

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Тульский государственный университет»**

Институт горного дела и строительства

Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры  
«Санитарно-технические системы»  
« 12 » января 2021 г., протокол № 6  
Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**  
дисциплины (модуля)

***«Проектирование современных систем вентиляции и  
кондиционирования воздуха»***

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки  
***08.04.01 – "Строительство"***

с профилем  
***"Теплогазоснабжение и вентиляция"***

Форма(ы) обучения: *очная, заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-05-21

Тула –2021 г.

Методические указаний к самостоятельной работе студентов составлены доцентом В.Ф. Рожковым и обсуждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы»

протокол № 6 от «12» 01 2021 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

Методические указаний к самостоятельной работе студентов пересмотрены и утверждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы»

протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

Методические указаний к самостоятельной работе студентов пересмотрены и утверждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы»

протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

## Введение

Очные (аудиторные) форму обучения для достижения основной цели - высокого качества подготовки должны сочетаться с достаточно хорошо продуманной и организованной самостоятельной работой студента над материалом изучаемой дисциплины. Это, в первую очередь, предполагает приобретение (наличие) навыков самостоятельной работы с учебно-методической и научной литературой, а также обоснованность принятия решений на предметно-практическом уровне.

Самостоятельная работа, планируемая по курсу, может быть подразделена на несколько частей. Первая из них подразумевает самостоятельное дополнительное повторение разделов, изученных ранее в предшествующие моменты образовательной цепочки, включая школу и вузовские курсы, изучаемые ранее по времени, доработка конспекта лекций с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, самостоятельное изучение отдельных тем параграфов. Вторая часть представляет собой выполнение контрольно-курсовых заданий, подготовки к практическим занятиям, промежуточным и итоговым аттестациям.

### Содержание самостоятельной работы обучающегося

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>1 семестр</i>	
1	Выполнение курсовой работы
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

#### Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>1 семестр</i>	
1	Выполнение курсовой работы
2	Подготовка к практическим занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

## **1.Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)**

1. Воздействие солнечной радиации на здания.
  - 1.1. Общие сведения.
  - 1.2. Статистические характеристики климата
  - 1.3. Воздействия солнечной радиации.
2. Воздействие на здание температуры и влажности воздуха.
  - 2.1. Температура воздуха.
  - 2.2. Влажность воздуха.
3. Воздействие на здание осадков и снежного покрова.
  - 3.1. Осадки
  - 3.2. Снежный покров
4. Воздействие на здание ветра. Анализ микроклимата в районе застройки.
  - 4.1. Ветер.
  - 4.2. Оценка круга горизонта по климатическим факторам и анализ микроклимата в районе застройки
5. Обтекание здания потоком воздуха.
  - 5.1. Зона аэродинамического следа.
  - 5.2. Обтекание потоком воздуха отдельно стоящего здания.
  - 5.3. Аэродинамические характеристики здания.
6. Эпюры давления воздуха на ограждения здания.
  - 6.1. Общие положения.
  - 6.2. Эпюры давления при действии на здание только гравитационных сил.
  - 6.3. Эпюры давления при действии на здание только ветра.
  - 6.4. Эпюры давления при совместном действии на здание ветра и гравитационных сил.
7. Влияние воздушного режима здания на его тепловой режим.
  - 7.1. Воздушный режим здания.
  - 7.2. Передача тепла через ограждение при фильтрации воздуха.
  - 7.3. Дополнительные затраты тепла в помещении на инфильтрацию.
8. Тепловой режим помещений в холодный и теплый периоды года.
  - 8.1. Обеспеченность расчетных условий.
  - 8.2. Характеристика климата холодного периода года.
  - 8.3. Защитные свойства наружных ограждений.
  - 8.4. Подача тепла в помещение и локализация действия источников холода
  - 8.5. Летние характеристики климата.
  - 8.6. Поступление тепла через наружные ограждения и тепловой режим помещения.
9. Характеристика систем отопления.
  - 9.1. Система отопления.
  - 9.2. Классификация систем отопления.

9.3. Теплоносители в системах отопления.

9.4. Основные виды систем отопления.

10. Системы водяного отопления.

10.1. Схемы системы насосного водяного отопления.

10.2. Система отопления с естественной циркуляцией воды.

10.3. Система водяного отопления высотных зданий.

10.4. Децентрализованная система водо-водяного отопления.

11. Воздушное отопление.

11.1. Системы воздушного отопления.

11.2. Схемы системы воздушного отопления.

11.3. Количество и температура воздуха для отопления.

11.4. Местное воздушное отопление.

11.5. Квартирная система воздушного отопления.

11.6. Центральное воздушное отопление.

12. Панельно-лучистое отопление.

12.1. Системы панельно-лучистого отопления.

12.2. Температурная обстановка в помещении при панельно-лучистом отоплении.

12.3. Теплообмен в помещении при панельно-лучистом отоплении.

12.4. Теплоносители и схемы системы панельного отопления.

8.5. Особенности проектирования системы панельного отопления.

13. Газовое отопление.

13.1. Общие сведения.

13.2. Газовые отопительные печи.

13.3. Газовые нетеплоемкие отопительные приборы.

13.4. Газовоздушные теплообменники.

13.5. Газовоздушное лучистое отопление.

13.6. Газовое лучистое отопление.

14. Кондиционирование воздуха.

14.1. Общие сведения о кондиционировании воздуха.

14.2. Тепловые комфортные условия.

14.3. Кондиционирование воздуха и технологические процессы.

15. Требования к системам кондиционирования воздуха и системам вентиляции.

15.1. Основные строительные нормы и правила устройства систем кондиционирования и вентиляции.

15.2. Классификация зданий и сооружений.

16. Методы обеспечения требуемой воздушной среды в помещении.

16.1. Определение производительности приточно - вытяжных агрегатов

16.2. Режим работы приточно – вытяжных систем в помещениях с преобладанием теплоизбытков.

16.4. Последовательность нахождения технических показателей систем кондиционирования.

16.4. Особенности выбора оборудования и режимов работы приточно – вытяжных агрегатов в холодный период года.

## 17. Работа систем вентиляции.

17.1. Расчет располагаемого давления для систем вентиляции.

17.2. Системы естественной вытяжной вентиляции.

17.3. Системы механической вытяжной вентиляции.

17.4. Системы приточной вентиляции.

## **2. Доработка конспекта лекций с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы**

Эффективность усвоения лекционного материала и курса в целом определяется уровнем самостоятельной активности студента и качестве его работы с основной и дополнительно рекомендуемой литературой. Самостоятельная работа обучающегося с дополнительной литературой кроме основного аспекта (более глубока для усвоения лекционного материала) содержит в себе еще и второй - позволит обратить внимание на отдельные тонкости, опущенные в лекционном курсе из-за дефицита аудиторных часов. Внеаудиторное изучение теоретического материала способствует формированию у студентов современного естественнонаучного мировоззрения и создает основу для сознательного использования формализованной логики предмета и ее математических методов, облегчая работу при решении задач и выполнении контрольно-курсовой работы, а также помогает более глубоко проникнуть в суть исследований, проводимых при выполнении практических работ.

## **3. Подготовка к практическим занятиям**

Качество освоения теоретического материала и курса в целом в немалой степени определяется уровнем и эффективностью практических занятий выполняемых как совместно в аудитории на семинарах так и обязательной самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям по самостоятельному решению наиболее характерных задач по рекомендации преподавателя определяемым в виде заданий на самостоятельную «домашнюю» проработку.

Одна из основных задач любых курсов, тем более фундаментальных, к которым на полном основании можно отнести теоретические основы создания микроклимата в помещении, является привитие навыков, выработка умений и навыков решения конкретных задач из различных разделов теоретического курса, позволяющие в дальнейшем решать научные и инженерные, т.е. практические задачи. В процессе решения задач отрабатывается способность применения общих теоретических закономерностей к отдельным конкретным практическим вопросам, что способствует более глубокому проникновению в сущность изучаемой дисциплины.

Во время аудиторных практических занятий с подробным анализом решаются задачи с постепенно возрастающей сложностью. В качестве домашних заданий предлагаются задачи среднего уровня трудности.

Решение задач контрольно-курсовой работы предопределяет не только знание теоретических разделов и физических законов, но и специальных методи-

ческих приемов, принципов решения общих для группы задач из определенного раздела.

Приступать к решению задач необходимо после достаточно тщательного изучения теоретического лекционного материала соответствующего раздела. При решении задач необходимо пользоваться некоторыми правилами методического характера:

- записать краткое условие задачи, переведя в систему СИ все данные, и выяснив необходимые табличные константы;
- выполнить анализ задачи, вскрыв логический путь поиска искомой величины с отражением всех необходимых закономерностей, используемых для решения;
- выполнить графическое отображение (эскиз) условий задачи, а при необходимости и решения задачи в соответствующей диаграмме ( $P,V$ ;  $T,S$ ;  $i,s$ ;  $i,d$  и т.д);
- выполнить решение задачи в общем виде, сопровождая расчетные зависимости пояснениями;
- оценить правильность полученного решения проверкой размерности, полным использованием исходных данных;
- произвести численный расчет с учетом необходимой точности решения;
- оценить логическую целесообразность полученной в расчете величины.

Методика контроля и оценки качества выполнения студентами самостоятельной работы на практических занятиях осуществляется:

- беглым опросом теоретических положений с выставлением оценки;
- проверкой домашних заданий и конспекта по теории, вынесенной на самостоятельную проработку;
- проведением контрольных работ.

#### **4. Выполнение курсовой работы**

Домашним заданием является КР, которая выполняется на тему: «Кондиционирование воздуха в гражданском здании»

Содержание – расчет, проектирование и конструирование экономически целесообразных конструкций теплообменников для утилизации теплоты удаляемого вытяжного воздуха. Объем работы – 35-40 стр. пояснительной записки, необходимые чертежи выполняются в формате А4 и приводятся в записке. Форма представления – пояснительная записка, графическая часть.

Выполненная работа сдается на проверку преподавателю. После проверки преподавателем при ее верном выполнении студентом, о чем должна свидетельствовать надпись на титульном листе работы (обложки) к защите, в назначенные преподавателем дни и время студентом защищается выполненное домашнее задание. Результат защиты также должен учитываться преподавателем при определении итоговой оценки по курсу за семестр в целом. При невыполнении задания в срок итоговая оценка его качества снижается.

При выполнении курсовой работы требуется решить ряд задач по

утилизации теплоты удаляемого воздуха на основные разделы, изложенные в основном теоретическом курсе. Методическим базисом при его выполнении служат учебная, учебно-методическая литература, список которой представлен в конце настоящих методических указаний.

Цель задания проверить качество и полноту освоения курса, а также умение студентами самостоятельного поиска решения задач. При этом для выполнения заданий студент должен не только знать основные законы, понятия и соотношения изученных разделов, уметь грамотно использовать их при анализе и в процессе поиска решения, но достаточно осознанно владеть необходимыми математическими методами и сопутствующим им математическим аппаратом, освоенным в процессе изучения курса высшей математики.

Курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки на листах формата А4. Чертежи выполняются на листах формата А4 и представляются в записке. Титульный лист работы оформляется в соответствии со стандартом ТулГУ.

При решении курсовой работы следует выполнять следующие требования:

- Разделы должны быть пронумерованы соответственно их номерам в задании. Записан полный текст исходных данных;
- Должна быть выполнена краткая запись условия задачи, в которой сделан пересчет всех имеющихся величин в СИ. Недостающие в условии данные (физические константы, коэффициенты и др.), необходимые для решения, следует найти в соответствующих справочниках и записать в краткое условие задачи;
- Решение следует начинать с подробного анализа физических процессов, которые рассматриваются в задаче. Необходимо сделать рисунок, чертеж, поясняющий сущность задачи. Все обозначения на чертеже и в дальнейшем встречающиеся при решении задачи должны быть пояснены. Курсовая работа выполняется подробно с необходимыми пояснениями, с ссылками на физические законы. Не разрешается запись окончательных формул (ответа) без промежуточных пояснений и рассуждений. Решения, выполненные таким образом, решенной не считается и преподавателем при подсчете баллов не учитывается;
- Необходимо отметить все упрощающие предположения, которые делаются при решении;
- Решение должно быть выполнено в общем виде (буквенных обозначениях), так, чтобы искомая величина была выражена через величины, заданные в условии. Обычно для этого составляется замкнутая система уравнений и производится алгебраическое решение задачи.
- В полученной результатной формуле необходимо проверить равенство размерностей в правой и левой частях.
- Необходимо проверить применимость полученной формулы к частным случаям, для которых решение известно из ранее рассмотренных задач;
- Численные расчеты производятся в системе СИ, при этом учитывается степень точности данных в условии задачи. При расчетах следует руководствоваться правилами действия с приближенными числами: в полученном значении вычисленной величины следует сохранить тот знак, единица которого



еще превышает погрешность этой величины, следующие цифры - отбросить (округлить);

- после получения численного ответа необходимо оценить его правдоподобность (на пример, скорость тела не может превышать световую, коэффициент трения не может превышать единицы и т.д.);

- если результатом решения задачи является функция от некоторых физических переменных, ее нужно проанализировать, используя для этих исследований знания соответствующих разделов высшей математики (нахождения экстремумов и т.д.). Необходимо начертить график функции, пояснить ее физический смысл.

## **5. Реферативная форма самостоятельной работы**

Реферат - это одна из форм организации самостоятельной работы студентов. Реферат - это обобщенное изложение содержания источника информации. Он состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы реферата. Студент имеет право самостоятельного выбора темы реферата в соответствии с примерной тематикой. В своем реферате студент излагает различные точки зрения по затронутым в работе дискуссионным вопросам и полемику ведущих специалистов по изучаемой теме, делает соответствующие выводы и определяет свое мнение к указанной проблеме.

Объем реферата должен составлять примерно от 5-6 до 10-12 листов печатного текста. План реферата студент разрабатывает самостоятельно или использует образцы примерных планов. В конце реферата приводится список используемой литературы.

Студент защищает реферат в аудитории перед группой на практических занятиях.

### Перечень рекомендуемых тем рефератов:

1. Центральные однозональные системы кондиционирования воздуха
2. Центральные многозональные прямоточные системы кондиционирования воздуха
3. Центральные многозональные системы кондиционирования воздуха с рециркуляцией
4. Центральные многозональные двухканальные системы кондиционирования воздуха
5. Регулирование установок кондиционирования воздуха
6. Методические основы современных способов определения требуемых воздухообменов.
7. Аэродинамика вентилируемого помещения и организация воздухообмена.
8. Повышение эффективности использования энергии в СКВ
10. Область применения установок для кондиционирования воздуха

## Литература

### Основная

1. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: учебник для вузов / В.Н.Богословский. — 3-е изд. — СПб. : Авок Северо-Запад, 2006. — 400с. — (Инженерные системы зданий). — Библиогр. В конце кн. — ISBN 5-902146-10-0/в пер./: 180.00.

2. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования воздуха. (учеб. пособие/Ананьев В.А., Балужева В.П., Мурашко В.П. — Новая ред. — М.: Евроклимат, 2008. — 504с. : ил. — (Библиотека климатехника). — ISBN 5-94836-171-0 /в пер./: 1275. 00.

3. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности : учеб. пособие для вузов / Е.А. Штокман [и др.]; под ред. Е.А. Штокмана. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: АСВ, 2007.- 632с.:ил.— Библиогр. в начале кн.— ISBN 978-5-93093-522-6.

### Дополнительная

1. Полушкин В.И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб. Пособие. Ч.1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении / В.И. Полушкин, О.Н. Русак, С.И. Бурцев и др. — СПб.: Профессия, 2002. — 176с.: ил. — (Специалист). — Библиогр. В конце кн. — ISBN 5-93913-031-3 /в пер./ : 145.48.

2. Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение": Учеб. пособие для вузов / А.Г. Аверкин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.; Пенза: АСВ, 2003. — 126с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 5-93093-199-2: 90.00.

3. Богословский В.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учеб. пособие для вузов/ В.Н. Богословский, О.Я. Кокорин, Л.В. Петров; под ред. В.Н. Богословского. — М.: Стройиздат, 1985. — 367 с. — ISBN/В пер./: 1.20.

4. Богословский В.Н. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства: в 2 ч. Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха/ В.Н.Богословский [и др.]; под ред. И.Г. Старовойтова. — 3-е изд. — М.: Стройиздат, 1978. — 509 с.: ил. — 4,10.

5. Пеклов А.А., Степанова Т.А. Кондиционирование воздуха. - Киев: Вища школа, 1978. - 325 с.

6. Титов В.П. и др. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий. - М.: Стройиздат, 1985. - 207 с.