

**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»  
« 20 » января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

учебной дисциплины (модуля)

***«Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»***

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

по направлению подготовки  
***08.03.01 – "Строительство"***

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

Форма(ы) обучения: *очная, очно-заочная*

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-06-22

Тула 2022 год

Методические указаний к самостоятельной работе студентов составлены доцентом Г.Н. Зеленко и обсуждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы»

протокол № 5 от « 20 » 01 2022 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>8 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсового проекта
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

#### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>8 семестр</i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсового проекта
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

## 1.Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

1. Структурная схема системы кондиционирования воздуха
  - 1.1. Предмет курса.
  - 1.2. Назначение и общее устройство систем кондиционирования воздуха.
  - 1.3. Развитие научных основ и техники кондиционирования.
2. Системы кондиционирования воздуха
  - 2.1. Задачи кондиционирования воздуха.
  - 2.2. Классификация систем кондиционирования воздуха.
  - 2.3. Принципиальные схемы систем кондиционирования воздуха.
3. Процессы тепло- и массообмена в устройствах для кондиционирования воздуха
  - 3.1. Основные положения.
  - 3.2. Характерные случаи изменения состояния воздуха.
  - 3.3. Уравнение теплообмена между воздухом и водой при непосредственном контакте.
4. Процессы тепло- и влагообмена между воздухом и водой
  - 4.1. Процессы обработки воздуха водой.
  - 4.2. Фактические процессы изменения состояния воздуха при контакте с водой.
  - 4.3. Приближенный аналитический метод расчета изменения тепло-влажностного состояния воздуха в процессе его кондиционирования
5. Факторы, определяющие внутренние условия кондиционируемых помещений зданий различного назначения
  - 5.1. Основные требования к системам кондиционирования воздуха.
  - 5.2. Требования к микроклимату кондиционируемых помещений.
  - 5.3. Расчетные внутренние условия кондиционируемых помещений.
  - 5.4. Параметры воздуха при технологическом кондиционировании.
  - 5.5. Параметры наружного климата для систем кондиционирования воздуха.
6. Определение производительности систем кондиционирования воздуха
  - 6.1. Производительность систем кондиционирования воздуха
  - 6.2. Определение требуемого для СКВ количества наружного воздуха
7. Центральные системы кондиционирования воздуха
  - 7.1. Общие сведения о центральных системах кондиционирования воздуха.
  - 7.2. Обработка воздуха в центральной однозональной проточной СКВ.
  - 7.3. Регулирование параметров воздуха в обслуживаемом центральной однозональной проточной СКВ помещении

8. Центральные однозональные и многозональные системы кондиционирования воздуха прямоточные и с рециркуляцией
  - 8.1. Обработка воздуха в центральной однозональной СКВ с рециркуляцией.
  - 8.2. Система автоматического регулирования кондиционера с первой рециркуляцией.
  - 8.3. Обработка воздуха в центральной многозональной одноканальной прямоточной СКВ.
  - 8.4. Обработка воздуха в центральной многозональной одноканальной СКВ с рециркуляцией.
9. Центральные многозональные двухканальные системы кондиционирования воздуха
  - 9.1. Область применения центральной многозональной двухканальной СКВ.
  - 9.2. Обработка воздуха в центральной многозональной двухканальной СКВ.
  - 9.3. Эффективность теплообмена в оросительных камерах.
10. Способы тепловлажностной обработки кондиционируемого воздуха
  - 10.1. Общие сведения.
  - 10.2. Основные предпосылки к выбору метода обработки воздуха.
  - 10.3. СКВ прямого изоэнтальпийного охлаждения.
  - 10.4. СКВ с частичным байпасированием обрабатываемого воздуха
11. СКВ с косвенным и двухступенчатым испарительным охлаждением воздуха
  - 11.1. СКВ с косвенным испарительным охлаждением воздуха.
  - 11.2. Двухступенчатое испарительное охлаждение воздуха.
12. Кондиционирования воздуха в теплый период года
  - 12.1. Обработка воздуха в прямоточных кондиционерах.
  - 12.2. Обработка воздуха в кондиционере с первой рециркуляцией.
  - 12.3. Обработка воздуха в кондиционере с первой и второй рециркуляцией.
13. Кондиционирования воздуха в холодный период года
  - 13.1. Прямоточная схема обработки воздуха.
  - 13.2. Схема обработки воздуха с применением первой рециркуляции.
  - 13.3. Схема обработки воздуха с применением первой и второй рециркуляциями.
  - 13.4. Схема обработки воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения для режима холодного периода.

## **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 методических 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 не-

обходимости 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 курсового проекта**

Домашним заданием является КП, который выполняется на тему: «Кондиционирование воздуха в гражданском здании»

Содержание – расчет, проектирование и конструирование системы кондиционирования воздуха гражданского здания.

Объем работы – 35-40 стр. пояснительной записки, 2 листа формата А1.

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 курсового проекта и контрольно-курсовой работы требуется решить ряд задач создания микроклимата 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 осознано владеть необходимыми математическими методами и сопутствующим им математическим аппаратом, освоенным в процессе изучения курса высшей математики.

Курсовой проект и контрольно-курсовая работа выполняется в виде пояснительной записки на листах формата А4. Чертежи выполняются на листах формата А1. Титульный лист работы оформляется в соответствии со стандартом ТулГУ.

При решении КП 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. КП 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., Балуева 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. Староверова. — 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.

7. Подбор и расчет оборудования систем кондиционирования воздуха : учебное пособие / Г. Н. Зеленко ; ТулГУ, Ин-т горного дела и строительства

.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2019 .— 166 с. : ил. — ISBN 978-5-7679-4312-8