Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крылова Людмила Вячеславовна
Должность: Проректор по учебно-методической работе
Дата подписания: 23.11.2026 22:38:00
Уникальный программный ключ:
b066544bae1e449cd8bfce392f7224a676a271b2

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ТОРГОВЛИ ИМЕНИ МИХАИЛА ТУГАН-БАРАНОВСКОГО»**

**КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методической работе
_____Л.В.Крылова
(подпись)
«_28_» _02_____ 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Б1.В.ДВ.02.01 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки 15.00.00 Машиностроение
Программа высшего образования - программа бакалавриата
Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств
Институт пищевых производств
Курс, форма обучения:
очная форма обучения, 2 курс
заочная форма обучения, 2 курс

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями
здоровья и инвалидов (при наличии таких лиц)

**Донецк**
**2024**

Рабочая программа учебной дисциплины Теоретические основы теплотехники для обучающихся по направлению подготовки/специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование,
Профилю: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств,
разработанная в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДОННУЭТ»:
- в 2024 г. - для очной формы обучения.
- в 2024 г. - для заочной формы обучения.

***Разработчик***: Карнаух В.В., проф. кафедры ХТТ им. Осокина В.В., д-р.техн.наук, доцент;
Байда Борис Юрьевич ст. преп. кафедры ХТТ им. Осокина В.В.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.
Протокол от «19» февраля 2024 года № 24

Заведующий кафедрой холодильной и торговой техники имени Осокина В.В.

_____ К.А.Ржесик
(подпись) (фамилия и инициалы)

КАФЕДРА ХОЛОДИЛЬНОЙ И ТОРГОВОЙ ТЕХНИКИ ИМЕНИ ОСОКИНА В.В.

СОГЛАСОВАНО:
Директор института пищевых производств
_____ Д.К.Кулешов
(подпись) (фамилия и инициалы)

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом Университета
Протокол от «28» 02 2024 года № 7
Председатель _____ Н.В. Крылова
(подпись) (инициалы, фамилия)

© Карнаух В.В., Байда Б.Ю. 2024 год
© ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», 2024 год

## 1. ОПИСАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<table>
<tr><td rowspan="2">Наименование показателя</td><td rowspan="2">Наименование укрупненной группы направлений подготовки, направление подготовки, профиль, программа высшего образования</td><td colspan="2">Характеристика учебной дисциплины</td></tr>
<tr><td>очная форма обучения</td><td>заочная/ очно-заочная форма обучения</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Количество зачетных единиц – 4</td><td>Укрупненная группа<br>15.00.00 Машиностроение<br>(код и название)</td><td colspan="2" rowspan="2">_____вариативная _____<br>(базовая, вариативная)</td></tr>
<tr><td>Направление подготовки<br><br>15.03.02 Технологические машины и оборудование<br>(код, название)</td></tr>
<tr><td>Модулей – 1</td><td rowspan="5">Профиль:<br>Оборудование перерабатывающих и пищевых производств<br>(название)</td><td colspan="2">Год подготовки</td></tr>
<tr><td>Смысловых модулей – 3</td><td>_2_ -й</td><td>3-й</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Общее количество<br><br>часов – 144</td><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>_4__-й</td><td>Зимняя сессия</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекции</td></tr>
<tr><td rowspan="11">Количество часов в неделю для очной формы обучения:<br><br>аудиторных – 3,5;<br>самостоятельной работы обучающегося – 3,5</td><td rowspan="11">Программа высшего образования – программа бакалавриата</td><td>_36__час.</td><td>_8__час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Практические, семинарские занятия</td></tr>
<tr><td>_-__час.</td><td>_-__час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторные занятия</td></tr>
<tr><td>_34_ час.</td><td>_8_ час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td></tr>
<tr><td>69,8 час.</td><td>_116,4__час.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Индивидуальные задания*:</td></tr>
<tr><td>4,2</td><td>__11,6_</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма промежуточной аттестации:<br>(зачет, экзамен)</td></tr>
<tr><td colspan="2">_экзамен__</td></tr>
</table>

1. Соотношение количества часов аудиторных занятий и самостоятельной работы составляет:

   для очной формы обучения - 63:63;

## 2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель учебной дисциплины:** Формирование знаний о физико-химической сущности процессов и использование основных законов термодинамики в комплексной производственно-технологической деятельности; формирование знаний о закономерностях взаимного преобразования различных видов энергии в процессах, происходящих в макроскопических системах и сопровождающихся тепловыми эффектами; формирование знаний по теории процессов теплообмена; формирование знаний необходимых для расчета и грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств; решение вопросов оптимизации работы теплоэнергетических установок и защиты окружающей среды.

**Задачи учебной дисциплины:** обеспечение базовой теплотехнической подготовки, включающей освоение основных законов термодинамики и тепломассообмена (теплопроводности, конвекции, теплового излучения), и методов их применения для анализа и расчета процессов, используемых в тепловых, холодильных машинах и других теплотехнических установках; получение навыков работы с литературными и электронными базами справочных данных; освоение методов расчета термодинамических процессов в разнообразных теплоэнергетических и низкотемпературных установках, решения практических задач, связанных с тепломассообменом в элементах энергетического оборудования; освоение методов термодинамического анализа и оценки эффективности процессов и циклов теплосиловых, теплонасосных и холодильных установок;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Б1.В.ДВ.02.01 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ» относится к дисциплинам вариативной части цикла профессиональной и практической подготовки раздел - Дисциплины свободного выбора студента

Требования к «входным» знаниям: иметь базовые знания по «Высшей математике», «Физике», «Химии».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теоретические основы теплотехники», будут использовании в таких курсах как «Процессы и аппараты пищевых производств», «Механика жидкости и газа», «Технологическое оборудование пищевых производств в отрасли», «Монтаж, эксплуатация, диагностика и ремонт оборудования отрасли», «Холодильное оборудование отрасли», также при подготовке и выполнении выпускной квалификационной работы.

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения изучения учебной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы **компетенции** и **индикаторы их достижения**:

| *Код и наименование компетенции* | *Код и наименование индикатора достижения компетенции* |
|---|---|
| ПК-3. Способен участвовать в работе над инновационными проектами, с использованием базовых методов исследовательской деятельности | ИДК-1$_{ПК-3}$ Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок.<br>ИДК-2$_{ПК-3}$ Использует базовые методы исследовательской деятельности. |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- основные параметры состояния рабочих тел, единицы их измерения, приборы для определения этих параметров;
- основные теоретические положения взаимного преобразования теплоты и работы в тепловых машинах;
- основные термодинамические характеристики рабочих тел, используемых в тепловых и холодильных машинах;
- количественные и качественные методы термодинамического анализа процессов и циклов тепловых двигателей и аппаратов;
- основные законы теплопроводности, конвективного и лучистого теплообмена;
- способы расчета процессов теплообмена, в том числе при совместном участии нескольких видов теплообмена;
- способы моделирования теплообменных процессов;
- основы расчета теплообменных аппаратов;

**уметь:**

- выполнять необходимые расчеты для грамотной эксплуатации технологического (теплового и холодильного) оборудования пищевых производств;
- подбирать и эффективно эксплуатировать теплотехническое оборудование;
- проводить необходимые термодинамические расчеты;
- анализировать характеристики систем теплотехнического оборудования;
- рассчитывать количество теплоты, передаваемое теплопроводностью, конвекцией и излучением в узлах теплотехнического оборудования;
- рассчитывать потери теплоты и тепловые сопротивления в теплотехнических системах.

**владеть:**

навыками работы с технической литературой; навыками выполнения теплотехнического анализа всех термодинамических процессов; методами расчета термодинамических процессов реальных газов и паров; основами анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности с использованием вычислительной техники и программного обеспечения; терминологией в области теплообмена, основными источниками информации и справочными данными по теплообмену; владеть инженерными методами рационального использования энергетических ресурсов.

## 5. ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Смысловой модуль 1. Основы технической термодинамики**

**Тема 1.** Основные понятия и определения термодинамики.

**Тема 2**. Газовые смеси.

**Тема 3.** Теплоемкость идеальных газов и их смесей.

**Тема 4.** Первый закон термодинамики.

**Тема 5.** Анализ термодинамических процессов

**Тема 6.** Второй закон термодинамики

**Смысловой модуль 2. Реальные газы. Водяной пар**

**Тема 7**. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов.

**Тема 8** Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара.

**Тема 9**. Циклы газовых двигателей.

**Тема 10.** Циклы паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов

**Тема 11.** Влажный воздух.

**Тема 12**. Основы кондиционирования

**Смысловой модуль 3. Теплопередача**

**Тема 13**. Введение в теплообмен.

**Тема 14**. Теплопроводность.
**Тема 15.** Нестационарная теплопроводность.
**Тема 16**. Конвективный теплообмен.
**Тема 17**. Теплообмен излучением.
**Тема 18**. Сложный теплообмен.
**Тема 19**. Теплообменные аппараты

## 6. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Название смысловых модулей и тем | Количество часов | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | очная форма обучения | | | | | | заочная форма обучения | | | | | |
| | всего | в том числе | | | | | всего | в том числе | | | | |
| | | л[1] | п[2] | лаб[3] | инд[4] | СР[5] | | л | п | лаб | инд | СР |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| **Смысловой модуль 1. Основы технической термодинамики** | | | | | | | | | | | | |
| Основные понятия и определения термодинамики. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **7,4** | 0,5 | | 0,5 | | 6,4 |
| Газовые смеси. | **8** | 2 | | 2 | | 4 | **7** | 0,5 | | 0,5 | | 6 |
| Теплоемкость идеальных газов и их смесей. | **8** | 2 | | 2 | | 4 | **7** | 0,5 | | 0,5 | | 6 |
| Первый закон термодинамики. | **8** | 2 | | 2 | | 4 | **7** | 0,5 | | 0,5 | | 6 |
| Анализ термодинамических процессов | **8** | 2 | | 2 | | 4 | **7** | 0,5 | | 0,5 | | 6 |
| Второй закон термодинамики. | **8** | 2 | | 2 | | 4 | **7** | 0,5 | | 0,5 | | 6 |
| ***Итого по смысловому модулю 1*** | **46** | **12** | | **12** | | **22** | **42,4** | **3** | | **3** | | **36,4** |
| **Смысловой модуль 2. Реальные газы. Водяной пар** | | | | | | | | | | | | |
| Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Циклы газовых двигателей | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Циклы паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Влажный воздух. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Основы кондиционирования | **5** | 2 | | 2 | | 1 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Итого по смысловому модулю 2*** | **35** | **12** | | **12** | | **11** | **36** | **3** | | **3** | | **30** |
| **Смысловой модуль 3. Теплопередача** | | | | | | | | | | | | |
| Введение в теплообмен. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Теплопроводность. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Нестационарная теплопроводность. | **6** | 2 | | 2 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Конвективный теплообмен. | **5** | 2 | | 1 | | 2 | **6** | 0,5 | | 0,5 | | 5 |
| Теплообмен излучением. | **5** | 2 | | 1 | | 2 | **10** | | | | | 10 |
| Сложный теплообмен. | **3** | 1 | | 1 | | 1 | **10** | | | | | 10 |
| Теплообменные аппараты. | **3,5** | 1 | | 1 | | 1,5 | **10** | | | | | 10 |
| ***Итого по смысловому модулю 3*** | **34,5** | **12** | | **10** | | **12,5** | **54** | **2** | | **2** | | **50** |
| ***Всего по смысловым модулям*** | **115,5** | **36** | | **34** | | **45,5** | **132,4** | **8** | | **8** | | **116,4** |
| ***Катт*** | **1,8** | | | | **1,8** | | **1,2** | | | | **1,2** | |
| ***СРэк*** | **24,3** | | | | | **24,3** | | | | | | |
| ***ИК*** | | | | | | | | | | | | |
| ***КЭ*** | **2** | | | | **2** | | **2** | | | | **2** | |
| ***Каттэк*** | **0,4** | | | | **0,4** | | **0,4** | | | | **0,4** | |
| ***Контроль*** | | | | | | | **8** | | | | **8** | |
| **Всего часов** | **144** | **36** | | **34** | **4,2** | **69,8** | **144** | **8** | | **8** | **11,6** | **116,4** |

Примечания: 1. л – лекции;
2. п – практические (семинарские) занятия;
3. лаб – лабораторные занятия;
4. инд – индивидуальные занятия;
5. СР – самостоятельная работа;

## 7. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Название темы | Количество часов | |
|---|---|---|---|
| | | очная форма | заочная/очно-заочная форма |
| 1 | Курсом не предусмотрены | --- | --- |

## 8. ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Название темы | Количество часов | |
|---|---|---|---|
| | | очная форма | заочная/очно-заочная форма |
| 1. | Основные понятия и определения термодинамики. | 2 | 0,5 |
| 2. | Газовые смеси. | 2 | 0,5 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3. | Теплоемкость идеальных газов и их смесей. | 2 | 0,5 |
| 4. | Первый закон термодинамики. | 2 | 0,5 |
| 5. | Анализ термодинамических процессов | 2 | 0,5 |
| 6. | Второй закон термодинамики. | 2 | 0,5 |
| 7. | Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. | 2 | 0,5 |
| 8. | Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара. | 2 | 0,5 |
| 9. | Циклы газовых двигателей. | 2 | 0,5 |
| 10. | Циклы паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов. | 2 | 0,5 |
| 11. | Влажный воздух. | 2 | 0,5 |
| 12. | Основы кондиционирования. | 2 | 0,5 |
| 13. | Введение в теплообмен. | 2 | 0,5 |
| 14. | Теплопроводность. | 2 | 0,5 |
| 15. | Нестационарная теплопроводность. | 2 | 0,5 |
| 16. | Конвективный теплообмен. | 1 | 0,5 |
| 17. | Теплообмен излучением. | 1 | |
| 18. | Сложный теплообмен. | 1 | |
| 19. | Теплообменные аппараты | 1 | |
| Всего: | | **34** | **8** |

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| **номер п/п** | **Название темы** | **Количество часов** | |
|---|---|---|---|
| | | **Очная форма обучения** | **заочная/очно-заочная форма** |
| **Смысловой модуль I. Основы технической термодинамики** | | | |
| 1 | Основные понятия и определения термодинамики. | 2 | 6,4 |
| 2 | Газовые смеси. | 4 | 6 |
| 3 | Теплоемкость идеальных газов и их смесей. | 4 | 6 |
| 4 | Первый закон термодинамики. | 4 | 6 |
| 5 | Анализ термодинамических процессов | 4 | 6 |
| 6 | Второй закон термодинамики. | 4 | 6 |
| **Смысловой модуль II. Реальные газы** | | | |
| 7 | Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. | 2 | 5 |
| 8 | Термодинамические процессы реальных газов и водяного пара. | 2 | 5 |
| 9 | Циклы газовых двигателей. | 2 | 5 |
| 10 | Циклы паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов | 2 | 5 |
| 11 | Влажный воздух. | 2 | 5 |
| 12 | Основы кондиционирования | 1 | 5 |
| **Смысловой модуль III. Теплопередача** | | | |
| 13 | Введение в теплообмен. | 2 | 5 |
| 14 | Теплопроводность. | 2 | 5 |
| 15 | Нестационарная теплопроводность. | 2 | 5 |
| 16 | Конвективный теплообмен. | 2 | 5 |
| 17 | Теплообмен излучением. | 2 | 10 |
| 18 | Сложный теплообмен. | 1 | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 19 | Теплообменные аппараты | 1,5 | 10 |
| | **Всего** | **45,5** | **116,4** |

## 10. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации учебной дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

1) для слабовидящих:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом или заменяются устным ответом;
2) для глухих и слабослышащих:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
   - зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования с использованием Moodle.
3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
   - лекции оформляются в виде электронного документа;
   - письменные задания заменяются устным ответом;
   - зачёт проводятся в устной форме.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для слепых и слабовидящих:
   - в печатной форме увеличенным шрифтом;
   - в форме электронного документа;
   - в форме аудиофайла.
2) для глухих и слабослышащих:
   - в печатной форме;
   - в форме электронного документа.
3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
   - в печатной форме;
   - в форме электронного документа;
   - в форме аудиофайла.

## 11. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

**Темы рефератов**

1. Третий закон термодинамики. Формулировка и основное содержание.
2. Эксергия и эксергетичекий баланс термодинамической системы.

3. Схема и цикл работы (в p-v и T-s координатах) турбореактивного двигателя.
4. Схемы и цикл работы (в p-v и T-s координатах) воздушной холодильной машины.
5. Схема и цикл работы (p-v и T-s координатах) паровой холодильной машины.
6. Реальные циклы газотурбинных установок. Примеры внедрения.
7. Действительные циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. Определение КПД двигателя.
8. Способы повышения мощности двигателей внутреннего сгорания.
9. Схема и цикл работы двигателя внешнего сгорания – двигатель Стерлинга.
10. Конструкция современных экологичнобезопастных двигателей. Область применения.
11. Теплопроводность при нестационарном тепловом режиме.
12. Особенности теплоотдачи при изменении агрегатного состояния вещества.
13. Основные критериальные числа тепломассообмена. Методика определения коэффициента тепломассопереноса.
14. Основные уравнения тепломассопереноса. Число Льюиса.
15. Особенности термодинамических процессов в градирнях.
16. Примеры конструкций теплообменников с непосредственным контактом сред.
17. Расчёт процессов в непрямых выпарных охладителях (НВО)
18. Расчёт процессов в прямых выпарных охладителях (ПВО).
19. Анализ открытых термодинамических систем.
20. Основные закономерности потока идеального газа в соплах и диффузорах.
21. Уравнения, описывающие процессы дросселирования газов и паров.
22. Работа с фазовыми таблицами ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration, and Air-Conditioning Engineers);
23. Изучение схемы и принципа работы двигателя Стирлинга.

**Контрольная работа**

***Смысловой модуль 1.*Основы технической термодинамики**

Задача 1.1

Смесь идеальных газов имеет начальные параметры $p_1$, $t_1$, нагревается при постоянном объеме до $t_2$, а затем охлаждается при постоянном давлении до начальной температуры $t_1$.

Определить: объемный состав газовой смеси; конечное давление и объем смеси; работу ($L$), теплоту ($Q$) и изменение внутренней энергии ($\Delta U$), энтальпии ($\Delta$I) и энтропии ($\Delta$S) смеси в процессах.

Изобразить процессы в ***p-v*** и ***T-s*** диаграммах.

Данные для решения задачи выбрать из таблицы 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные к задаче 1.1

| Предпослед-няя цифра шифра | Масса компонентов газовой смеси,*кг* | | | | | Давление, *МПа* | Последняя цифра шифра | Температура, $^oC$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $N_2$ | $O_2$ | $CO_2$ | $H_2O$ | $H_2$ | $p_1$ | | $t_1$ | $t_2$ |
| 0 | 2,5 | - | 1,8 | 0,7 | 0,3 | 1 | 0 | 400 | 800 |
| 1 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | - | 0,5 | 2 | 1 | 100 | 600 |
| 2 | 4,2 | 0,8 | 4,0 | 0,5 | - | 3 | 2 | 300 | 900 |
| 3 | - | 1,2 | 2,5 | 0,9 | 1,1 | 4 | 3 | 100 | 300 |
| 4 | 3,7 | - | 3,0 | 0,3 | 1,2 | 8 | 4 | 200 | 500 |
| 5 | 2,8 | 1,1 | - | 0,8 | 3,2 | 6 | 5 | 200 | 800 |
| 6 | 2,9 | 1,4 | 2,7 | - | 3,0 | 7 | 6 | 100 | 700 |
| 7 | - | 2,0 | 5,2 | 3,7 | 1,8 | 5 | 7 | 200 | 700 |
| 8 | 4,0 | - | 3,2 | 2,5 | 2,0 | 4 | 8 | 400 | 900 |
| 9 | 3,5 | 0,9 | - | 0,6 | 4,0 | 3 | 9 | 100 | 400 |

Задача 1.2

Для теоретического цикла газового поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с изохорно-изобарным подводом теплоты по заданным значениям начального давления $p_1$ и температуры $t_1$, степени сжатия $\varepsilon$, степени повышения давления $\lambda$ и степени предварительного расширения $\rho$ определить параметры состояния $p$, $v$, $T$ в характерных точках цикла, полезную работу и термический КПД.

Изобразить цикл ДВС в ***p-v*** и ***T-s*** диаграммах.

Данные необходимые для расчета задачи выбрать из таблицы 1.2.

Таблица 1.2 – Исходные данные для задачи 1.2

| Предпоследняя цифра шифра | Рабочее тело | $p_1$, *кПа* | $t_1$, $^{O}C$ | Последняя цифр шифра | $\varepsilon$ | $\lambda$ | $\rho$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | $H_2O$ | 96 | 22 | 0 | 17 | 1,6 | 1,3 |
| 1 | $N_2$ | 97 | 24 | 1 | 16 | 1,7 | 1,3 |
| 2 | *He* | 95 | 18 | 2 | 19 | 1,3 | 1,5 |
| 3 | *Воздух* | 101 | 15 | 3 | 15 | 1,5 | 1,4 |
| 4 | $CH_4$ | 98 | 32 | 4 | 14 | 1,8 | 1,3 |
| 5 | $O_2$ | 99 | 30 | 5 | 13 | 1,7 | 1,3 |
| 6 | $CO_2$ | 100 | 23 | 6 | 15 | 1,6 | 1,4 |
| 7 | *Воздух* | 97 | 25 | 7 | 16 | 1,4 | 1,6 |
| 8 | $N_2$ | 96 | 20 | 8 | 17 | 1,5 | 1,7 |
| 9 | *CO* | 95 | 17 | 9 | 18 | 1,3 | 1,4 |

## *Смысловой модуль 2.* Реальные газы

Задача 2.1

Паросиловая установка работает по циклу Ренкина. Давление пара перед турбиной $p_1$, его температура $t_1$. Адиабатное расширение пара в турбине происходит до атмосферного давления $p_2$. Определить КПД паросиловой установки. Как изменится КПД, если давление и температуру увеличить соответственно до $p'_1$ и $t'_1$, а на выходе пара из турбины установить конденсатор, в котором давление $p'_2$?

Изобразить процессы в ***i-s*** – диаграмме водяного пара.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные к задаче 2.1

| Предпоследняя цифра шифра | Давление пара перед турбиной, МПа $p_1$ | Температура пара, $^{o}$C $t_1$ | Давление пара после турбины, МПа $p_2$ | Последняя цифра шифра | Давление пара перед турбиной, МПа $p'_1$ | Температура пара, $^{o}$C $t'_1$ | Давление пара после турбины, МПа $p'_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 310 | 0,1 | 0 | 15 | 550 | 0,05 |
| 1 | 8 | 350 | 0,13 | 1 | 17 | 580 | 0,04 |
| 2 | 6 | 330 | 0,12 | 2 | 14 | 570 | 0,03 |
| 3 | 10 | 420 | 0,11 | 3 | 18 | 550 | 0,02 |
| 4 | 9 | 360 | 0,1 | 4 | 20 | 610 | 0,01 |
| 5 | 13 | 310 | 0,11 | 5 | 18,5 | 630 | 0,009 |
| 6 | 12 | 440 | 0,1 | 6 | 16 | 550 | 0,007 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 3 | 340 | 0,13 | 7 | 17,5 | 640 | 0,005 |
| 8 | 11 | 320 | 0,1 | 8 | 15,5 | 530 | 0,01 |
| 9 | 5 | 430 | 0,12 | 9 | 17 | 600 | 0,05 |

*Указание*: Рекомендовано расчет выполнить в компьютерной программе «Диаграмма HS для воды и водяного пара».

Задача 2.2

Водяной пар, имеет начальные параметры $p_1$, $x_1$, нагревается при постоянном давлении до температуры $t_2$, затем дросселируется до давления $p_3$. При давлении$p_3$ пар подается в сопло Лаваля, где расширяется до давления $p_4$. Определить: количество теплоты, подведенное к пару в процессе 1-2; изменение внутренней энергии и температуру в процессе дросселирования 2-3; конечные параметры и скорость на выходе из сопла Лаваля; расход пара в процессе изоэнтропийного истечения 3-4, если задана площадь минимального сечения сопла $f_{min}$.

Изобразить процессы в ***i-s***– диаграмме водяного пара.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные к задаче 2.2

| Предпос-ледняя цифра шифра | Давление пара, МПа $p_1$ | Степень сухости $x_1$ | Темпера-тура пара, °С $t_2$ | Последняя цифра шифра | Площадь минималь-ного пересечения сопла, м$^2$ $f_{min}.10^4$ | Давление пара, кПа $p_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 4 | 0,9 | 310 | 0 | 10 | 5 |
| 1 | 8 | 0,85 | 350 | 1 | 15 | 4 |
| 2 | 6 | 0,8 | 330 | 2 | 20 | 3 |
| 3 | 5 | 0,9 | 420 | 3 | 45 | 5 |
| 4 | 9 | 0,86 | 360 | 4 | 30 | 3 |
| 5 | 5 | 0,9 | 310 | 5 | 35 | 4 |
| 6 | 6 | 0,95 | 440 | 6 | 25 | 4,5 |
| 7 | 3 | 0,87 | 340 | 7 | 50 | 5,5 |
| 8 | 5,5 | 0,9 | 320 | 8 | 55 | 5 |
| 9 | 5 | 0,85 | 430 | 9 | 18 | 3 |

Задача 2.3

Используя ***i-s***–диаграмму, определить начальные термические параметры и количество теплоты, необходимое для перехода ***m*** кг сухого насыщенного пара в перегретый пар с параметрами ***p***, ***t***, если этот процесс проходит при: 1) постоянной температуре; 2) постоянном объеме; 3) постоянном давлении.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Исходные данные к задаче 2.3

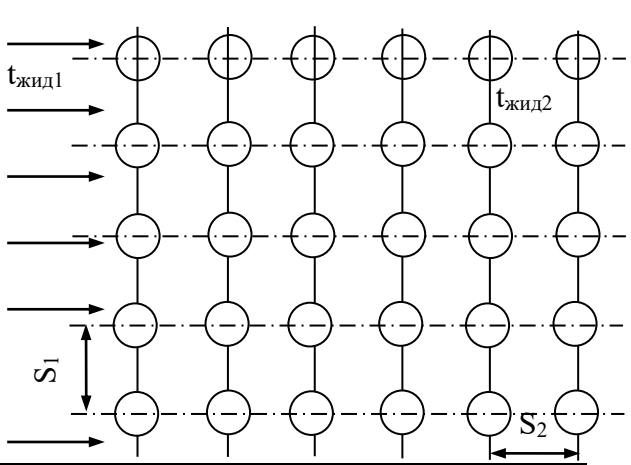
| Предпоследняя цифра шифра | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Давление пара ***p***, МПа | 2,0 | 3,0 | 1,8 | 1,0 | 0,55 | 2,5 | 1,0 | 3,0 | 1,4 | 1,5 |
| Температура пара ***t***, °С | 400 | 530 | 420 | 200 | 160 | 210 | 380 | 180 | 240 | 470 |
| Последняя цифра шифра | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Масса пара, кг ***m*** | 20 | 15 | 30 | 45 | 17 | 22 | 16 | 23 | 21 | 25 |

*Указание*: Рекомендовано расчет выполнить в компьютерной программе «Диаграмма HS для воды и водяного пара».

## *Смысловой модуль 3.* Теплопередача

Задача 3.1

Трубопровод диаметром $d \times \delta_1$ и длиной $L$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1$=45,4 Вт/(м·К), в котором течет теплоноситель с температурой $t_1$, покрыт двухслойной изоляцией: слой стекловаты ($\delta_2$, $\lambda_2$=0,038Вт/(м·К)) и слой мипоры ($\delta_3$, $\lambda_3$ =0,041 Вт/(м·К)). Учитывая то, что $\alpha_1$ и $\alpha_2$ – коэффициенты теплоотдачи, $t_{ср.}$ – температура окружающей среды, определить линейные коэффициенты термического сопротивления, линейную плотность теплового потока с изоляцией и без нее, температуру на границе соприкосновения слоев изоляции. Сравнить тепловые потоки до и после нанесения изоляции.




Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные к задаче 3.1

| Предпоследняя цифра шифра | Диаметр, мм | Толщина трубы, мм | Толщина стекловаты, мм | Толщина мипори, мм | Температура теплоносителя, °С | Последняяцифра шифра | Длина трубы, мм | Температура среды, °С | Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² К) | Коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² К) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d$ | $\delta_1$ | $\delta_2$ | $\delta_3$ | $t_1$ | | $L$ | $t_{сер.}$ | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ |
| 0 | 40 | 5 | 14 | 12 | 22 | 0 | 2,5 | -3 | 5 | 50 |
| 1 | 57 | 5 | 14 | 10 | 20 | 1 | 3,0 | 0 | 7 | 120 |
| 2 | 38 | 3 | 16 | 15 | 23 | 2 | 2,0 | -5 | 8 | 100 |
| 3 | 60 | 5 | 15 | 14 | 25 | 3 | 1,0 | -5 | 16 | 250 |
| 4 | 76 | 5 | 15 | 13 | 18 | 4 | 0,8 | -10 | 9 | 157 |
| 5 | 85 | 5 | 16 | 15 | 16 | 5 | 4,0 | -8 | 7 | 260 |
| 6 | 40 | 4 | 14 | 8 | 15 | 6 | 5,0 | -7 | 10 | 240 |
| 7 | 66 | 4 | 14 | 12 | 14 | 7 | 1,8 | -15 | 17 | 355 |
| 8 | 72 | 5 | 16 | 14 | 18 | 8 | 3,2 | 0 | 8 | 80 |
| 9 | 45 | 3 | 17 | 10 | 20 | 9 | 1,5 | 2 | 15 | 270 |

Задача 3.2

Трубчатый воздухонагреватель предполагается выполнить из труб диаметром $d$, расположенных в коридорном порядке с поперечным и продольными шагами $S_1=S_2=2,5d$. Количество труб в одном ряду поперек потока выбрано $m$, количество рядов $n$ (см. рис. к задаче).

Температуры воздуха, поступающего в подогреватель, $t_{возд1}$ и на выходе из подогревателя $t_{возд2}$. Температура внешней поверхности труб задана и равна $t_c$. Какой длины должны быть трубы, чтобы при скорости воздуха в узком сечении пучка $\omega$м/с количество теплоты, которое передается воздуху, составляло $Q$ кВт.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3.2.

Таблица 3.2 – Исходные данные к задаче 3.2

| Предпоследняя цифра шифра | Диаметр, мм | Количество труб | Количество рядов труб | Температура воздуха, | | Последняя цифра шифра | Температура трубы, °С | Скорость воздуха, м/с | Количество теплоты, кВт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d$ | $m$ | $n$ | $t_{возд.1}$ | $t_{возд.2}$ | | $t_c$ | $\omega$ | $Q$ |
| 0 | 35 | 5 | 4 | 17 | 60 | 0 | 130 | 6 | 200 |
| 1 | 40 | 6 | 4 | 20 | 80 | 1 | 150 | 10 | 125 |
| 2 | 50 | 8 | 6 | 15 | 60 | 2 | 120 | 8 | 100 |
| 3 | 60 | 5 | 5 | 25 | 85 | 3 | 130 | 6 | 200 |
| 4 | 45 | 7 | 5 | 23 | 75 | 4 | 140 | 9 | 150 |
| 5 | 55 | 8 | 6 | 18 | 70 | 5 | 155 | 7 | 160 |
| 6 | 65 | 6 | 4 | 20 | 85 | 6 | 135 | 10 | 140 |
| 7 | 35 | 5 | 4 | 17 | 60 | 7 | 110 | 7 | 155 |
| 8 | 40 | 9 | 6 | 30 | 90 | 8 | 115 | 8 | 180 |
| 9 | 50 | 7 | 7 | 25 | 70 | 9 | 125 | 5 | 170 |

Указание: При решении задачи параметры воздуха для расчета коэффициентов теплоотдачи принять из таблиц.

Задача 3.3

Теплообменник типа «труба в трубе» изготовлен из внутренней стальной трубы длиной $L$, диаметром $d_2/d_1$ и внешней трубы диаметром $D_3$. Греющий теплоноситель с температурой $t'_1$в количестве $G_1$ подается во внутреннюю трубу, а нагреваемый теплоноситель, с температурой$t'_2$ в количестве $G_2$ поступает в наружную трубу, где нагревается на 40°С. Определить исходные температуры обоих теплоносителей и количество передаваемой теплоты по прямоточной и противоточной схеме движения. При расчете коэффициентов теплоотдачи со стороны греющей среды и нагреваемой жидкости, за определяющие принять входные температуры теплоносителей.

Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные к задаче 3.3

| Пред-последняя цифра | Греющий теплоно-ситель | $G_1$, *кг/с* | $t'_1$, *°С* | $L$, *м* | Послед-няя цифра | Среда, которая нагре-вается | $G_2$, *кг/с* | $t'_2$, *°С* | $d_1$, *мм* | $d_2$, *мм* | $D_3$, *мм* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Вода | 1,5 | 95 | 6,0 | 0 | Вода | 1,25 | 15 | 50 | 56 | 76 |
| 1 | Вода | 1,6 | 90 | 2,0 | 1 | Воздух | 1,55 | 30 | 80 | 86 | 100 |
| 2 | Водяной пар | 3,0 | 200 | 1,5 | 2 | Воздух | 1,5 | 35 | 60 | 64 | 85 |
| 3 | Вода | 1,55 | 135 | 1,0 | 3 | Вода | 0,75 | 20 | 50 | 64 | 80 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Водяной пар | 2,65 | 300 | 2,5 | 4 | Воздух | 0,8 | 30 | 95 | 100 | 130 |
| 5 | Вода | 2,75 | 98 | 3,0 | 5 | Вода | 0,9 | 25 | 70 | 82 | 120 |
| 6 | Дымовые газы | 1,6 | 200 | 4,0 | 6 | Воздух | 1,2 | 35 | 45 | 51 | 70 |
| 7 | Водяной пар | 2,0 | 250 | 3,5 | 7 | Вода | 1,3 | 20 | 75 | 85 | 110 |
| 8 | Дымовые газы | 2,25 | 300 | 2,25 | 8 | Воздух | 0,45 | 33 | 63 | 73 | 91 |
| 9 | Вода | 3,25 | 160 | 3,8 | 9 | Воздух | 1,3 | 10 | 75 | 87 | 95 |

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Система оценивания по учебной дисциплине по очной форме обучения*

| **Форма контроля** | **Макс. количество баллов** | |
|---|---|---|
| | **За одну работу** | **Всего** |
| Текущий контроль: | | |
| - дискуссия, устный опрос, собеседование (по каждой теме дисциплины) | 1 | 5 |
| - реферат (по темам, изучаемым в дисциплине) | 5 | 5 |
| - тестирование (по каждому модулю) | | |
| - разноуровневые задачи и задания (по каждой теме дисциплины) | 2 | 10 |
| - текущий модульный контроль | 5 | 20 |
| Промежуточная аттестация | экзамен | 60 |
| **Итого за семестр** | 100 | |

* в соответствии с утвержденными оценочными материалами по учебной дисциплине

**Перечень вопросов к экзамену**:

**Смысловой модуль I. Основы технической термодинамики**

1. Основные понятия и исходные положения технической термодинамики.
2. Термические параметры состояния рабочих тел. Единицы измерения. Уравнение состояния идеальных газов.
3. Калорические параметры состояния рабочих тел. Единицы измерения.
4. Газовые смеси. Законы газовых смесей. Молекулярная масса газовой смеси. Уравнение состояния для газовой смеси и компонентов.
5. Теплоемкость идеальных газов. Виды теплоемкостей. Связь между ними. Расчет количества теплоты.
6. Зависимость теплоемкости идеальных газов от температуры. Расчет количества тепла через средние теплоемкости.
7. Формулировки и математическое выражение первого закона термодинамики.
8. Теплота и работа как функции процесса. Аналитическое выражение теплоты и работы через параметры состояния. Графическое изображение.
9. Общая схема исследования термодинамических процессов идеального газа.
10. Аналитическое исследование изохорного процесса.
11. Аналитическое исследование изобарного процесса.
12. Аналитическое исследование изотермического процесса.
13. Аналитическое исследование адиабатного процесса.
14. Аналитическое исследование политропного процесса

**Смысловой модуль II. Реальные газы.**

15. Реальные газы. Основные понятия и определения. Термодинамические диаграммы реальных газов.

16. *I-s* диаграмма состояния водяного пара. Определение параметров состояния водяного пара.

17. Построение процессов реальных газов и их расчет с помощью фазовых диаграмм.

18. Основные положения термодинамики потока рабочего тела (уравнение неразрывности струи, первый закон термодинамики для потока).

19. Понятие о сопловом и диффузорном течении газа или пара. Скорость истечения, секундный расход, располагаемое теплопадение при адиабатном истечении.

20. Критические параметры истечения. Сопло Лаваля. Расчет процесса истечения через сопло Лаваля.

21. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью *i-s* диаграмм.

22. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса и его практическое использование. Графическое изображение процесса в тепловых диаграммах.

23. Второй закон термодинамики, его сущность и формулировки. Эффективность циклов.

24. Прямой и обратный циклы Карно. Научное значение цикла Карно.

25. Классификация тепловых машин.

26. Теоретический цикл ДВС с изохорным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.

27. Теоретический цикл ДВС с изобарным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.

28. Теоретический цикл ДВС со смешанным подводом тепла. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.

29. Принципиальная схема и теоретический цикл газотурбинной установки. Тепловой расчет цикла. Термический КПД.

30. Принципиальная схема паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Термический КПД цикла.

31. Принципиальная схема и цикл воздушной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.

32. Принципиальная схема и цикл паровой компрессионной холодильной машины. Тепловой расчет цикла. Холодильный коэффициент.

33. Принципиальная схема и работа абсорбционной холодильной машины. Коэффициент использования теплоты.

34. Принципиальная схема и работа пароэжекторной холодильной машины. Коэффициент использования теплоты.

35. Что такое влажный воздух?

36. Какая разница между насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?

37. Закон Дальтона о влажном воздухе.

38. Что называется абсолютной влажностью? Какая разница абсолютной влажности от влажного содержания?

39. С каких изолиний составляется *i-d* диаграмма?

40. Изображение основных процессов в *i-d* диаграмме влажного воздуха

41. По каким законам происходит процесс нагревания влажного воздуха?

42. По каким законам выполняется процесс увлажнения воздуха в оросительной камере?

43. Поверхностные воздухоохладители. Их назначение и конструкция. Изображение в диаграмме процессов, проходящих в поверхностных воздухоохладителях

44. Тепловой и влажностной балансы кондиционируемого помещения.

45. Как рассчитать теплопритоки в зал ресторана?

46. Как рассчитать теплопритоки в горячий цех комбината питания?

47. Что такое влагопритоки? Общая методика расчета влагопритоков в помещение.

48. Что входит в понятия «кондиционирование» воздуха и «система кондиционирования воздуха»?

49. Схема технологического кондиционирования.

50. Схема комфортно-технологического кондиционирования.

51. Схема комфортного кондиционирования.

52. Типы кондиционеров.

**Смысловой модуль III. Теплопередача**

53. Основные понятия и определения теории теплообмена. Виды переноса теплоты.

54. Теплообмен теплопроводностью. Закон Фурье для стационарного режима. Коэффициент теплопроводности.

55. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности.

56. Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки при стационарном режиме.

57. Теплопроводность цилиндрической одно- и многослойной стенки при стационарном режиме.

58. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Факторы, влияющие на коэффициент.

59. Сущность, основные понятия и определения теории подобия. Критерии подобия. Основные критерии подобия конвективного теплообмена.

60. Конвективный теплообмен при вынужденном, свободном движении и фазовых переходах жидкости. Общий вид критериальных уравнений.

61. Теплообмен изучением. Основные понятия. Законы теплового излучения. Приведенный коэффициент излучения.

62. Теплопередача как частный случай сложного вида теплообмена. Коэффициент теплопередачи. Термическое сопротивление.

63. Назначение и классификация теплообменных аппаратов.

64. Теплопередача в теплообменных аппаратах при переменной температуре теплоносителей. Баланс тепла. Средний температурный напор.

65. Конструкторский и поверочный расчет теплообменных аппаратов.

## 13. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

| **Максимальное количество баллов за текущий контроль и самостоятельную работу** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **Максимальная сумма баллов** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Смысловой модуль 1.** | | | | | | **Смысловой модуль 2.** | | | | | | **Смысловой модуль 3.** | | | | | | | **Текущий контроль** | **Экзамен** | **Все виды учебной деятельности** |
| Т1 | Т2 | Т3 | Т4 | Т5 | Т6 | Т7 | Т8 | Т9 | Т10 | Т11 | Т12 | Т13 | Т14 | Т15 | Т16 | Т17 | Т18 | Т19 | | | |
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | |
| **10** | | | | | | **15** | | | | | | **15** | | | | | | | **40** | **60** | **100** |

Соответствие государственной шкалы оценивания академической успеваемости

| Сумма баллов за все виды учебной деятельности | По государственной шкале | Определение |
|---|---|---|
| 90 - 100 | «Отлично» (5) | отличное выполнение с |

| | | |
|---|---|---|
| | | незначительным количеством неточностей |
| 80 - 89 | «Хорошо» (4) | в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 10%) |
| 75 - 79 | | в целом правильно выполненная работа с незначительным количеством ошибок (до 15%) |
| 70 - 74 | «Удовлетворительно» (3) | неплохо, но со значительным количеством недостатков |
| 60 - 69 | | выполнение удовлетворяет минимальные критерии |
| 35 - 59 | «Неудовлетворительно» (2) | с возможностью повторной аттестации |
| 0 - 34 | | с обязательным повторным изучением дисциплины |

## 14. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Основная литература**

1. Теплотехника [ Электронный ресурс ] : учебник для вузов / А. А. Александров [и др.] ; ред. А. М. Архарова, В. Н. Афанасьева . ─ 5-е изд. ─ М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 . ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

2. Теплообмен: теория и практика [ Текст ] : рекоменд. М-вом образования и науки ДНР как учеб. для высш. образоват. учреждений / [коллектив авт.: В. В. Карнаух, А. Б. Бирюков, С. И. Гинкул , К. А. Ржесик, П. А. Гнитиев] ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, ГОУ ВПО "Донец. нац. техн. ун-т" . ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2018 . ─ 327, [1] с. : табл., рис.

3. Стоянов, Н. И. Теоретические основы теплотехники (техническая термодинамика и тепломассообмен) : учебное пособие / Н. И. Стоянов, С. С. Смирнов, А. В. Смирнова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 226 c. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63139.html (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

**Дополнительная литература**

1. Амирханов, Д. Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д. Г. Амирханов, Р. Д. Амирханов ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 264 c. — ISBN 978-5-7882-1664-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/63486.html (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Холодильное оборудование предприятий пищевой промышленности [Текст] : учеб. пособие / В. В. Осокин [и др.] ; М-во образования и науки Украины, Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, Одес. нац. акад. пищевых технологий. - Донецк, О. : [ДонНУЭТ], 2011. - 255 *с.*

**Электронные ресурсы***:*

1. Карнаух В.В. Теплотехника. Тепломассообмен [ Электронный ресурс ]: методические указания для самостоятельного изучения дисцисплин для студ. напр. подг. 13.03.03

Энергетическое машиностроение (Профиль: Холодильные машины и установки), 15.03.02 Технологические машины и оборудование (Профиль: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств), 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения/ В.В.Карнаух, Б.Ю.Байда – Донецк: ДОННУЭТ, 2022. – 90с. Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

2. Теплотехника. Техническая термодинамика [ Электронный ресурс ]: методические указания для самостоятельного изучения дисциплины для студентов направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение (Профили: Холодильные машины и установки, Энергоэффективность и энергосбережение на промышленном предприятии, Технологии проектирования энергетических систем холодильной и криогенной техники, Автоматические системы энергетических установок), 15.03.02 Технологические машины и оборудование (Профиль: Оборудование перерабатывающих и пищевых производств) очной и заочной форм обучения / В.В. Карнаух, Д.А. Угланов, Ю.В. Пьянкова, А.С. Коновал – Донецк : ДОННУЭТ, 2022. – 90 с. Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

3. Карнаух В.В. Техническая термодинамика [ Электронный ресурс ] : 19.03.04 «Технология продукции и организация обществ. питания» (спец. Технологии в ресторан. хоз-ве) образоват. уровня – бакалавриат, оч. и заоч. форм обучения : конспект лекций для студентов направлений подготовки 13.03.03 «Энергет. машиностроение» (профиль «Холодил. машины и установки»), 15.03.02 «Технолог. машины и оборуд.» (профиль «Оборуд. перераб. и пищ. п-в») / В. В. Карнаух ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холодильной и торговой техники имени Осокина В.В. ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2019 . ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

4. Карнаух, В. В. Теплотехника [ Электронный ресурс ] : метод. указания для для самостоятельного изучения модуля «Техническая термодинамика», для студентов направлений подготовки 15.03.02 «Технолог. машины и оборуд.» (профиль «Оборуд. перераб. и пищ. пр-в» : направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (профиль «Холодильные машины и установки»), 19.03.04 «Технология продукции и организация общественного питания», образовательного уровня – бакалавриат, оч. и заоч. форм обучения / В. В. Карнаух ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холодил. и торговой техники . ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2017 . ─ Локал. компьютер. сеть НБ ДонНУЭТ.

5. Теплотехника: метод. указ. к самост. изуч. темы «Реальные газы. водяной пар» для обуч.направл подг.: 13.03.03 Энергетическое машиностроение, 15.03.02 Технологические машины и оборудование, 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, 21.05.04 Горное дело очн. и заоч. форм обучения / В.В. Карнаух, А.Н. Лебедев; Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского, каф. холод.и торг. техники, Донец. нац. техн. ун-т, каф. пром. теплоэнерг. – Донецк: ДонНУЭТ-ДонНТУ, 2023. – 36 с.

6. Карнаух, В. В. Теплотехника [ Электронный ресурс ] : профиль «Холодильные машины и установки», 19.03.04 «Технология продукции и организации общественного питания», образоват. уровня – бакалавриат, оч. и заоч. форм обучения : метод. указания для выполнения лабораторных работ для студентов направлений подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборуд.», профиль «Оборуд. перераб. и пищ. пр-в», 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» / В. В. Карнаух, Ю. В. Пьянкова ; М-во образования и науки ДНР, ГО ВПО "Донец. нац. ун-т экономики и торговли им. Михаила Туган-Барановского", Каф. холодильной и торговой техники . ─ Донецк : ДонНУЭТ, 2018 . ─ Локал. компьютер сеть НБ ДонНУЭТ.

7. Карнаух, В.В. Кондиционирование воздуха [электр.ресурс]: консп.лекц. для студ. напр. подг. 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» (профиль «Холодильные машины и установки»), 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Оборудование перерабатывающих и пищевых и производств»), образовательного уровня – бакалавриат, очной и заочной форм обучения/ В.В.Карнаух, – Донецк: ГО ВПО «ДонНУЭТ», 2019. – 90 с.

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Автоматизированная библиотечная информационная система UNILIB [Электронный ресурс] – Версия 1.100. – Электрон. дан. – [Донецк, 1999- ]. – Локал. сеть Науч. б-ки ГО ВПО Донец. нац. ун-та экономики и торговли им. М. Туган-Барановского. – Систем. требования: ПК с процессором ; Windows ; транспорт. протоколы TCP/IP и IPX/SPX в ред. Microsoft ; мышь. – Загл. с экрана.
2. IPRbooks: Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : [«АЙ Пи Эр Медиа»] / [ООО «Ай Пи Эр Медиа»]. – Электрон. текстовые, табл. и граф. дан. – Саратов, [2018]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru. – Загл. с экрана.
3. Elibrary.ru [Электронный ресурс] : науч. электрон. б-ка / ООО Науч. электрон. б-ка. – Электрон. текстовые. и табл. дан. – [Москва] : ООО Науч. электрон. б-ка., 2000- .– Режим доступа : https://elibrary.ru. – Загл. с экрана.
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс] / [ООО «Итеос» ; Е. Кисляк, Д. Семячкин, М. Сергеев]. – Электрон. текстовые дан. – [Москва : ООО «Итеос», 2012-]. – Режим доступа : http://cyberleninka.ru. – Загл. с экрана.
5. Национальная Электронная Библиотека.
6. «Полпред Справочники» [Электронный ресурс] : электрон. б-ка / [База данных экономики и права]. – Электрон. текстовые дан. – [Москва : ООО «Полпред Справочники», 2010-]. – Режим доступа : https://polpred.com. – Загл. с экрана.
7. Book on lime : Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : ООО «Книжный дом университета». – Электрон. текстовые дан. – Москва, 2017. – Режим доступа :https://bookonlime.ru.– Загл. с экрана.
8. Университетская библиотека ONLINE : Электронно-библиотечная система [Электронный ресурс] : ООО «Директ-Медиа». – Электрон. текстовые дан. – [Москва], 2001. – Режим доступа : https://biblioclub.ru**.** – Загл. с экрана.
9. Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого национального университета экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского [Электронный ресурс] / НБ ДонНУЭТ. – Электрон. дан. – [Донецк, 1999-]. – Режим доступа: http://catalog.donnuet.education – Загл. с экрана.

## 16. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекции-презентации, представленные в компьютерной программе Power Point: «Теплоемкость идеальных газов», «Реальные газы», «Теплопроводность», «Классификация теплообменных аппаратов», «Теплоотдача» Компьютеризированные мини-фильмы на тему «Классификация и принцип работы ДВС», «Работа теплового насоса», «Принцип работы холодильника», «Принцип работы солнечных коллекторов», демонстрируемых на плазменной панели.

Комплект фазовых диаграмм *I-s, ι-d, t-d*.

Модель двигателя внутреннего сгорания.

Модель автономного кондиционера. Действующая модель сплит-системы. Методические разработки по разделам курса (название в разделе "Дополнительная учебно-методическая литература"). Лабораторные стенды по определению коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи.

Дистанционный курс в оболочке Moodle.

1. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме влажного воздуха, ссылка: https://www.youtube.com/watch?v=ouPU6W5MBi0&t=47s
2. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме холодильные агенты, Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=VC4xrWazdpI&t=114s
3. Лекция на канале YOUTUBE «Дистанционное обучение ДонНУЭТ» по теме «Фазовые диаграммы реальных газов» Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=ZyZvM5nQknA&t=102s

## 17. КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Фамилия, имя, отчества | Условия привлечения (по основному месту работы, на условиях внутреннего/ внешнего совместительства; на условиях договора гражданско-правового характера (далее – договор ГПХ) | Должность, ученая степень, ученое звание | Уровень образования, наименование специальности, направления подготовки, наименование присвоенной квалификации | Сведения о дополнительном профессиональном образовании* |
|---|---|---|---|---|
| Карнаух Виктория Викторовна | По основному месту работы | Должность-профессор кафедры холодильной и торговой техники имени В.В. Осокина, доктор технических наук, ученое звание – доцент | Высшее, оборудование перерабатывающих и пищевых производств, инженер-механик, диплом доктора технических наук ДОК №005148 | 1. Сертификат о прохождении очного повышения квалификации по программе «Энергомашиностро-ение» (объем 36 час.) в институте двигателей и энергетических установок ФГАОУВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.Королева», г. Самара) с 18 по 29 апреля 2022г.<br>2. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829972 от 27.05.2022г. «Работа в электронной информационно-образовательной среде» ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва;<br>3. Свидетельство о повышении квалификации № 771802829900 от 27.05.2022г. «Цифровая трансформация управления» ФГБОУВО «Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова», г. Москва.<br>4. Удостоверение о повышении квалификации № 612400031805 от 09.06.2023г. «Организационно-методические аспекты разработки и реализации программ высшего образования по направлениям подготовки физико-технические науки и |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | технологии» ФГБОУВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону.<br>5. Удостоверение № 612400044003 о повышении квалификации ДГТУ «Научно-технологическое развитие РФ в области АПК и машиностроения» с 17-19.09.2024г. ;<br>6. Удостоверение № 7220324004406 о повышении квалификации Тюменский гос.университет «Методика антикоррупционного просвещения и воспитания в организациях высшего образования;<br>выписка из протокола заседания кафедры № 5 от 14.10.2024 о внедрении результатов в учебный процесс |
| Байда Борис Юрьевич | По основному месту работы | Должность – старший преподаватель | Высшее Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, 2018 г., магистр по оборудованию перерабатывающих и пищевых производств, | 1. ГО ВПО «ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского», программа ЦДПО «Деловой русский язык и культура речи», объем 70 час. Сертификат о повышении квалификации № 423/20 от 25.12.2020г.<br>2. ГО ВПО «ДонНУЭТ имени Михаила Туган-Барановского», «Школа педагогического мастерства», объем 20 час. Сертификат о повышении квалификации № 431 от 25.09.2021г<br>3. Удостоверение о повышении квалификации №1-15367 «Актуальные вопросы преподавания в образовательных учреждениях высшего образования: нормативно-правовое, психолого-педагогическое и методическое сопровождение», 24 часа, ФГБОУ ВО Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, 2023г.<br>4. Аспирант 4-го года подготовки (з.ф.о.) |