

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-педагогической работе ДОННТУ



А.Б. Бирюков

(подпись)

2020 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В12 Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок  
искусственного климата тепловых электрических станций**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Тепловые электрические станции  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

| Форма обучения:                             | Очная     | Заочная   |
|---|-----------|-----------|
| Семестр(ы)                                  | 1         | 1         |
| Общая трудоёмкость в з.е./часах             | 3,0 / 108 | 3,0 / 108 |
| Контактная работа (час.), в том числе:      | 62        | 22        |
| лекции (час.)                               | 15        | 6         |
| лабораторные работы (час.)                  | -         | -         |
| практические (семинарские) занятия (час.)   | 45        | 10        |
| Самостоятельная работа (час.), в том числе: | 48        | 92        |
| курсовой проект (работа) (семестр/час.)     | -         | -         |
| индивидуальное задание (кол./час.)          | 1 / 14    | 1 / 14    |
| Контроль (экзамен, час./зачёт)              | зачёт     | зачёт     |

Донецк, 2020 г.

Рабочая программа дисциплины «Проектирование тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа – «Тепловые электрические станции») для 2020 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., с.н.с.

  
(подпись)

Сафонова Елена Константиновна

Старший преподаватель кафедры

«Промышленная теплоэнергетика»


  
(подпись)

Безбородов Денис Леонидович

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

Сафьянц С.М.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Протокол от «31» 08 2020 года № 1

Председатель

  
(подпись)

Сафьянц С.М.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры промышленной теплоэнергетики.

Протокол от «    » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(Ф.И.О.)



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы проектирования и работы тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата; пути повышения эффективности работы данного оборудования и показатели его эффективной работы.

Целью преподавания дисциплины является: изучение нормативов, особенностей проектирования и работы тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций.

Задачи дисциплины: приобретение навыков применения усвоенного материала при проектировании, расчете и подборе тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** принцип действия и методы расчёта современных систем и установок искусственного климата, знать характеристики и особенности их схем и конструкций; иметь общее представление о проектировании, эксплуатации и расчете тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата; схемы энергообеспечения в системах искусственного климата.

**уметь:** использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию и эксплуатации энергетических систем жизнеобеспечения; выбирать типы систем и установок искусственного климата, выполнять их расчёты при проектировании.

**владеть:** навыками расчетов, проектирования и эксплуатации тепломассообменных аппаратов систем и установок искусственного климата.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- Способностью формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик оборудования, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов (ПК-1);

- Готовностью к проведению технических расчетов по типовым методикам и проектам, технико-экономического анализа эффективности проектных решений, выбора и разработки нового теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, систем и сетей (ПК-2);

- Способностью к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства, соблюдению технологической дисциплины и методов организации труда в коллективе (ПК-3);

- Готовностью использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности и современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-7);

- Способностью к разработке мероприятий по профилактике производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращению экологических нарушений (ПК-9);
- Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в оборудовании тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);
- Готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации оборудования с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-2).
- Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в оборудовании тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);
- Готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации оборудования с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-2).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»: «Техническая термодинамика»; «Тепломассообмен»; «Гидрогазодинамика»; «Теплогазоснабжение и вентиляция зданий и сооружений»; «Системы производства и распределения энергоносителей предприятий».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при:

- изучении дисциплины «Интенсификация тепловых процессов»;
- прохождении производственной практики: научно-исследовательская работа;
- прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

| Наименование тем<br>(содержательных модулей)  | Количество часов<br>(очная / заочная форма) |             |        |                     |       |
|---|---|-------------|--------|---------------------|-------|
|   | Всего                                       | В том числе |        |                     |       |
|   |   | Лекции      | Лабор. | Практ.<br>(Семина.) | СР    |
| Тема 1. Основные термины и определения  | 2 / 3                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 0 / 0               | 1 / 2 |
| Тема 2. Требования к системам кондиционирования воздуха                               | 3 / 3                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 1 / 0               | 1 / 2 |
| Тема 3. Основные типы кондиционеров   | 4 / 3                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 2 / 0               | 1 / 2 |
| Тема 4. Санитарно-гигиенические и технологические основы кондиционирования воздуха    | 5 / 6                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 2 / 0               | 2 / 6 |
| Тема 5. Расчётные параметры наружного воздуха   | 5 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 2 / 1               | 2 / 6 |
| Тема 6. Построение на H-d диаграмме процессов изменения состояния влажного воздуха    | 8 / 8                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |
| Тема 7. Современные центральные кондиционеры  | 4 / 6                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 2 / 0               | 1 / 6 |
| Тема 8. Прямоточная система кондиционирования воздуха                                 | 8 / 8                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |
| Тема 9. Система кондиционирования воздуха с рециркуляцией                             | 8 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |
| Тема 10. Система кондиционирования воздуха с первой и второй рециркуляцией            | 8 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |
| Тема 11. Система кондиционирования воздуха двухступенчатого испарительного охлаждения | 8 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |
| Тема 12. Основное оборудование центральных СКВ тепловых электрических станций         | 8 / 8                                       | 1 / 1       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6 |

| Наименование тем<br>(содержательных модулей)   | Количество часов<br>(очная / заочная форма) |             |        |                     |         |
|--|---|-------------|--------|---------------------|---------|
|  | Всего                                       | В том числе |        |                     |         |
|  |   | Лекции      | Лабор. | Практ.<br>(Семина.) | СР      |
| Тема 13. Воздухоохладители и блоки увлажнения центральных кондиционеров                    | 8 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6   |
| Тема 14. Естественные и искусственные источники холодоснабжения                            | 7 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 2 / 6   |
| Тема 15. Теплоснабжение и холодоснабжение центральных систем кондиционирования воздуха ТЭС | 8 / 7                                       | 1 / 0       | 0 / 0  | 4 / 1               | 3 / 6   |
| Индивидуальное задание   | 14 / 14                                     |             |        |                     | 14 / 14 |
| Курсовая работа (проект)   | - / -                                       |             |        |                     | - / -   |
| Итого по видам занятий   | 108 / 108                                   | 15 / 6      | 0 / 0  | 45 / 10             | 48 / 92 |
| Контроль   | 0 / 0                                       |             |        |                     |         |
| <b>ИТОГО</b>   | <b>108 / 108</b>                            |             |        |                     |         |

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

| Компетенции | Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции |
|-------------|--|
| ПК-1        | Темы 1 – 15  |
| ПК-2        | Темы 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15                        |
| ПК-3        | Темы 4, 5, 6   |
| ПК-7        | Темы 12 – 15   |
| ПК-9        | Темы 2, 4, 5   |
| ПСК-1       | Темы 1 – 15  |
| ПСК-2       | Темы 8 – 15  |

### 3.2 Лекции

#### Тема 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Содержание темы 1:

Определение кондиционирования воздуха. Комфортное и технологическое кондиционирование воздуха. Принципиальная схема кондиционирования воздуха. Структурная схема системы кондиционирования воздуха.

Литература к теме 1: [[1](#), [2](#)]

## **Тема 2. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

Содержание темы 2:

Санитарно-гигиенические требования к СКВ. Строительно-монтажные и архитектурные требования к СКВ. Эксплуатационные, экономические и технические требования к СКВ.

Литература к теме 2: [[1](#)]

## **Тема 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНДИЦИОНЕРОВ**

Содержание темы 3:

Кондиционеры сплит-систем. Канальные кондиционеры и кондиционеры сплит-систем с приточной вентиляцией. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. Крышные кондиционеры. Центральные кондиционеры.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#)]

## **Тема 4. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

Содержание темы 4:

Основные параметры влажного воздуха. Параметры микроклимата в помещении. Расчётные параметры внутреннего воздуха.

Литература к теме 4: [[1](#), [4](#), [5](#)]

## **Тема 5. РАСЧЁТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА**

Содержание темы 5:

Расчётные параметры наружного воздуха. Расчётные параметры удаляемого воздуха и схемы циркуляции воздуха в помещении.

Литература к теме 5: [[1](#), [4](#), [5](#)]

## **Тема 6. ПОСТРОЕНИЕ НА Н-D ДИАГРАММЕ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА**

Содержание темы 6:

Схема Н-d диаграммы влажного воздуха. Угловой коэффициент луча процесса Н-d диаграммы. Изображение на Н-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха. Процессы обработки воздуха: нагревание, охлаждение, увлажнение, осушение, смешение.

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#)]

## **Тема 7. СОВРЕМЕННЫЕ ЦЕНТРАЛЬНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ**

Содержание темы 7:

Исполнения и типоразмерный ряд центральных кондиционеров. Блоки современного центрального кондиционера. Приёмные блоки и блоки для распределения и смешивания воздушных потоков, фильтры. Блок вентилятора и блок обслуживания. Блок воздухонагревателя. Блок воздухоохладителя. Блоки теплоутилизации. Блоки увлажнения. Блок шумоглушения.

Литература к теме 7: [[2](#)]

## **Тема 8. ПРЯМОТОЧНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА**

Содержание темы 8:

Принципиальная схема прямоточной системы кондиционирования воздуха. Построение процессов обработки воздуха в прямоточной СКВ для тёплого периода года. Построение процессов обработки воздуха в прямоточной СКВ для холодного периода года.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#)]

## **Тема 9. СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ**

Содержание темы 9:

Принципиальная схема кондиционирования воздуха с первой рециркуляцией. Построение процессов обработки воздуха в СКВ с рециркуляцией в тёплый период года. Построение процессов обработки воздуха в СКВ с рециркуляцией в холодный период года.

Литература к теме 9: [[1](#), [2](#)]

## **Тема 10. СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА С ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ**

Содержание темы 10:

Схема обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями. Построение процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями для тёплого периода года. Построение процессов обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями для холодного периода года.

Литература к теме 10: [[1](#), [2](#)]

## **Тема 11. СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

Содержание темы 11:

Схема СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения для тёплого периода года. Построение процессов обработки воздуха в СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения для тёплого периода года. Схема СКВ с использованием кондиционера двухступенчатого испарительного охлаждения для холодного периода года. Построение процессов обработки воздуха в СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения для холодного периода года.

Литература к теме 11: [[1](#)]

## **Тема 12. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СКВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Содержание темы 12:

Схема компоновки центрального кондиционера по двухуровневой схеме и конструктивные особенности современного оборудования центральных систем



кондиционирования воздуха. Определение типоразмера центрального кондиционера, подбор фильтров. Поверхностные теплообменники. Основы расчёта водо-воздушных теплообменников. Водяные воздухонагреватели. Расчёт воздухонагревателей.

Литература к теме 12: [[1](#), [2](#), [4](#), [5](#)]

### **Тема 13. ВОЗДУХООХЛАДИТЕЛИ И БЛОКИ УВЛАЖНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КОНДИЦИОНЕРОВ**

Содержание темы 13:

Конструктивные особенности воздухоохладителей. Расчёт воздухоохладителей. Камеры орошения. Расчёт камеры орошения. Блок сотового увлажнения. Блок парового увлажнения.

Литература к теме 13: [[1](#), [2](#)]

### **Тема 14. ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ**

Содержание темы 14:

Естественные источники холодоснабжения. Искусственные источники холодоснабжения: парокомпрессионная и абсорбционная холодильные машины.

Литература к теме 14: [[1](#), [3](#)]

### **Тема 15. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ ЦЕНТРАЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ТЭС**

Содержание темы 15:

Зависимая схема теплоснабжения воздухонагревателя первой ступени нагрева с двухходовым регулирующим клапаном. Зависимое подключение воздухонагревателей с установкой смесительного насоса на перемычке. Схема теплоснабжения воздухонагревателя первой ступени подогрева со смесительно-циркуляционным насосом и двухходовым клапаном. Схема моноблочного чиллера с воздушным охлаждением конденсатора. Холодоснабжение водяных поверхностных воздухоохладителей. Температурный режим работы парокомпрессионной холодильной машины. Порядок расчёта холодильной машины. Схема холодоснабжения. Подбор баков и насосов.

Литература к теме 15: [[1](#), [2](#), [3](#)]

### 3.3 Практические занятия

| №<br>п/п      | Тема занятия   | Объем, час.<br>очн/ заочн. | Литература |
|---------------|--|----------------------------|------------|
| 1             | Аэрация производственных зданий                            | 1 / 0                      | [6]        |
| 2             | Аварийная вентиляция                                       | 2 / 0                      | [6]        |
| 3             | Воздушные завесы   | 2 / 0                      | [6]        |
| 4             | Выбор и расчёт параметров воздуха                          | 2 / 1                      | [6]        |
| 5             | Расчёт воздухообмена помещений                             | 4 / 1                      | [6]        |
| 6             | Воздуховоды равномерной раздачи и равномерного всасывания  | 2 / 0                      | [6]        |
| 7             | Распределение воздуха в помещении<br>Контрольная работа №1 | 4 / 1                      | [6]        |
| 8             | Расчёт воздуховодов систем вентиляции                      | 4 / 1                      | [6]        |
| 9             | Построение процессов тепловлажностной обработки воздуха    | 4 / 1                      | [6]        |
| 10            | Воздухонагреватели   | 4 / 1                      | [6]        |
| 11            | Камеры орошения  | 4 / 1                      | [6]        |
| 12            | Холодильные установки                                      | 4 / 1                      | [6]        |
| 13            | Шумоглушители  | 4 / 1                      | [6]        |
| 14            | Пылеуловители<br>Контрольная работа №2                     | 4 / 1                      | [6]        |
| <b>ИТОГО:</b> |  | <b>45 / 10</b>             |            |

### 3.4 Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

| №<br>п/п      | Виды самостоятельной работы студента | Объем, час.<br>очн/заочн. |
|---------------|--------------------------------------|---------------------------|
| 1             | Изучение лекционного материала       | 10 / 39                   |
| 2             | Подготовка к практическим занятиям   | 24 / 39                   |
| 3             | Подготовка к лабораторным работам    | - / -                     |
| 4             | Выполнение курсового проекта         | - / -                     |
| 5             | Выполнение курсовой работы           | - / -                     |
| 6             | Выполнение индивидуального задания   | 14 / 14                   |
| <b>ИТОГО:</b> |                                      | <b>48 / 92</b>            |

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами **индивидуального задания**.

Выполнение индивидуального задания связано с расчётом системы кондиционирования воздуха промышленного предприятия, а также с выбором и обоснованием рациональной схемы обработки наружного воздуха в зависимости от назначения производственного помещения, места его расположения, тяжести выполняемых работ [7].

Возможно выполнение задания по теме, соответствующей направлению по научно-исследовательской работе студентов. В этом случае тема определяется совместно со студентом и его научным руководителем. Конкретное направление расчётов определяется на этапе выдачи задания на выполнение индивидуальной работы.

В результате выполнения работы студент должен:

- знать методику проектирования современных схем кондиционирования промышленных предприятий и тепловых электрических станций;
- уметь использовать современные методы расчета систем кондиционирования с использованием передовых методик и перспективных технологий, оборудования и материалов.

Разработка всех разделов задания должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы. Принятый инструмент должен соответствовать действующим стандартам.

Объем индивидуального задания – не более 25 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста формата А4. Студент обязан оформить индивидуальное задание строго в соответствии с установленными требованиями.

## **4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

*Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные

закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе в соответствии со списком, приведенном в рабочей программе дисциплины;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.



## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

*Учебным планом экзамен не запланирован.*

## **4.3 Критерии оценивания**

Оценивание знаний обучающихся выполняется путем суммирования количества баллов, полученных за текущее обучение, итоговый письменный контроль и научную (самостоятельную) работу. Все формы контроля тесно взаимосвязаны и организованы таким образом, чтобы стимулировать у обучающихся эффективную научную (самостоятельную) работу в течение семестра и обеспечить объективное оценивание их знаний, полученных на протяжении всего периода изучения дисциплины.

### **I СТРУКТУРА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ**

Оценивания знаний студентов и распределение баллов по соответствующим формам контроля осуществляется по следующим категориям.

#### **1. Текущее оценивание обучающихся на занятиях**

Текущий контроль систематичности и активности работы студентов над изучением дисциплины определяется как сумма баллов, полученных в результате оценивания соответствующих форм контроля, к которым относятся: присутствие на занятиях (с наличием конспекта лекций), оценивание уровня подготовленности к занятиям, оценка за выполнение индивидуального задания (расчетного или учебно-исследовательского) в соответствии с таблицей 1.

Задачей текущего контроля является проверка понимания и усвоения учебного материала, умений самостоятельно прорабатывать учебный материал базового и углубленного уровней, способности осмыслить содержание темы или раздела дисциплины, приобретенных навыков выполнения расчетных заданий, умений публично и письменно представить результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль уровня знаний осуществляется в течение семестра.

Объекты текущего контроля:

- систематичность и активность работы на занятиях;
- качество выполнения заданий для самостоятельной проработки (домашних заданий);
- качество выполнения контрольных заданий.

Формами осуществления текущего контроля являются:

- устные опросы на лекциях и практических занятиях по контрольным программным вопросам текущей и предыдущих тем;
- миниконтрольные работы, которые проводятся в начале занятия;
- экспресс-тестирование по ключевым аспектам тем курса, которое может осуществляться в начале, в процессе или в конце занятия;

- оценка уровня выполнения письменных домашних заданий;
- проверка практических навыков решения проблем (задач), приобретенных студентами в процессе изучения дисциплины;
- оценка степени активности студентов и качества их выступлений и комментариев при проведении дискуссий на занятиях.

Оценке текущего обучения подлежат:

- присутствие студента на лекции или в случае его отсутствия по уважительным причинам наличие полного конспекта по пропущенной теме.
- оценивания знаний студентов на занятиях (миниконтрольные, тестовый опрос, устный опрос) с обязательным выставлением оценки на занятиях. Оценка фиксируется в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр». Миниконтрольные проводятся в начале занятия в течение 20 мин. (максимально), следующая часть занятия проводится в соответствии с планом рабочей программы.

## **2. Промежуточный письменный контроль**

Предусматривается проведение двух промежуточных письменных контрольных работ (№1 и №2) в виде контрольной, перечень вопросов которых охватывает по 50% содержательных тем, определенных рабочей программой. Каждый промежуточный контроль оценивается и в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр» выставляется соответствующее количество баллов (таблица 1).

При выполнении промежуточных контрольных работ оценке подлежат теоретические знания и практические навыки, которые приобрели студенты после изучения определенного тематического раздела.

В состав заданий конкретной промежуточной контрольной работы, согласно специфики специальности, потока, группы, уровня усвоения программного материала студентами, а также в зависимости от степени подготовленности и активности группы, продемонстрированных на предыдущих занятиях, могут, в разном количестве и соотношении, включаться:

- теоретические вопросы нормативного или проблемного характера;
- тестовые задания;
- графоаналитические задачи;
- творческие задания;
- аналитико-расчетные задачи.

Порядок и время проведения промежуточных контрольных работ определяется преподавателем.

Пересдача промежуточных контрольных работ до конца экзаменационной сессии с целью повышения оценки не разрешается.

## **3. Индивидуальное расчетное или учебно-исследовательское задание**

Элементом текущего оценивания знаний студентов является выполнение индивидуального расчетного или учебно-исследовательского задания, которое

оценивается в соответствии с таблицей. Условия для индивидуального задания определяются преподавателем, который ведет лекционные занятия.

Объектами контроля являются:

- характер результатов, полученных в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы (самостоятельная обработка тем в целом или отдельных вопросов) и озвученных на занятиях;
- уровень подготовки и презентации рефератов, докладов, сообщений, эссе и др.;
- качество подготовки конспектов учебных или научных текстов;
- качество выполнения задач расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера.

Основными формами осуществления контроля являются:

- оценка качества выполнения письменных заданий самостоятельной проработки темы в целом или отдельных вопросов, конспектирование учебных и научных текстов;
- оценивание содержания, качества докладов, сообщений, рефератов, эссе и т.п.; проверка уровня проработки индивидуальных заданий расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера;
- проверка соблюдения графика выполнения заданий.

#### **4. Научная работа**

Студенты, которые принимали активное участие в работе студенческого научного общества, представляли свои научные работы на конференциях или конкурсах по дисциплине или смежным дисциплинам (если таковые имели место в течение текущего семестра), имеют право дополнительно получить определенное количество баллов к общей оценке итогового контроля успеваемости.

#### **5. Итоговый контроль по дисциплине**

Итоговый контроль знаний студентов по дисциплине в соответствии с учебным планом осуществляется в виде зачета.

Оценка знаний студентов осуществляется только по результатам текущего контроля. При этом виды текущего контроля оцениваются в диапазоне от 0 до 100 баллов. Общая оценка знаний студентов определяется путем суммирования баллов за текущее обучение и результатов промежуточных контрольных работ.

К получению зачета допускается студент, который успешно выполнил все задания, предусмотренные учебной программой дисциплины для текущего контроля.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить по каждому содержательному модулю при изучении предмета приведено в таблице «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

**Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета**

| Вид деятельности  | Количество баллов             |                                 |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|   | <b>Очная форма<br/>1 сем.</b> | <b>Заочная форма<br/>2 сем.</b> |
| <b>Аудиторные занятия*<sup>1</sup>, в том числе:</b>            | <b>0-60*<sup>1</sup></b>      | <b>0-20*<sup>1</sup></b>        |
| - работа на лекционных занятиях                                 | 0-30                          | 0-10                            |
| - работа на практических (семинарских) занятиях                 | 0-30                          | 0-10                            |
| - работа на лабораторных занятиях                               | -                             | -                               |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                     | <b>0-10</b>                   | <b>0-50</b>                     |
| - подготовка к аудиторным занятиям                              | -                             | -                               |
| - выполнение индивидуального задания                            | -                             | -                               |
| - ведение конспекта   | 0-10                          | 0-50                            |
| <b>Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе:</b> | <b>0-30</b>                   | <b>0-30</b>                     |
| - написание контрольной работы №1                               | 0-15                          | -                               |
| - написание контрольной работы №2                               | 0-15                          | 0-30                            |
| <b>Форма промежуточной аттестации, в том числе:</b>             | <b>+</b>                      | <b>+</b>                        |
| - зачет (подведение результатов работы)                         | +                             | +                               |
| - экзамен (письменная работа)                                   | -                             | -                               |
| <b>Дополнительные баллы*<sup>2</sup></b>                        | <b>0-10*<sup>2</sup></b>      | <b>0-10*<sup>2</sup></b>        |
| <b>Итого</b>  | <b>0-100</b>                  | <b>0-100</b>                    |

**Примечание:**

1) Количество баллов за каждый содержательный раздел делится на следующие категории:

а) лекции:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

б) практические занятия:

- посещение занятий 50%;
- активность во время занятий 50%.

2) Дополнительно предусмотрено получения дополнительных баллов за творческий подход студентом при изучении дисциплины – максимальное количество баллов – 10 (Баллы не учитываются при получении общего суммарного количества баллов по другим видам работ более чем 100). Под творческим подходом подразумевается научная работа по направлению дисциплины (участие в олимпиадах, конкурсах, написание научных статей, выполнение индивидуальных творческих проектов и т.д.).

## II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкале ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей «Шкала оценивания: национальная и ECTS».

#### Шкала оценивания: национальная и ECTS

| Сумма баллов<br>за все виды<br>учебной<br>деятельности | Оценка<br>ECTS                          | Оценка по национальной шкале   |   |
|--|---|--|---|
|  |   | Для экзамена, курсового<br>проекта (работы),<br>практики                   | Для зачета  |
| 90-100   | <b>A</b>                                | отлично  | зачтено   |
| 80-89  | <b>B</b>                                | хорошо   |   |
| 75-79  | <b>C</b>                                |  |   |
| 70-74  | <b>D</b>                                | удовлетворительно  |   |
| 60-69  | <b>E</b>                                |  |   |
| 35-59  | <b>FX</b>                               | неудовлетворительно с<br>возможностью<br>повторной сдачи                   | не зачтено с<br>возможностью<br>повторной сдачи                   |
| 1-34   | <b>F*</b><br>(смотри<br>примеча<br>ние) | неудовлетворительно с<br>обязательным<br>повторным изучением<br>дисциплины | не зачтено с<br>обязательным<br>повторным изучением<br>дисциплины |
| -1   |   | не явился  |   |
| -3   |   | освобождение   |   |
| -7   |   | не допущен   |   |

**Примечание:** \* - оценка F выставляется только при сдаче экзамена (итогового семестрового модульного контроля) комиссии.

#### 4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

**На примере темы «Расчёт воздухообмена помещений»:**

1. Изложите принципы расчёта воздухообмена помещений для различных типов зданий при различных вариантах организации воздухообмена.
2. Запишите в общем виде уравнения теплового и материального баланса для помещения.
3. Запишите в общем виде уравнения баланса по влаге, по примеси вещества в воздухе при неизотермических условиях и при изотермических условиях.
4. Общая формула воздухообмена. Уравнение баланса количества воздуха в помещении. Уравнение баланса вредных выделений в помещении.
5. Расчет воздухообмена в производственном помещении по борьбе с теплоизбытками.
6. Расчет воздухообмена в производственном помещении по борьбе с влаговыведениями.
7. Расчет воздухообмена в производственном помещении по борьбе с одновременным выделением теплоты и влаги.



8. Расчет воздухообмена в производственном помещении по борьбе с вредными парами и газами и пылью.

9. Расчет воздухообмена в производственном помещении по нормам кратности воздухообмена.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

***Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.***

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение [Электронный ресурс] : курс лекций / С. В. Угорова ; С.В. Угорова ; ФГБОУ ВПО "Владимир. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых". - 3 Мб. - Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9513.pdf>

2. Центральные однозональные системы кондиционирования с постоянным расходом воздуха [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 210800 "Строительство" / В. А. Бройда ; В.А. Бройда ; Казан. гос. архитектурно-строительный ун-т. - 7 Мб. - Казань : КГАСУ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9244.djvu>

3. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями [Электронный ресурс] / Ю. В. Семенов ; Ю.В. Семенов. - 25 Мб. - Москва : Техносфера, 2014. - 1 файл. - (Библиотека климатехника). - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9356.pdf>

#### ***II Дополнительная литература***

4. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Электронный ресурс] : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. Д. Сибикин ; Ю.Д. Сибикин. - 8-е изд., стер. - 2 Мб. - Москва : Академия, 2015. - 1 файл. - (Профессиональное образование. Строительство и архитектура). - Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9245.djvu>

5. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов образовательных учреждений профессионального образования / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько ; С.В. Фокин, О.Н. Шпортько. - 2-е изд., стер. - 11 Мб. - Москва : КНОРУС, 2016. - 1 файл. - (Среднее профессиональное образование). - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/19/cd9242.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

6. Методические указания к выполнению практических и контрольных работ по дисциплинам «Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата» и «Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций» [Электронный ресурс]: для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: Ю.А. Боев, Е.К. Сафонова, Д.Л. Безбородов, А.Л. Попов, Н.М. Левшова, Н.В. Колесниченко. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24\\_b1v12\\_p\\_ptaiuik\\_12.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24_b1v12_p_ptaiuik_12.pdf)

7. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплинам «Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата» и «Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций» [Электронный ресурс]: для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: Ю.А. Боев, Е.К. Сафонова, Д.Л. Безбородов, А.Л. Попов, Н.М. Левшова, Н.В. Колесниченко. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24\\_b1v12\\_r\\_ptaiuik\\_12.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24_b1v12_r_ptaiuik_12.pdf)

8. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Проектирование теплообменных аппаратов систем и установок искусственного климата тепловых электрических станций» [Электронный ресурс]: для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Тепловые электрические станции») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. промышленной теплоэнергетики; сост.: Ю.А. Боев, Е.К. Сафонова, Д.Л. Безбородов, А.Л. Попов, Н.М. Левшова, Н.В. Колесниченко. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24\\_b1v12\\_s\\_ptasgtiee\\_2\\_0.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/24_b1v12_s_ptasgtiee_2_0.pdf)

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energosovet.ru/>.

Электронная библиотека учебников: скачать учебники, лекции, доклады, монографии - <http://studentam.net>.

Электронно-библиотечная система IPRbooks / Каталог книг - <http://www.iprbookshop.ru/586.html>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные и практические занятия:**

Учебная аудитория (лаборатория энергоаудита) №4006 учебный корпус 4 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (с возможностью подключения к сети «Интернет»).

Специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкаф.

Мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Satellite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп Полилюкс (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.).

Оборудование: комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3a, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор многофункциональный АМІ 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.).

Учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности.

## **7.2 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL.