

**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)

**«Вентиляция»**

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

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

с направленностью (профилем)  
**"Теплогазоснабжение и вентиляция"**

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

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-06-22

Тула 2022 год

Методические указания по СРС составлены доцентом В.Ф. Рожковым и обсуждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы» протокол №   5   от «  20  »   01   2022 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

Методические указания по СРС пересмотрены и утверждены на заседании кафедры «Санитарно-технические системы»

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Р.А. Ковалев

Методические указания по СРС 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><b>6 семестр</b></i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсового проекта
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<i><b>7 семестр</b></i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

#### Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i><b>6 семестр</b></i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсового проекта
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<i><b>7 семестр</b></i>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

## 1. Теоретические разделы специальности

### 1. Введение

#### 1.1. Общие сведения о вентиляции.

### 2. Процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха

2.1. Изображение изменения состояния влажного воздуха в I-d-диаграмме.

2.2. Изменение тепловлажностного состояния воздуха в вентиляционном процессе.

### 3. Санитарно-гигиенические и технологические основы вентиляции

#### 3.1. Нормирование параметров воздушной среды помещения.

#### 3.2. Метеорологические условия в помещениях.

#### 3.3. Классификация систем вентиляции.

### 4. Расчет воздухообмена в помещении

4.1. Уравнение балансов воздуха и вредных выделений в помещении. Дифференциальное уравнение воздухообмена

4.2. Определение требуемой производительности вентиляционных систем.

4.3. Параметры воздуха в вентиляционном процессе. Выбор расчетного воздухообмена.

5. Принципиальные схемы и конструктивное решение вентиляции в зданиях различного назначения

5.1. Принципиальные схемы решения вентиляции помещений жилых и общественных зданий.

5.2. Конструктивные решения вентиляционных систем жилых и общественных зданий

### 6. Конструктивные решения систем механической вентиляции

#### 6.1. Компоновка вентиляционных систем.

#### 6.2. Установки приточной и вытяжной вентиляции.

#### 6.3. Устройства для нагревания воздуха.

### 7. Основы аэродинамики вентиляционных систем

#### 7.1. Движение воздуха около вытяжных отверстий.

#### 7.2. Расчет воздуховодов.

#### 7.3. Аэродинамический расчет систем вентиляции.

#### 7.4. Воздуховоды равномерной раздачи.

#### 7.5. Воздуховоды равномерного всасывания.

### 8. Решение вентиляции в зданиях промышленного назначения

8.1. Принципы устройства вентиляции в зданиях промышленного назначения.

#### 8.2. Выбор расчетного воздухообмена.

### 9. Аэрация помещений промышленного здания

#### 9.1. Аэрация под действием тепловых избытков.

#### 9.2. Аэрация под действием ветра.

#### 9.3. Расчет аэрации однопролетных и многопролетных зданий.

- 10. Системы местной вентиляции
  - 10.1. Местная вытяжная вентиляция.
  - 10.2. Местные отсосы.
  - 10.3. Расчет местных отсосов различного типа.
- 11. Воздушные души
  - 11.1. Проектирование воздушных душей.
- 12. Воздушные завесы
  - 12.1. Проектирование воздушных завес.
  - 12.2. Расчет воздушных завес.
- 13. Пневматический транспорт материалов и отходов
  - 13.1. Основные данные для расчета воздухопроводов пневматического транспорта.
  - 13.2. Основные принципы конструирования установок для пневматического транспорта.

## 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 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 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 курсового проекта.

Для практического закрепления теоретического курса студентами выполняется курсовой проект. Курсовой проект выполняется в 6 семестре для очной и заочной форм обучения, в 5 семестре для заочной сокращенной формы обучения на тему «Вентиляция гражданского здания». Задание на КП включает в себя расчет, проектирование и конструирование системы вентиляции гражданского здания. Объем работы составляет 35-40 стр. пояснительной записки, графическая часть включает в себя планы и разрезы

здания с нанесением на них воздухопроводов, оборудования и устройств, приточных и вытяжных систем (масштаб 1:100); монтажная схема воздухопроводов; план и разрез приточной камеры (масштаб 1:50 или 1:20). Объем графической части составляет 1-2 листа формата А1.

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 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 умения 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.

Курсовой проект 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. Санитарно-гигиенические и технологические требования к воздушно-тепловому режиму помещения.

2. Характеристика факторов и процессов, формирующих воздушно-тепловой режим помещения.



3. Выбор расчетных условий и средств обеспечения заданного воздушно-теплого режима.

4. Тепловой баланс помещения и методика определения его составляющих

5. Расчетная мощность и выбор системы отопления.

6. Поступление вредных веществ в помещение.

7. Методические основы современных способов определения требуемых воздухообменов.

8. Аэродинамика вентилируемого помещения и организация воздухообмена.

9. Аэродинамика здания.

10. Процессы обработки воздуха.

11. Местная вентиляция.

## Библиографический список литературы

### Основной

1. Каменев П.Н. Вентиляция: учебник для вузов / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. — М.: АСВ, 2008.— 616 с.: ил.— Библиогр. в конце кн.- ISBN 978-5-93093-436-6 (в пер.).
2. 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.
3. 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.
4. Гримитлин А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий: учеб. пособие / Гримитлин А.М., Иванов О.П., Пухкал В.А. — СПб. : АВОК Северо-Запад, 2006. — 210с. : ил. + 1 опт. диск (CD ROM). — (Учебная библиотека АВОК Северо-Запад). — Библиогр. в конце кн.— ISBN 5-902146-09-0 /в пер./: 140.00

### Дополнительной

1. 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.
2. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для вузов / Б.М. Хрусталева [и др.]; под. общ. ред. Б.М. Хрусталева. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: АСВ, 2008. — 784 с. : ил. — На обл. и корешке указ. Три авт. — Библиогр. в конце гл. — ISBN 978-5-93093-394-9 (в пер.) : 627, 00.
3. 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.
4. Курсовое и дипломное проектирование по вентиляции гражданских и промышленных зданий: учеб. пособие для вузов / В.П. Титов [и др.]. — М.: Стройиздат, 1985. — 208 с. — 0,50.
5. Отопление и вентиляция: учебник для вузов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция": в 2 ч. — М.: Стройиздат, 1975-1976. Ч.2: Вентиляция / В.Н.Богословский [и др.]; под ред. В.Н. Богословского. — 1976. — 439 с : рис. — Авт. указаны на обороте тит.

6. 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.

#### Периодические издания:

1 Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика / Ассоциация инженеров АВОК;

2 Энергосбережение : специализированный журнал .— М. : ООО ИИП "АВОК-ПРЕСС".

#### Интернет-ресурсы

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

1. [http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all\\_news.htm](http://library.tsu.tula.ru/ellibraries/all_news.htm)

2. [www.abok.ru](http://www.abok.ru)

3. [www.RosTeplo.ru](http://www.RosTeplo.ru).

#### Методические указания к практическим занятиям

1. Зеленко Г.Н., Рожков В.Ф. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Вентиляция» « Вентиляция гражданского здания», Каф. СТС ТулГУ, 2012 г. (ресурс кафедры)

2. Ковалев Р.А.; Зеленко Г.Н.; Рожков В.Ф. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Вентиляция промышленных зданий» раздел «Исходные данные к расчету воздухообмена. Местная вытяжная и приточная вентиляция» - Тула, ТулГУ, 2013 – 52 с.

3. Ковалев Р.А.; Зеленко Г.Н. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Вентиляция промышленных зданий» раздел «Расчет воздухообмена промышленного здания» - Тула, ТулГУ, 2013 – 32 с.

5. Вентиляция жилых, общественных и административно-бытовых зданий : учебное пособие / Р. А. Ковалев, Г. Н. Зеленко, В. Ф. Рожков ; ТулГУ, Ин-т горного дела и стр-ва .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2016 .— 356 с. : ил. — Библиогр.: с. 228-229 .— ISBN 978-5-7679-3683-0

6. Расчет воздухообмена цехов машиностроительного производства : учебное пособие / Р. А. Ковалев, Г. Н. Зеленко, В. Ф. Рожков ; ТулГУ, Ин-т горного дела и стр-ва .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2018 .— 217 с. : ил. — Библиогр.: с. 135-138 .— ISBN 978-5-7679-4153-7