

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шатин Иван Андреевич  
Должность: Директор Института агроинженерии  
Дата подписания: 31.05.2023 21:48:30  
Уникальный программный ключ:  
da057a02db1732c5528e8ed3a8e71c9119d58781

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института агроинженерии

 И.А.Шатин

«25» апреля 2023 г.

Кафедра «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.16 ТЕПЛОТЕХНИКА**

Направление подготовки **35.03.06 Агроинженерия**

Направленность **Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Квалификация – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 23.08.2017 г. №813. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **35.03.06 Агроинженерия, направленность - Технологии и оборудование пищевых и перерабатывающих производств.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

Составитель – старший преподаватель Волкова О.С.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»

«06» апреля 2023 г. (протокол № 6).

Зав. кафедрой «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов»,  
доктор технических наук, доцент

В.М. Попов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией Института агроинженерии

«21» апреля 2023 г. (протокол №5).

Председатель методической комиссии  
Института агроинженерии ФГБОУ ВО  
Южно-Уральский ГАУ, кандидат  
технических наук

Е.А. Лещенко

Директор Научной библиотеки



И.В. Шатрова

## СОДЕРЖАНИЕ

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП .....  | 4  |
| 1.1. | Цель и задачи дисциплины.....  | 4  |
| 1.2. | Компетенции и индикаторы их достижений .....   | 4  |
| 2.   | Место дисциплины в структуре ОПОП.....   | 4  |
| 3.   | Объем дисциплины и виды учебной работы .....   | 4  |
| 3.1. | Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....  | 5  |
| 3.2. | Распределение учебного времени по разделам и темам.....  | 5  |
| 4.   | Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку.....   | 6  |
| 4.1. | Содержание дисциплины .....  | 7  |
| 4.2. | Содержание лекций.....   | 9  |
| 4.3. | Содержание лабораторных занятий .....  | 11 |
| 4.4. | Содержание практических занятий .....  | 12 |
| 4.5. | Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....  | 12 |
| 5.   | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....  | 14 |
| 6.   | Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....  | 14 |
| 7.   | Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины .....  | 15 |
| 8.   | Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....  | 15 |
| 9.   | Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....  | 15 |
| 10.  | Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем..... | 16 |
| 11.  | Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....  | 16 |
|      | Приложение. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся .....  | 18 |
|      | Лист регистрации изменений .....   | 35 |

# 1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

### Цель дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия должен быть подготовлен к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: производственно-технологической; проектной.

**Цель дисциплины** – сформировать у студентов систему фундаментальных знаний по теплотехнике, необходимых для последующей подготовки бакалавра, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

### Задачи дисциплины:

- изучить основные законы термодинамики и теплообмена и овладеть методами их применения в практической деятельности;
- сформировать основы научного мировоззрения теории газов;
- научиться выделять теплотехническое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- овладеть методами решения инженерных задач.

## 1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН |  |
|---|-----------------|--|
| ИД-1 <sub>ОПК-1</sub><br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | знания          | Обучающийся должен знать: основные законы термодинамики и теплопередачи для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.16-З.1)           |
|   | умения          | Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и теплообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.16-У.1) |
|   | навыки          | Обучающийся должен владеть: навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты - (Б1.О.16-Н.1)  |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплотехника» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается:

- очная форма обучения в 6 семестре;
- заочная форма обучения на 4 курсе.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

| Вид учебной работы   | Количество часов        |                           |                                |
|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|  | по очной форме обучения | по заочной форме обучения | по очно-заочной форме обучения |
| <b>Контактная работа (всего), в том числе практическая подготовка*</b> | <b>70</b>               | <b>16</b>                 | <b>-</b>                       |
| Лекции (Л)   | 28                      | 8                         | -                              |
| Практические занятия (ПЗ)  | 28                      | 6                         | -                              |
| Лабораторные занятия (ЛЗ)  | 14                      | 2                         | -                              |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>                         | <b>47</b>               | <b>119</b>                | <b>-</b>                       |
| <b>Контроль</b>  | <b>27</b>               | <b>9</b>                  | <b>-</b>                       |
| <b>Итого</b>   | <b>144</b>              | <b>144</b>                | <b>-</b>                       |

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

#### Очная форма обучения

| № темы   | Наименование раздела и темы                       | Всего часов | В том числе       |    |    |    |          |
|--|---|-------------|-------------------|----|----|----|----------|
|  |   |             | Контактная работа |    |    | СР | Контроль |
|  |   |             | Л                 | ЛЗ | ПЗ |    |          |
| 1  | 2   | 3           | 4                 | 5  | 6  | 7  | 8        |
| <b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>               |   |             |                   |    |    |    |          |
| 1.1  | Введение. Основные понятия и определения          | 8           | 2                 | 2  | 2  | 2  | х        |
| 1.2  | Термодинамические процессы                        | 6           | 2                 | х  | 2  | 2  | х        |
| 1.3  | Круговые процессы                                 | 18          | 8                 | 2  | 6  | 2  | х        |
| 1.4  | Водяной пар                                       | 6           | 2                 | х  | 2  | 2  | х        |
| 1.5  | Влажный воздух                                    | 10          | 2                 | 2  | 4  | 2  | х        |
| <b>Раздел 2. Основы теории теплообмена</b>               |   |             |                   |    |    |    |          |
| 2.1  | Основы теории теплообмена                         | 8           | 2                 | 4  | х  | 2  | х        |
| 2.2.   | Теплообменные аппараты                            | 8           | 2                 | 2  | 2  | 2  | х        |
| <b>Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве</b> |   |             |                   |    |    |    |          |
| 3.1  | Отопление. Вентиляция и кондиционирование воздуха | 8           | 2                 | 2  | х  | 4  | х        |
| 3.2  | Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов   | 31          | 2                 | х  | 8  | 21 | х        |

|     |   |            |           |           |           |           |           |
|-----|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 3.3 | Системы теплоснабжения  | 8          | 2         | х         | 2         | 4         | х         |
| 3.4 | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, вторичные энергоресурсы и энергосбережение | 6          | 2         | х         | х         | 4         | х         |
|     | Контроль  | 27         | х         | х         | х         | х         | 27        |
|     | <b>Итого</b>  | <b>144</b> | <b>28</b> | <b>14</b> | <b>28</b> | <b>47</b> | <b>27</b> |

### Заочная форма обучения

| № темы   | Наименование раздела и темы   | Всего часов | В том числе       |          |          |            |          | Контроль |
|--|---|-------------|-------------------|----------|----------|------------|----------|----------|
|  |   |             | Контактная работа |          |          | СР         |          |          |
|  |   |             | Л                 | ЛЗ       | ПЗ       |            |          |          |
| 1  | 2   | 3           | 4                 | 5        | 6        | 7          | 8        |          |
| <b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>               |   |             |                   |          |          |            |          |          |
| 1.1  | Введение. Основные понятия и определения  | 9           | 1                 | 2        | х        | 6          | х        |          |
| 1.2  | Термодинамические процессы  | 7           | 1                 | х        | х        | 6          | х        |          |
| 1.3  | Круговые процессы   | 13          | 3                 | х        | 2        | 8          | х        |          |
| 1.4  | Водяной пар   | 11          | 1                 | х        | 2        | 8          | х        |          |
| 1.5  | Влажный воздух  | 11          | 1                 | х        | 2        | 8          | х        |          |
| <b>Раздел 2. Основы теории теплообмена</b>               |   |             |                   |          |          |            |          |          |
| 2.1  | Основы теории теплообмена   | 7           | 1                 | х        | х        | 6          | х        |          |
| 2.2.   | Теплообменные аппараты  | 9           | х                 | х        | х        | 9          | х        |          |
| <b>Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве</b> |   |             |                   |          |          |            |          |          |
| 3.1  | Отопление. Вентиляция и кондиционирование воздуха   | 8           | х                 | х        | х        | 8          | х        |          |
| 3.2  | Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов   | 48          | х                 | х        | х        | 48         | х        |          |
| 3.3  | Системы теплоснабжения  | 6           | х                 | х        | х        | 6          | х        |          |
| 3.4  | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, вторичные энергоресурсы и энергосбережение | 6           | х                 | х        | х        | 6          | х        |          |
|  | Контроль  | 9           | х                 | х        | х        | х          | 9        |          |
|  | <b>Итого</b>  | <b>144</b>  | <b>8</b>          | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>119</b> | <b>9</b> |          |

### 4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью

## 4.1 Содержание дисциплины

### Раздел 1. Техническая термодинамика

**Введение. Основные понятия и определения.** Предмет технической термодинамики и ее методы. Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные задачи курса.

Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамическая система. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси. Соотношение между массовыми, объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси. Определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси. Определение давлений компонентов.

Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

Первый закон термодинамики. Сущность закона. Формулировка закона. Аналитическое выражение закона для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния,  $p$ - $v$ -диаграмма. Энтальпия.

Второй закон термодинамики. Основные формулировки закона. Аналитическое выражение закона. Энтропия.  $T$ - $s$ -диаграмма.

Смещение газов.

### Термодинамические процессы

Общее понятие о термодинамическом процессе. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение в координатах  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$ . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса.

### Круговые процессы

Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.

Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, с комбинированным подводом теплоты. Изображение циклов в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ - диаграммах. Сравнительный анализ циклов ДВС. Реальные циклы ДВС

Циклы газотурбинных установок (ГТУ): с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ. Изображение циклов в  $p$ - $v$  и  $T$ - $s$  диаграммах. Термодинамические КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ГТУ.

Цикл идеального компрессора. Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение циклов в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ - диаграммах.

Цикл холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл кондиционера.

**Водяной пар.** Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ - координатах. Термодинамические таблицы воды и водяного пара.  $p$ - $v$ -,  $T$ - $s$ -,  $I$ - $s$ - диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц. Истечение и дросселирование газов и паров.

**Влажный воздух.** Определение понятия «Влажный воздух». Основные величины, характеризующие состояния влажного воздуха.  $I$ - $d$ - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

## **Раздел 2. Основы теории тепломассообмена**

### **Основы теории теплообмена**

Предмет и задачи теории. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

Теплообмен теплопроводностью. Основные понятия и определения. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки, цилиндрической и сферической стенок.

Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана, коэффициент теплоотдачи.

Теплообмен излучением. Основные понятия и определения, тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами.

Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция.

### **Основы расчета теплообменных аппаратов**

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчет теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых аппаратов.

## **Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве**

### **Отопление. Вентиляция и кондиционирование воздуха**

Отопление зданий и помещений. Мощность системы отопления. Общие сведения, классификация систем отопления. Виды теплоносителей систем отопления. Отопительные (нагревательные) приборы. Классификация. Системы водяного отопления. Классификация и устройство систем водяного отопления. Воздушное отопление. Классификация и устройство систем воздушного отопления. Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений. Влияние параметров микроклимата на продуктивность сельскохозяйственного производства. Классификация и устройство систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений. Расчет воздухообмена. Выбор и расчет оборудования

### **Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов.**

Определение сушки. Сушка сельскохозяйственных продуктов. Способы сушки: естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная. Технологические основы хранения продукции растениеводства. Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и температурный режимы в хранилищах. Обогрев сооружений защищенного грунта. Применение холода в сельском хозяйстве

### **Системы теплоснабжения.**

Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве. Основные понятия. Устройство котельных установок. Тепловые сети. Компоновка тепловых сетей.

### **Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, вторичные энергоресурсы и энергосбережение**

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: энергия ветра, солнца, текущей воды, геотермальные источники, выработка биогаза. Основные направления экономии энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Использование вторичных энергоресурсов.



## 4.2. Содержание лекций

### Очная форма обучения

| № п/п | Краткое содержание лекции   | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|-------|---|--------------|-------------------------|
| 1.    | Предмет технической термодинамики и ее методы Основные задачи курса.<br>Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамическая система. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).<br>Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Энтропия. | 2            | +                       |
| 2.    | Общее понятие о термодинамическом процессе. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Изображение в координатах $p-v$ и $T-s$ . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса. Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент.   | 2            | +                       |
| 3.    | Цикл идеального компрессора. Индикаторная диаграмма. Полная работа, затраченная на привод компрессора.  | 2            | +                       |
| 4.    | Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, с комбинированным подводом теплоты. Изображение циклов в $p-v$ - и $T-s$ -диаграммах. Сравнительный анализ циклов ДВС.  | 2            | +                       |
| 5.    | Циклы газотурбинных установок (ГТУ): с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ. Изображение циклов в $p-v$ и $T-s$ диаграммах. Термодинамические КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ГТУ.  | 2            | +                       |
| 6.    | Цикл холодильной установки. Холодильный коэффициент. Цикл кондиционера.   | 2            | +                       |
| 7.    | Водяной пар. Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в $p-v$ - и $T-s$ - координатах. $p-v$ -, $T-s$ -, $h-s$ - диаграммы водяного пара. Цикл Ренкина.   | 2            | +                       |
| 8.    | Влажный воздух. Основные величины, характеризующие состояния влажного воздуха. $h-d$ - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).  | 2            | +                       |
| 9.    | Предмет и задачи теории теплообмена. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.<br>Теплообмен теплопроводностью. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи   | 2            | +                       |
| 10.   | Теплообменные аппараты. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых аппаратов.  | 2            | +                       |

|     |   |           |            |
|-----|---|-----------|------------|
| 11. | Отопление. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Общие сведения, классификация систем отопления. Виды теплоносителей систем отопления. Отопительные (нагревательные) приборы. Классификация. Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений. Влияние параметров микроклимата на продуктивность сельскохозяйственного производства. Классификация и устройство систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений. | 2         | +          |
| 12. | Хранение и сушка сельскохозяйственных продуктов. Сушка сельскохозяйственных продуктов. Способы сушки: естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная. Технологические основы хранения продукции растениеводства. Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и температурный режимы в хранилищах.  | 2         | +          |
| 13. | Системы теплоснабжения. Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве. Основные понятия. Устройство котельных установок. Тепловые сети.   | 2         | +          |
| 14. | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: энергия ветра, солнца, текущей воды, геотермальные источники, выработка биогаза. Основные направления экономии энергоресурсов в агропромышленном комплексе. Использование вторичных энергоресурсов.  | 2         | +          |
|     | <b>Итого</b>  | <b>28</b> | <b>15%</b> |

### Заочная форма обучения

| № п/п | Краткое содержание лекции  | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|-------|--|--------------|-------------------------|
| 1.    | Предмет технической термодинамики и ее методы Основные задачи курса.<br>Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамическая система. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термодинамический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).<br>Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Энтропия.<br>Общее понятие о термодинамическом процессе. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса. Общее понятие о круговом процессе. Прямой и обратный цикл Карно, их анализ. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. | 2            | +                       |
| 2.    | Цикл идеального компрессора. Индикаторная диаграмма. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС): с подводом теплоты при постоянном объеме, при постоянном давлении, с комбинированным подводом теплоты. Изображение циклов в $p-v$ - и $Ts$ - диаграммах. Сравнительный анализ циклов ДВС.  | 2            | +                       |

|   |   |          |            |
|---|---|----------|------------|
| 3 | Циклы газотурбинных установок (ГТУ): с изохорным и изобарным подводом теплоты. Регенеративные циклы ГТУ. Изображение циклов в $p-v$ и $T_s$ диаграммах. Термодинамические КПД циклов. Сравнительный анализ циклов ГТУ. Цикл холодильной установки. Холодильный коэффициент.<br>Водяной пар. Физическое состояние вещества. Процесс парообразования в $p-v$ - и $T_s$ - координатах. $p-v$ -, $T_s$ -, $Is$ - диаграммы водяного пара. Цикл Ренкина.   | 2        | +          |
| 4 | Определение понятия «Влажный воздух». Основные величины, характеризующие состояния влажного воздуха. $Id$ - диаграмма влажного воздуха. Предмет и задачи теории теплообмена. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.<br>Теплообмен теплопроводностью. Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением. Сложный теплообмен. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую, цилиндрическую, сферическую стенки. Коэффициент теплопередачи | 2        | +          |
|   | <b>Итого</b>  | <b>8</b> | <b>15%</b> |

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

#### Очная форма обучения

| № п/п | Наименование лабораторных занятий   | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|-------|---|--------------|-------------------------|
| 1     | Определение изобарной теплоемкости воздуха.                                 | 2            | +                       |
| 2     | Определение холодильного коэффициента                                       | 2            | +                       |
| 3     | Изучение свойств влажного воздуха   | 2            | +                       |
| 4     | Определение коэффициента теплопроводности                                   | 2            | +                       |
| 5     | Определение коэффициента конвективной теплоотдачи                           | 2            | +                       |
| 6     | Исследование режима прямотока и противотока в кожухотрубном теплообменнике. | 2            | +                       |
| 7     | Определение рабочей точки вентилятора                                       | 2            | +                       |
|       | <b>Итого</b>  | <b>14</b>    | <b>20%</b>              |

#### Заочная форма обучения

| № п/п | Наименование лабораторных занятий           | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|-------|---|--------------|-------------------------|
| 1.    | Определение изобарной теплоемкости воздуха. | 2            | +                       |
|       | <b>Итого</b>                                | <b>2</b>     | <b>20%</b>              |

#### 4.4. Содержание практических занятий

##### Очная форма обучения

| № пп | Наименование практических занятий   | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|------|---|--------------|-------------------------|
| 1    | Решение задач на основные законы термодинамики  | 2            | -                       |
| 2    | Решение задач на термодинамические процессы   | 2            | +                       |
| 3    | Расчет идеального компрессора   | 2            | +                       |
| 4    | Расчет газотурбинной установки с изобарным подводом тепла.  | 2            | +                       |
| 5    | Расчет холодильной установки. Определение холодильного коэффициента.  | 2            | +                       |
| 6    | Определение параметров пара по is-диаграмме.  | 2            | +                       |
| 7    | Решение задач на определение параметров влажного воздуха с помощью Id – диаграммы.  | 4            | +                       |
| 8    | Расчет рекуперативного теплообменника   | 2            | +                       |
| 9    | Способы сушки: естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная. Методы хранения сельхозпродукции. | 8            | +                       |
| 10   | Изучение котельной установки.   | 2            | +                       |
|      | <b>Итого</b>  | <b>28</b>    | <b>20%</b>              |

##### Заочная форма обучения

| № пп | Наименование практических занятий  | Кол-во часов | Практическая подготовка |
|------|--|--------------|-------------------------|
| 1.   | Расчет холодильной установки. Определение холодильного коэффициента.               | 2            | +                       |
| 2.   | Расчет рекуперативного теплообменника  | 2            | +                       |
| 3.   | Решение задач на определение параметров влажного воздуха с помощью Id – диаграммы. | 2            | +                       |
|      | <b>Итого</b>   | <b>6</b>     | <b>20%</b>              |

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

| Виды самостоятельной работы обучающихся                          | Количество часов        |                           |                                |
|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|  | по очной форме обучения | по заочной форме обучения | по очно-заочной форме обучения |
| Подготовка к практическим занятиям                               | 10                      | 6                         | -                              |
| Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ | 7                       | 6                         | -                              |
| Выполнение контрольной работы                                    | -                       | 10                        | -                              |

|   |           |            |          |
|---|-----------|------------|----------|
| Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов | 20        | 79         | -        |
| Подготовка к промежуточной аттестации             | 10        | 18         | -        |
| <b>Итого</b>                                      | <b>47</b> | <b>119</b> | <b>-</b> |

#### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Наименование тем и вопросов   | Количество часов        |                           |                                |
|-------|---|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|       |   | по очной форме обучения | по заочной форме обучения | по очно-заочной форме обучения |
| 1.    | Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Вычисление параметров состояния смеси. Определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси. Определение давлений компонентов. Теплоемкость смеси рабочих тел. Смешение газов. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси. Соотношение между массовыми, объемными долями. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости | 2                       | 6                         | -                              |
| 2.    | Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный – частные случаи политропного процесса.   | 2                       | 6                         | -                              |
| 3.    | Реальные циклы ДВС. Классификация компрессоров и принцип действия. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие в компрессоре. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл кондиционера.  | 2                       | 8                         | -                              |
| 4.    | Термодинамические таблицы воды и водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц. Истечение и дросселирование газов и паров.   | 2                       | 8                         | -                              |
| 5.    | Id- диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).   | 2                       | 8                         | -                              |
| 6.    | Значение теплообмена в промышленных процессах. Виды теплообмена   | 2                       | 6                         | -                              |
| 7.    | Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный расчет теплообменных аппаратов. Средний температурный напор.  | 2                       | 9                         | -                              |
| 8.    | Мощность системы отопления. Отопительные (нагревательные) приборы. Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий, сооружений, животноводческих и птицеводческих помещений.   | 4                       | 8                         | -                              |
| 9.    | Сушка сельскохозяйственных продуктов. Технологические основы хранения продукции растениеводства. Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и  | 21                      | 48                        | -                              |

|     |   |           |            |          |
|-----|---|-----------|------------|----------|
|     | температурный режимы в хранилищах. Обогрев сооружений защищённого грунта. Применение холода в сельском хозяйстве.                   |           |            |          |
| 10. | Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве. Компоновка тепловых сетей. Устройство котельных установок.                             | 4         | 6          | -        |
| 11. | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: энергия ветра, солнца, текущей воды, геотермальные источники, выработка биогаза. | 4         | 6          | -        |
|     | <b>Итого</b>  | <b>47</b> | <b>119</b> | <b>-</b> |

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Теплотехника" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки бакалавров: 35.03.06 Агроинженерия. Профили: : Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (академический); технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (прикладной); 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиль - Производство продовольственных продуктов; 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиль - Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Г. А. Круглов, О. А. Гусева, О. С. Волкова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 - 57 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/29.pdf>

2. Шерьязов, С. К. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2013 .— 280 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 264-265 (20 назв.) .— 4,2 МВ .— ISBN 978-5-88156-672-2 . Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/12.pdf>.

3. Применение тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Южно-Уральский ГАУ, Институт Агроинженерии ; сост.: Р. Ж. Низамутдинов, О. С. Пташкина-Гирина, О. В. Волкова .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015 .— 55 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 41-42 (16 назв.) .— 1,2 МВ .— ISBN 978-5-88156-703-3 . Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/14.pdf>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

## **7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины**

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

### **Основная:**

1. Круглов, Г. А. Теплотехника / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 208 с. — ISBN 978-5-507-45269-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/263066>.
2. Круглов, Г. А. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-507-44821-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/247577>
3. Косырева, Н. Н. Теплотехника : учебное пособие / Н. Н. Косырева, А. П. Сергеев. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2016. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/100813>

### **Дополнительная:**

1. Амерханов Р. А. Эксплуатация теплоэнергетических установок и систем [Текст]: учебник / Р. А. Амерханов, Г. П. Ерошенко, Е. В. Шелиманова ; под ред. Р. А. Амерханова. М.: Энергоатомиздат, 2008.- 448 с
2. Захаров А. А. Применение теплоты в сельском хозяйстве [Текст]. М.: Агропромиздат, 1986.- 287с
3. Синявский, Ю. В. Сборник задач по курсу "Теплотехника" : учебное пособие / Ю. В. Синявский. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2010. — 128 с. — ISBN 978-5-98879-114-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4907>.

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Теплотехника" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки бакалавров: 35.03.06 Агроинженерия. Профили: : Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (академический); технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (прикладной); 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиль - Производство продовольственных продуктов; 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиль - Технология хлеба,

кондитерских и макаронных изделий. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Г. А. Круглов, О. А. Гусева, О. С. Волкова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 - 57 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/29.pdf>

2. Применение тепловых насосов в системах отопления и горячего водоснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Южно-Уральский ГАУ, Институт Агроинженерии ; сост.: Р. Ж. Низамутдинов, О. С. Пташкина-Гирина, О. В. Волкова .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2015 .— 55 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 41-42 (16 назв.) .— 1,2 МВ .— ISBN 978-5-88156-703-3 . Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/14.pdf> .

3. Исследование режимов теплообменных аппаратов [Электронный ресурс]: практикум к лабораторным работам для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.06 "Агроинженерия", профиль "Электротеплообеспечение муниципальных образований" / сост.: Г. А. Круглов, О. С. Волкова; Южно-Уральский ГАУ - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 - 32 с. - Доступ из локальной сети:<http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/19.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/tvgs/19.pdf>.

## **10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- ИСС «Техэксперт»;
- АСС «Сельхозтехника»;
- My TestX10.2.

Программное обеспечение: операционная система специального назначения MyTestXPro 11.0 Мой Офис Стандартный, Windows XP Home Edition OEM Software, PTC MathCAD Education – University Edition, Google Chrome, Mozilla Firefox, MOODLE.

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

**Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения**

1. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 38, лабораторный корпус, сектор Д (*Лаборатория термодинамики*);

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, ул. Сони Кривой, 38, лабораторный корпус ,аудитория № 136 (*Лаборатория лаборатория холодильного оборудования*);

### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

Помещение для самостоятельной работы 454080, Челябинская обл., г. Челябинск, проспект Ленина, 75, главный корпус, аудитория № 303.

### **Перечень оборудования и технических средств обучения**



Посадочные места по числу студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

Ауд. 303

НОУТБУК HP 615 (VC289EA) RM76/2G/320/DVDR W/HD3200/DOS/15.6;  
ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР В КОМПЛЕКТЕ: системный блок Pentium E 5400 2.7GHZ, жесткий диск 250 Gb, монитор 19" LCD, клавиатура, мышь – 30 шт.; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; Экран с электроприводом; ПРИНТЕР CANON LBP-1120 лазерный; ИК ПУЛЬТ ДУ ДЛЯ ЭКРАНА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ; КОЛОНКИ 5+1 SVEN ИНО.

Сектор Д

1. Котёл Д-721
2. Паросиловая установка
3. Компрессор воздушный
4. Комплект элементов для аэродинамического стенда
5. Вентилятор Ц4-75-2.5-1 ЛЕВ ДВА 71 В4
6. Вентилятор Ц4-75-2.5-1 ПР ДВА 63 А4
7. Нефтепарообразователь
8. Комплект вентиляционной приточной установки (вентилятор, калорифер, фильтр, вставка фильтрующая, клапан воздушный, шумоглушитель)
9. Лабораторно-исследовательский стенд «Испытание рекуперативного теплообменника» (врезка, вентиль, кран шаровой, переходник, штуцер, тройник)
10. Учебно-наглядные пособия: Идеальные циклы двигателей внутреннего сгорания; Идеальные циклы газотурбинных установок; Теплопередача конвекцией; Регуляторы давления газа; Проточный водонагреватель; Основные элементы вентиляционной сети; Паровой котел ДКВ.

Ауд. 136

1. Холодильная установка ХМВФ-20
2. Лазерный принтер Samsung ML-1210
3. Холодильник-термостат
4. Прибор «вибротест» МГ4
5. Телевизор LG CF-21 J50K 54 см
6. Видеоплейер пишущий Samsung SVR-151
7. Стенд-тренажёр ХОЛОДИЛЬНИК
8. Учебно-наглядные пособия: Схема аммиачной холодильной машины; Паровая компрессионная холодильная установка; Поршневой компрессор; Абсорбционная аммиачная холодильная установка.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся

## СОДЕРЖАНИЕ

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины  | 20 |
| 2.     | Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций  | 20 |
| 3.     | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины | 21 |
| 4.     | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций   | 22 |
| 4.1.   | Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки  | 22 |
| 4.1.1. | Опрос на практическом занятии  | 22 |
| 4.1.2. | Оценивание отчета по лабораторной работе   | 23 |
| 4.1.3. | Тестирование   | 24 |
| 4.1.4. | Контрольная работа   | 27 |
| 4.2.   | Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации   | 29 |
| 4.2.1. | Экзамен  | 29 |

## 1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Формируемые ЗУН  |  |   | Наименование оценочных средств   |                           |
|---|--|--|---|--|---------------------------|
|   | знания   | умения   | навыки  | Текущая аттестация   | Промежуточная аттестация. |
| ИД-1 <sub>ОПК-1</sub><br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся должен знать: основные законы термодинамики и теплопередачи для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.16-3.1) | Обучающийся должен уметь использовать основные законы термодинамики и теплообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности - (Б1.О.16-У.1) | Обучающийся должен владеть: навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты - (Б1.О.16-Н.1) | 1. Ответ на практическом занятии;<br>2. Отчет по лабораторной работе;<br>3. Тестирование<br>4. Контрольная работа (заочная форма обучения) | 1. Экзамен                |

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения компетенций

ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

| Формируемые ЗУН | Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине  |  |  |   |
|-----------------|---|--|--|---|
|                 | Недостаточный уровень   | Достаточный уровень  | Средний уровень  | Высокий уровень   |
| Б1.О.16-3.1     | Обучающийся не знает основные законы термодинамики и теплопередачи для решения стандартных задач в соответствии с | Обучающийся слабо знает основные законы термодинамики и теплопередачи для решения стандартных задач в соответствии с | Обучающийся знает основные законы термодинамики и теплопередачи для решения стандартных задач в соответствии с | Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы термодинамики и теплопередачи для решения |

|             |   |  |  |  |
|-------------|---|--|--|--|
|             | направленностью профессиональной деятельности   | направленностью профессиональной деятельности  | направленностью профессиональной деятельности с незначительными ошибками и отдельными пробелами  | стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности   |
| Б1.О.16-У.1 | Обучающийся не умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся слабо умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности | Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности с незначительными затруднениями | Обучающийся умеет использовать основные законы термодинамики и тепломассообмена для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности |
| Б1.О.16-Н.1 | Обучающийся не владеет навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты  | Обучающийся слабо владеет навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты  | Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты   | Обучающийся свободно владеет навыками анализа термодинамической картины состояния системы с активными и пассивными источниками теплоты                                       |

### 3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Теплотехника" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки бакалавров: 35.03.06 Агроинженерия. Профили: : Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (академический); технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (прикладной); 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиль - Производство продовольственных продуктов; 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиль - Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Г. А. Круглов, О. А. Гусева, О. С. Волкова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 - 57 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/29.pdf>

2. Шерьязов, С. К. Использование возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. К. Шерьязов, О. С. Пташкина-Гирина ; ЧГАА .— Челябинск: ЧГАА, 2013 .— 280 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 264-265 (20 назв.) .— 4,2 МВ .— ISBN 978-5-88156-672-2 . Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/12.pdf>.

3. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова, М. В. Андреева. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253>

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности по дисциплине «Теплотехника», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

##### **4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки**

###### 4.1.1. Опрос на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|---|--|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |  |
| 1 | определить (для прямоточной и противоточной схемы движения теплоносителей в рекуперативном теплообменном аппарате типа «Труба в трубе»): тепловую мощность, передаваемую от греющего теплоносителя к нагреваемому теплоносителю; неизвестный расход одного из теплоносителей; средний температурный напор; коэффициент теплоотдачи; площадь поверхности нагрева, если температура на входе греющего теплоносителя 385 °С, на выходе - 240 °С, на входе нагреваемого теплоносителя - 5°С, на выходе - 70°С. Расход нагреваемого теплоносителя 1,5 кг/с, $\alpha_1 = 280 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ; $\alpha_2 = 2300 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$ . Материал труб – латунь, толщиной 2,5 мм. Вычертить по результатам расчета графики изменения температуры теплоносителей при прямоточной и противоточной схеме | ИД-1.опк-1<br>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности |

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после ответа.

| Шкала                             | Критерии оценивания  |
|-----------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>- продемонстрировано умение решать задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul> |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | <p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в решении задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>  |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>   |

#### 4.1.2. Оценивание отчета по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий.

| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|---|--|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |  |
| 1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется удельной теплоемкостью?</li> <li>2. Чем характеризуется конвективный теплообмен?</li> <li>3. Что такое теплопроводность?</li> <li>4. Как определить точку насыщения по диаграмме водяного</li> </ol> | <p>ИД-1.ОПК-1</p> <p>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в</p> |

|       |  |  |
|-------|--|--|
| пара? | 5. Какие агрегатные состояния претерпевает хладагент во время работы холодильной установки? Какие и где при этом протекают термодинамические процессы?<br>6. Как определить рабочую точку вентилятора?<br>7. Какой режим в рекуперативном теплообменнике экономичнее: прямоток или противоток? Почему? | соответствии с направленностью профессиональной деятельности |
|-------|--|--|

Отчет оценивается по усмотрению преподавателя оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» или оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

| Шкала                             | Критерии оценивания  |
|-----------------------------------|--|
| Оценка 5<br>(отлично)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать задачи.</li> </ul>                               |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- осознанное применение теоретических знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных задач, проведения и оценивания результатов измерений, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.</li> </ul>  |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала неполно, непоследовательно,</li> <li>- неточности в определении понятий, в применении знаний для описания физических законов, явлений и процессов, решения конкретных задач, проведения и оценивания результатов измерений,</li> <li>- затруднения в обосновании своих суждений;</li> <li>- обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.</li> </ul> |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>  |

#### 4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.



| № | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции  |
|---|---|--|
|   | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |  |
| 1 | <p><b>1. Газ, у которого отсутствуют силы сцепления между молекулами, а сами молекулы представляют собой материальные точки, не имеющие объема, называется:</b></p> <p>a) Идеальным.<br/>b) Реальным.<br/>c) Сжиженным.</p> <p><b>2. Как называется закон, выражающийся уравнением</b><br/> <math display="block">\frac{v_1}{v_2} = \frac{T_1}{T_2} ?</math> a) Гей-Люссака.<br/>b) Бойля-Мариота.<br/>c) Шарля.</p> <p><b>3. Различаются ли теплоемкость при постоянном объеме <math>C_v</math> и при постоянном давлении <math>C_p</math>?</b></p> <p>a) Да.<br/>b) Нет.<br/>c) Незначительно.</p> <p><b>4. Первый закон термодинамики выражается формулой</b></p> <p>a) <math>q_0 = c_p \cdot (t_k - t_0)</math> ;<br/>b) <math>q_{ne} = h_{ne} - h''</math> ;<br/>c) <math>q = \Delta U + \ell</math> (правильный ответ)<br/>d) <math>q_1 = c_v \cdot (T_2 - T_1)</math>.</p> <p><b>5. Величина <math>\mu R</math> называется:</b></p> <p>a) удельная газовая постоянная;<br/>b) термический коэффициент полезного действия;<br/>c) универсальная газовая постоянная;<br/>d) холодильный коэффициент.</p> <p><b>6. С ростом температуры, вязкость газов:</b></p> <p>a) уменьшается<br/>b) увеличивается<br/>c) остается неизменной</p> <p><b>7. Как называется процесс изменения состояния газа, выражаемый уравнением</b><br/> <math display="block">\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} ?</math> a) Изохорным.<br/>b) Изобарным.<br/>c) Изотермическим.</p> <p><b>8. Величина, характеризующая степень нагретости тела:</b></p> <p>a) давление<br/>b) энергия<br/>c) температура</p> <p><b>9. При постоянном удельном объеме протекает процесс:</b></p> | <p>ИД-1.ОПК-1<br/>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p> |

- a) изобарный  
 b) изохорный  
 c) изотермический
- 10. Как называется величина равная сумме внутренней энергии (U) и произведенная газом работа (Pv)?**
- a) Энтальпией.  
 b) Энтропией.  
 c) Потенциалом.
- 11. Как называется процесс изменения состояния газа, когда отсутствует теплообмен между газом и окружающей средой?**
- a) Адиабатным.  
 b) Политропным.  
 c) Изобарным.
- 12. Уравнение адиабатного процесса в газе представлено выражением:**
- a)  $p \cdot v^k = const$  (правильный ответ);  
 b)  $p \cdot v^n = const$ ;  
 c)  $p \cdot v = R \cdot T$ ;  
 d)  $p \cdot v = const$ .
- 13. Показатель адиабаты k определяется по формуле:**
- a)  $k = \frac{c_p}{c_v}$  (правильный ответ);  
 b)  $k = \frac{c_v}{c_p}$ ;  
 c)  $k = \frac{c_p}{c_v}$ ;  
 d)  $k = \frac{c_p}{c_v}$ .
- 14. Из каких процессов состоит цикл Карно?**
- a) Изотермических и адиабатных.  
 b) Политропных и изобарных.  
 c) Изохорных и политропных.
- 15. Как называется изменение количества влаги на 1 кг сухого воздуха, находящегося во влажном воздухе?**
- a) Влагосодержанием.  
 b) Абсолютной влажностью.  
 c) Относительной влажностью.
- 16. При каком процессе сжатия результирующая работа компрессора за один оборот вала будет минимальной?**
- a) Изотермическом.  
 b) Адиабатном.  
 c) Политропном.
- 17. Как распространяется тепло внутри твердых тел?**
- a) Теплопроводностью.  
 b) Конвекцией.  
 c) Излучением.
- 18. Как осуществляется передача тепла при ламинарном**

|   |  |
|---|--|
| <p><b>движении жидкости?</b><br/> a) Теплопроводностью.<br/> b) Конвекцией.<br/> c) Излучением.</p> <p><b>19. Какой случай теплообмена выражает закон Стефана-Больцмана.</b><br/> a) Излучением.<br/> b) Конвекцией.<br/> c) Теплопроводностью.</p> <p><b>20. В каких теплообменных аппаратах передача теплоты от нагревающей жидкости к нагреваемой происходит сквозь твердую разделительную стенку:</b><br/> a) рекуперативных<br/> b) смешивающих<br/> c) регенеративных</p> |  |
|---|--|

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

| Шкала                          | Критерии оценивания<br>(% правильных ответов) |
|--------------------------------|---|
| Оценка 5 (отлично)             | 80-100  |
| Оценка 4 (хорошо)              | 70-79   |
| Оценка 3 (удовлетворительно)   | 50-69   |
| Оценка 2 (неудовлетворительно) | менее 50                                      |

Тестовые задания, используемые для оценки качества дисциплины с помощью информационных технологий, приведены в РПД: «10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем» - MyTestXPRo 11.0

#### 4.1.4. Контрольная работа

Контрольная работа предусмотрена для заочной формы обучения. Контрольная работа используется для оценки умений студента применять полученные знания по заранее определенной методике по отдельным темам дисциплины. Преподаватель выдает каждому обучающемуся вариант задания, в соответствии с которым необходимо самостоятельно выполнить расчеты по определенной методике

Вариант задания, методика и пример расчета даны в методических указаниях: Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине "Теплотехника" [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки бакалавров: 35.03.06 Агроинженерия. Профили: Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (академический); технологическое оборудование для

хранения и переработки сельскохозяйственной продукции (прикладной); 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» профиль - Производство продовольственных продуктов; 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья» профиль - Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Форма обучения - очная, заочная / сост.: Г. А. Круглов, О. А. Гусева, О. С. Волкова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 - 57 с. - Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/tvgs/29.pdf>

| №  | Оценочные средства   | Код и наименование индикатора компетенции  |
|----|--|--|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины   |  |
| 1. | <p>1. Рассчитать цикл идеального компрессора, определить параметры в начале и в конце сжатия, удельную работу, работу, изменение удельной энтропии, изменение энтропии, рассчитанный цикл вычертить в <math>p_v</math> и <math>T_s</math> координатах.</p> <p>2. Рассчитать цикл воздушно-компрессорной холодильной установки, определить неизвестные параметры в узловых точках цикла, вычертить цикл в <math>p_v</math> – и <math>T_s</math> – координатах, рассчитать холодильный коэффициент</p> <p>3. Определить площадь теплообменной поверхности рекуперативного теплообменника типа «труба в трубе», при прямоточной и противоточной схеме движения теплоносителей.</p> <p>4. Определить мощность калорифера на подогрев воздуха в приточной камере с применением и без применения смешивания наружного и внутреннего воздуха...</p> | <p>ИД-1<sub>ОПК-1</sub><br/>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p> |

Оценка объявляется студенту непосредственно после проверки контрольной работы.

| Шкала                             | Критерии оценивания   |
|-----------------------------------|---|
| Оценка 5<br>(отлично)             | Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач.  |
| Оценка 4<br>(хорошо)              | Содержание КР полностью соответствует заданию. КР содержит логичное, последовательное изложение материала с правильным решением задач. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании единиц изменения, в построенных графиках, схемах и т.д.   |
| Оценка 3<br>(удовлетворительно)   | Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются ошибки в использовании единиц изменения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д. |
| Оценка 2<br>(неудовлетворительно) | Содержание КР частично не соответствует заданию. Просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные теоретические положения, использованные при решении задач. Имеются  |

|  |
|--|
| существенные ошибки в использовании единиц измерения, в полученных результатах, в построенных графиках, схемах и т.д |
|--|

## 4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Экзамен

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной, воспитательной работе и молодежной политике или заместителя директора Института по учебной работе не допускается.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится два теоретических вопроса и задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более шести обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

Неявка на экзамен отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать экзамены в межсессионный период в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

| №  | Оценочные средства  | Код и наименование индикатора компетенции             |
|----|---|---|
|    | Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины  |   |
| 1. | 1. Теплотехника, термодинамика: определения, связь с другими науками - математикой, физикой, химией, аэродинамикой.<br>2. Рабочее тело, идеальные и реальные газы. Основные и дополнительные параметры состояния рабочего тела, их единицы измерения. | Указываются код и наименование индикатора компетенции |

|   |  |
|---|--|
| <p>3. Способы задания газовых смесей: массовыми, объемными долями; плотность смеси; газовая постоянная смеси. Закон Дальтона.</p> <p>4. Теплоемкость газов: массовая, объемная, мольная, истинная, средняя, при постоянном давлении, при постоянном объеме. Показатель адиабаты.</p> <p>5. Термодинамический процесс: определение, математическое описание, изображение в PV- и TS координатах. Равновесные, неравновесные, обратимые, необратимые процессы.</p> <p>6. Методы изучения термодинамических процессов: аналитический и графический. Способы вычисления работы и энергии в виде теплоты при протекании термодинамического процесса.</p> <p>7. Изучаемые в термодинамике процессы: условия протекания и математические зависимости.</p> <p>8. Круговой процесс (цикл): определение; изображение в PV и TS координатах; работа; коэффициент полезного действия, условия осуществления цикла.</p> <p>9. Первый закон термодинамики: определение; математическое выражение. Внутренняя энергия идеального газа, ее измерение, энтальпия.</p> <p>10. Внутренняя энергия и энтальпия: определения, условия сходства и различия. Закон Манера</p> <p>11. Второй закон термодинамики: определение, математическое выражение. Понятие энтропии, как параметра состояния, зависимости значения и изменения внутренней энергии и энтропии в процессе; внешняя работа.</p> <p>12. Изохорный процесс: определение; изображение в PV- и TS - координатах; изменение внутренней энергии и энтропии в процессе; внешняя работа</p> <p>13. Изобарный процесс: определение; работа расширения; изображение в PV- и TS - координатах; взаимное расположение изобары и изохоры в TS -координатах; изменение энтропии.</p> <p>14. Изотермический процесс: определение: изображение в PV и TS -координатах; работа расширения, изменение энтропии.</p> <p>15. Адиабатный процесс: определение; аналитическое выражение первого закона термодинамики для адиабатного процесса; показатель адиабаты; уравнение адиабаты; работа газа в адиабатном процессе; изображение в PV- и IS координатах. Взаимное расположение адиабаты и изотермы в PV -координатах.</p> <p>16. Политропный процесс: уравнение политропного процесса; как обобщенный процесс, частными случаями которого являются процессы изотермический, изобарный, изохорный и адиабатный.</p> <p>17. Цикл Карно: прямой в PV- и TS - координатах; работа цикла; коэффициент полезного действия. Недостижимые условия, при которых КПД цикла Карно мог бы быть равен единице.</p> <p>18. Обратный цикл Карно: условия функционирования, изображение в PV- и IS координатах; холодильный коэффициент цикла.</p> <p>19. Циклы двигателя внутреннего сгорания. Изображение в PV и TS координатах; КПД цикла; количество подведенной и отведенной теплоты.</p> |  |
|---|--|

|   |  |
|---|--|
| <p>20. Цикл газотурбинной установки с изобарным подводом тепла: определение; изображение в PV и TS - координатах; описание работы; КПД цикла.</p> <p>21. Цикл идеального компрессора: определение компрессора; схема устройства; диаграмма в PV- и TS - координатах; процессы сжатия; работа цикла; теоретическая мощность двигателя для привода компрессора.</p> <p>22. Действительная индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора в PV - координатах; ее отличие от теоретической; объемной КПД реального компрессора; зависимость КПД от создаваемого давления.</p> <p>23. Диаграмма многоступенчатого поршневого компрессора в PV- и TS -координатах. Причины использования многоступенчатых поршневых компрессоров.</p> <p>24. Цикл и схема воздушно компрессорной холодильной установки; теоретический цикл в PV-и TS координатах; холодильный коэффициент цикла; удельная работа, затраченная в цикле; теоретическая мощность привода компрессора.</p> <p>25. Физическое состояние вещества: агрегатное состояние; фазовый переход; кривые фазовых переходов вещества в pT - координатах; тройная точка.</p> <p>26. Парообразование: процесс парообразования в PV - координатах; зоны различных агрегатных состояний; удельная теплота жидкости; нижняя пограничная кривая; степень сухости пара; верхняя пограничная кривая; сухой насыщенный пар; перегретый пар.</p> <p>27. Парообразование в TS - координатах; нижняя и верхняя пограничные кривые; критическая точка; удельная теплота жидкости; теплота парообразования; площади на диаграмме, соответствующие энтальпиям перегретого и сухого насыщенного пара.</p> <p>28. Парообразование: диаграмма водяного пара в is - координатах.</p> <p>29. Цикл Ренкина паросиловой установки в PV- и TS координатах; схема паросиловой установки; описание работы установки; КПД цикла; удельный расход пара на выработку 1 кВт*ч электроэнергии; определение энтальпии пара в процессах цикла Ренкина в is - координатах.</p> <p>30. Цикл паровой компрессорной, холодильной установки: схема установки; изображение цикла в PV- и TS - координатах; холодильный коэффициент; работа, затраченная на осуществление цикла.</p> <p>31. Влажный воздух: определение; диаграмма агрегатного состояния воды во влажном воздухе в PV - координатах; агрегатные состояния воды в воздухе; насыщенный и ненасыщенный воздух.</p> <p>32. Характеристики влажного воздуха: абсолютная влажность; относительная влажность; молярное влагосодержание; влагосодержание; степень насыщения.</p> <p>33. Параметры влажного воздуха: масса влажного воздуха; объем влажного воздуха; плотность; удельный объем; температура; давление; молярная масса.</p> <p>34. Термовлажностные характеристики влажного воздуха:</p> |  |
|---|--|



|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>удельная массовая изобарная теплоемкость; удельная энтальпия.</p> <p>35.id- диаграмма влажного воздуха: связь влагосодержания, удельной энтальпии, температуры, относительной влажности и парциального давления водяных паров; определение температуры точки росы и мокрого термометра; определение относительной влажности по температурам сухого и мокрого термометров</p> <p>36.Основные понятия и определения в теории теплообмена: стационарное и нестационарное тепловое поле; изотермическая поверхность; тепловой поток; плотность теплового потока.</p> <p>37.Способы распространения теплоты: теплопередача или теплообмен; теплопроводность; конвекция; тепловое излучение.</p> <p>38.Теплопроводность: определение; закон Фурье; коэффициент теплопроводности; стационарная теплопроводность в плоской стенке (однослойной и многослойной); термическое сопротивление плоской однослойной стенки.</p> <p>39.Конвекционный теплообмен: теплоотдача; поверхность теплообмена; закон Ньютона-Рихмана; коэффициент теплоотдачи конвекции; внешнее термодинамическое сопротивление.</p> <p>40.Лучистый теплообмен: определение; закон Стефана-Больцмана; коэффициент лучистого теплообмена.</p> <p>41.Теплопередача: определение; стационарный процесс теплопередачи через наружную ограждающую конструкцию; уравнение теплопередачи; коэффициент теплопередачи; сопротивление теплопередаче ограждения.</p> <p>42.Виды теплообменных аппаратов.</p> <p>43.Состав котельной установки; простейшая схема отопительной котельной; классификация котельных установок.</p> <p>44.Способы сушки: определение сушки; естественная и искусственная; конвективная; кондуктивная; контактная; радиационная; комбинированная.</p> <p>45.Методы хранения сельхозпродукции; периоды хранения сезонной продукции - лечебный, охлаждения, основной; газовый и температурный режимы в хранилищах</p> <p>Пример задачи:<br/>         Определить термодинамический КПД газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме. <math>T_1=340</math> К, <math>T_2=1100</math> К, <math>T_3=2000</math> К, <math>T_4=650</math> К, Газ принять как двухатомный.</p> |  |
|--|--|--|

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице. Задача для экзамена берется из материалов п.3 ФОС РПД (№1 - №3.)

| Шкала                 | Критерии оценивания   |
|-----------------------|---|
| Оценка 5<br>(отлично) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- показывает знание основных понятий дисциплины, грамотно пользуется терминологией;</li> <li>- проявляет умение анализировать и обобщать информацию, навыки связного описания явлений и процессов;</li> <li>- демонстрирует умение излагать материал в определенной</li> </ul> |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>логической последовательности;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показывает умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;</li> <li>- демонстрирует сформированность и устойчивость знаний, умений и навыков;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>   |
| <p>Оценка 4<br/>(хорошо)</p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</li> <li>- в усвоении учебного материала допущены пробелы, не исказившие содержание ответа;</li> <li>- в изложении материала допущены незначительные неточности.</li> </ul>  |
| <p>Оценка 3<br/>(удовлетворительно)</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене: неполно или не последовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопросов;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании явлений и процессов, исправленные после наводящих вопросов;</li> <li>- выявлена недостаточная сформированность знаний, умений и навыков, обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul> |
| <p>Оценка 2<br/>(неудовлетворительно)</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании явлений и процессов, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- не сформированы компетенции, отсутствуют соответствующие знания, умения и навыки.</li> </ul>  |

