (простые задания), реконструктивного (задания средней сложности) и практико-ориентированного (творческие задания) уровня.

Практические занятия выполняют следующие задачи:

- стимулируют регулярное изучение учебной литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

- закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

- расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

- позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

- прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

- способствуют свободному оперированию терминологией;

- предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

На практических занятиях по дисциплине студентам предлагается выполнить следующие виды заданий:

1 Задания репродуктивного уровня – тестовые задания, формируемые из фонда тестовых заданий по дисциплине. Данный вид заданий предполагает проверку фактологических знаний (пункт «Знать» из раздела 3 рабочей программы дисциплины), основывается на материалах лекционных занятий и учебной литературы и выдаётся студентам трижды в семестр (во время рубежного контроля и перед промежуточной аттестацией по дисциплине) по мере освоения материала занятий. При подготовке к данным заданиям необходимо прорабатывать конспекты лекций, основную, дополнительную и рекомендуемую литературу.

2 Задания реконструктивного уровня – типовые задания. Данный вид заданий предполагает формирование части компетенций, изложенных в пункте «Уметь» из раздела 3 рабочей программы дисциплины. Типовые задания – применительно к данной дисциплине используются следующие задания:

*Задание 1 (приведён пример задания – общее количество подобных вариантов заданий составляет 25):* задан район строительства – г. ААА (задаётся преподавателем). Заданы следующие варианты наружных стен жилого здания:

Вариант №1

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. штукатурка  2. утеплитель (мин. вата)  3. кирпичная кладка  4. штукатурка |

Вариант №2

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. штукатурка  2. утеплитель (мин. вата)  3. ж/бетон  4. штукатурка |

Вариант №3

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. штукатурка  2. утеплитель (яч. бетон)  3. кирпичная кладка  4. штукатурка |

Вариант №4

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. штукатурка  2. утеплитель (яч. бетон)  3. штукатурка |

Вариант №5

|  |  |
| --- | --- |
|  | 1. штукатурка  2. утеплитель (типа ППУ, пенополистирола)  3. ж/бетон  4. штукатурка |

Требуется:

1) Рассчитать толщину утеплителя каждой конструкции;

2) Рассчитать каждую конструкцию на величину влагонакопления;

3) Рассчитать каждую конструкцию на величину воздухопроницания.

Расчёты произвести в соответствии с указаниями СП 50.13330 «Тепловая защита».

*Задание 2 (приведён пример задания – общее количество подобных вариантов заданий составляет 25):* имеется помещение конструкторского бюро машиностроительного предприятия. Помещение обслуживается одной приточной и одной вытяжной системой. В тёплый период года приток и вытяжка естественные, а в холодный и переходный периоды приток и вытяжка механические. Место расположения помещения – г. ААА. Температура, энтальпия наружного воздуха и температура, относительная влажность внутреннего воздуха – принять согласно указаниям СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 131.13330 «Строительная климатология». Количество людей равно 20 + «Последняя цифра номера зачётной книжки». Теплопоступления от солнечной инсоляции равны 500+5 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Теплопоступления от системы отопления в холодный период года равны 2500+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Тепловые потери помещения в холодный период года равны 3000+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. ПДК углекислого газа в воздухе помещения – 1,25 л/м3, концентрация углекислого газа в наружном воздухе – 0,5 л/м3.

Необходимо:

а) Определить расчётный воздухообмен для помещения с использованием I-d диаграммы влажного воздуха, а также с помощью расчётных формул;

б) Определить тепловые нагрузки на воздухонагреватель в переходный и холодный периоды года.

*Задание 3 (приведён пример задания – общее количество подобных вариантов заданий составляет 25):* имеется помещение конструкторского бюро машиностроительного предприятия. Помещение обслуживается одной приточной системой вентиляции и одной вытяжной системой вентиляции. Назначение систем: круглогодичный механический приток свежего воздуха в помещение и удаление отработанного воздуха из помещения. Приточная и вытяжная системы вентиляции механические. Место расположения помещения – г. ААА. Температура, энтальпия наружного воздуха и температура, относительная влажность внутреннего воздуха – принять согласно указаниям СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 131.13330 «Строительная климатология». Количество людей равно 20 + «Последняя цифра номера зачётной книжки». Теплопоступления от солнечной инсоляции равны 500+5 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Теплопоступления от системы отопления в холодный период года равны 2500+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Тепловые потери помещения в холодный период года равны 3000+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. ПДК углекислого газа в воздухе помещения – 1,25 л/м3, концентрация углекислого газа в наружном воздухе – 0,5 л/м3.

Необходимо:

а) Определить расчётный воздухообмен для помещения с использованием I-d диаграммы влажного воздуха, а также с помощью расчётных формул;

б) Определить тепловые нагрузки на воздухонагреватель в переходный и холодный периоды года.

*Задание 4 (приведён пример задания – общее количество подобных вариантов заданий составляет 25):* имеется помещение конструкторского бюро машиностроительного предприятия. Помещение обслуживается приточными и вытяжными системами вентиляции. Назначение систем: круглогодичный механический приток свежего воздуха в помещение и удаление отработанного воздуха из помещения. В тёплый период года работают две приточные системы вентиляции, а в холодный и переходный периоды одна система. Производительность второй системы равна разности производительностей (расходов воздуха) тёплого и переходного (холодного) периодов года. Приточная и вытяжная системы вентиляции механические. Место расположения помещения – г. ААА. Температура, энтальпия наружного воздуха и температура, относительная влажность внутреннего воздуха – принять согласно указаниям СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 131.13330 «Строительная климатология». Количество людей равно 20 + «Последняя цифра номера зачётной книжки». Теплопоступления от солнечной инсоляции равны 500+5 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Теплопоступления от системы отопления в холодный период года равны 2500+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Тепловые потери помещения в холодный период года равны 3000+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. ПДК углекислого газа в воздухе помещения – 1,25 л/м3, концентрация углекислого газа в наружном воздухе – 0,5 л/м3.

Необходимо:

а) Определить расчётный воздухообмен для помещения с использованием I-d диаграммы влажного воздуха, а также с помощью расчётных формул;

б) Определить тепловые нагрузки на воздухонагреватель в переходный и холодный периоды года.

*Задание 5 (приведён пример задания – общее количество подобных вариантов заданий составляет 25):* имеется помещение конструкторского бюро машиностроительного предприятия. Помещение обслуживается одной приточной системой вентиляции и одной вытяжной системой вентиляции. Назначение систем: круглогодичный механический приток свежего воздуха в помещение и удаление отработанного воздуха из помещения. Приточная и вытяжная системы вентиляции механические. Приточная система работает с рециркуляцией в переходный и холодный периоды года. Место расположения помещения – г. ААА. Температура, энтальпия наружного воздуха и температура, относительная влажность внутреннего воздуха – принять согласно указаниям СП 60.13330 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», СП 131.13330 «Строительная климатология». Количество людей равно 20 + «Последняя цифра номера зачётной книжки». Теплопоступления от солнечной инсоляции равны 500+5 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Теплопоступления от системы отопления в холодный период года равны 2500+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. Тепловые потери помещения в холодный период года равны 3000+10 × «Порядковый номер по списку группы», Вт. ПДК углекислого газа в воздухе помещения – 1,25 л/м3, концентрация углекислого газа в наружном воздухе – 0,5 л/м3.

Необходимо:

а) Определить расчётный воздухообмен для помещения с использованием I-d диаграммы влажного воздуха, а также с помощью расчётных формул;

б) Определить тепловые нагрузки на воздухонагреватель в переходный и холодный периоды года.

3 Курсовая работа. Данный вид заданий предполагает формирование части компетенций, изложенных в пункте «Владеть» из раздела 3 рабочей программы дисциплины. Применительно к данной дисциплине выполняется курсовая работа «Расчёт тепловых потерь жилого здания».

Пример задания на курсовое проектирование (общее количество разно вариантных заданий составляет 25):

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Архитектурно-строительный факультет

Кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики

**Задание на курсовую работу**

Расчёт тепловых потерь жилого здания

Студенту группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Исходные данные:

1. Район строительства \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Строительные чертежи и разрезы здания – принимаются по ТК-80-2 типовой проект \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ стр. \_\_\_

3. Структурное строение ограждающих конструкций здания – по методическим указаниям Мансуров Р. Ш. «Теплотехнический расчёт наружных ограждений» - <http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1310_20110810.pdf>

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

1. Теплотехнический расчёт наружных ограждающих конструкций;
2. Расчёт ограждающих конструкций на воздухопроницание;
3. Расчёт ограждающих конструкций на паропроницание;
4. Расчёт тепловых потерь здания;
5. Выполнить необходимые чертежи и разрезы жилого здания.
6. Расставить на плане этажей отопительные приборы.

Дата выдачи задания «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Руководитель работы:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Исполнитель:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Срок защиты работы «\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Ниже приводится примерное содержание пояснительной записки работы:

1. Исходные данные 5

2 Расчёт термического сопротивления наружных ограждений здания 7

3 Расчёт тепловой инерции ограждающих конструкций здания 15

4 Расчёт толщины и удельного веса ограждающих конструкций здания 17

5 Определение термических сопротивлений окон и наружных дверей 18

6 Расчёт температуры точки росы и сравнение её с температурами на внутренней поверхности ограждающих конструкций здания 19

7 Расчёт требуемого и фактического сопротивления воздухопроницанию конструкции наружных стен 20

8 Расчёт паропроницаемости ограждающих конструкций наружных стен здания 22

9 Расчёт теплоустойчивости наружных стен и покрытия здания в тёплый и холодный периоды года 24

10 Проверка теплоусвоения поверхности пола перекрытия над подвалом 30

11 Суммарные тепловые потери 31

12 Расход теплоты на нагревание инфильтрующегося и вентилирующегося наружного воздуха через ограждающие конструкции 31

13 Суммарные расчётные теплопотери помещения 32

Список использованной литературы 38

Приложения 40

Для выполнения курсовой работы необходимо проработать соответствующие положения учебной, методической, нормативной литературы, перечисленной в пункте 2.1 настоящих методических указаний.

# 3 Подготовка к рубежному контролю и промежуточной аттестации по дисциплине

При подготовке к рубежному контролю(на 8 и 14 неделях обучения) необходимо проработать изученный лекционный материал (согласно рабочей программе дисциплины и графику самостоятельной работы), учебную литературу, выполнить все задания, выданные преподавателем.

При подготовке к итоговому контролю(промежуточной аттестации) по дисциплине необходимо проработать весь изученный лекционный материал (согласно рабочей программе дисциплины и графику самостоятельной работы), учебную литературу, выполнить все задания, выданные преподавателем.

# 4 Рекомендации по проведению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов (СРС)по дисциплине играет определяющую роль в ходе всего учебного процесса, особенно в текущий момент, т.к. этой работе отводится 60% времени обучения. В процессе самостоятельной работы обучающийся осваивает содержание дисциплины (в том числе вопросы, вынесенные в рабочей программе дисциплины полностью на самостоятельное обучение), проходит тестирование и текущий контроль (процесс освоения учебной дисциплины, в течение закреплённого учебным планом периода, подвергается рубежному контролю на 8 и 14 неделях обучения), выполняет предусмотренные рабочей программой виды самостоятельной работы в установленных формах, готовится ко всем видам занятий, к рубежному и итоговому контролю. Самостоятельную работу по дисциплине студент должен начать с ознакомления с рабочей программой, настоящими методическими указаниями и фондом оценочных средств по дисциплине. Рабочие программы и фонды оценочных средств дисциплины размещены на сайте ОГУ. Затем необходимо ознакомиться с подбором учебников из списка основной (п. 5.1 рабочей программы) и дополнительной литературы (п. 5.2 рабочей программы), рекомендуемых периодических изданий (п. 5.3 рабочей программы), интернет-источников (п. 5.4 рабочей программы), программного обеспечения (п. 5.5 рабочей программы). В течение всего семестра студент должен самостоятельно работать с рекомендованной литературой по соответствующим темам занятий согласно графику СРС, приводимому ниже.