Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Чижов Александр Петрович
Должность: Директор филиала СибГУ в г. Лесосибирске
Дата подписания: 14.07.2023 10:05:45
Уникальный программный ключ:
bdf6e99bfcc4944b92cae00e83cf259c6c85dda39624c7604c3fcac0cdef0efd

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»
(филиал СибГУ в г. Лесосибирске)

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ТЕПЛОТЕХНИКА

Направление подготовки
35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств

Направленность (профиль) образовательной программы
Технология деревопереработки

Уровень высшего образования
бакалавриат

Форма обучения
очная, заочная

Красноярск 2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с актуализированным федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования бакалавриата по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.07.2017г. №698

Разработчики рабочей программы дисциплины:

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доцент, доцент кафедры информационных и технических систем | | М.А. Зырянов |
| учёная степень, учёное звание, должность | подпись | И.О. Фамилия |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры информационных и технических систем от «09» июня 2021г. протокол № 7

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доцент, заведующий кафедрой информационных и технических систем | | П.А. Егармин |
| учёная степень, учёное звание, должность | подпись | И.О. Фамилия |

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании научно-методического совета филиала от «09» июня 2021г. протокол №3

| | | |
|---|---|---|
| к.т.н., доцент, председатель НМС филиала | | С.В. Соболев |
| учёная степень, учёное звание, должность | подпись | И.О. Фамилия |

Рабочая программа дисциплины утверждена в составе ОПОП решением Ученого совета СибГУ им. М.Ф. Решетнева №8 протокол № 11 от 10.09.2021 г.

АННОТАЦИЯ
Рабочей программы дисциплины
**Теплотехника**

*(наименование дисциплины)*

**Направление подготовки** 35.03.02Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств

**Направленность (профиль)** Технология деревопереработки

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

**Цель и задачи изучения дисциплины**

1.1. Цель изучения дисциплины - освоение студентами фундаментальных знаний о законах осуществления тепловых процессов, знание основ теплоснабжения промышленных предприятий отрасли, умение разбираться в конструкциях теплоиспользующих и теплоэнергетических установок и способах экономного использования энергетических ресурсов в условиях работы предприятия.

1.2. Задачи изучения дисциплины: – формирование знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;
– приобретение навыков расчета состояния рабочих тел, термодинамических процессов и циклов, теплообменных процессов, аппаратов и других основных технических устройств отрасли.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций**

| Код компе-тенции | Содержание компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенции |
|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий. | **ОПК-1.1.** Использует современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.2.** Использует физико-математические методы для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.3.** Применяет естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности. | **Знать:**<br>1. основные естественных наук для идентификации, формулирования и решения проблем<br>**Уметь:**<br>1. применять физико-математические методы для решения типовых задач;<br>2. применять естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности<br>**Владеть:**<br>1. физико-математическими методами для решения типовых задач профессиональной деятельности;<br>2. навыками использования системы естественно - научных и общеинженерных знаний для решения решать типовые задачи профессиональной деятельности |

**Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Теплотехника» (Б1.О.22) входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)».

**Краткое содержание дисциплины**

Идеальные газы, реальные газы, теплотехника.

**Форма промежуточной аттестации**

Зачет.

# Оглавление

1. Цель и задачи изучения дисциплины ..... 1
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций ..... 1
3. Место дисциплины в структуре ОПОП ..... 1
4. Объем дисциплины и виды учебной работы ..... 2
5. Содержание дисциплины ..... 3
5.1. Разделы дисциплины и виды занятий ..... 3
5.2. Занятия лекционного типа ..... 4
5.3. Занятия семинарского типа ..... 6
6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине ..... 9
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины ..... 10
7.1. Рекомендуемая литература ..... 10
7.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины ..... 11
7.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ..... 11
8. Перечень оборудования и технических средств обучения, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине ..... 13

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

| | | |
|---|---|---|
| 1.1. | Цель изучения дисциплины | - освоение студентами фундаментальных знаний о законах осуществления тепловых процессов, знание основ теплоснабжения промышленных предприятий отрасли, умение разбираться в конструкциях теплоиспользующих и теплоэнергетических установок и способах экономного использования энергетических ресурсов в условиях работы предприятия. |
| 1.2. | Задачи изучения дисциплины: | - формирование знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли;<br>- приобретение навыков расчета состояния рабочих тел, термодинамических процессов и циклов, теплообменных процессов, аппаратов и других основных технических устройств отрасли. |

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

| Код компе-тенции | Содержание компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенции |
|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий. | **ОПК-1.1.** Использует современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.2.** Использует физико-математические методы для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.3.** Применяет естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности. | **Знать:**<br>1. основные естественных наук для идентификации, формулирования и решения проблем<br>**Уметь:**<br>1. применять физико-математические методы для решения типовых задач;<br>2. применять естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности<br>**Владеть:**<br>1. физико-математическими методами для решения типовых задач профессиональной деятельности;<br>2. навыками использования системы естественно - научных и общеинженерных знаний для решения решать типовые задачи профессиональной деятельности |

## 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теплотехника» (Б1.О.22) входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Изучение курса связано с дисциплинами: «Математика» и «Физика».

Знания, умения и навыки, полученные в ходе изучения дисциплины, являются необходимыми для изучения дисциплин: «Детали машин и основы конструирования», «Оборудование отрасли», а также для написания выпускной квалификационной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

а) очная форма

| Вид учебной работы | Всего зачетных единиц (акад. часов) | Семестр |
|---|---|---|
| | | **3** |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | **4 (144)** | **4 (144)** |
| **Контактная работа при проведении учебных занятий с преподавателем (аудиторная):** | **1,5 (54)** | **1,5 (54)** |
| занятия лекционного типа | 1 (18) | 1 (18) |
| занятия семинарского типа | 1 (36) | 1 (36) |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | 0,5 (18) | 0,5 (18) |
| практикумы | | |
| лабораторные работы | 0,5 (18) | 0,5 (18) |
| коллоквиумы | | |
| иные аналогичные занятия | | |
| в том числе: курсовое проектирование | | |
| групповые консультации | | |
| индивидуальная работа с преподавателем | | |
| **Иная контактная внеаудиторная работа** | | |
| **Самостоятельная работа обучающихся:** | **2,5 (90)** | **2,5 (90)** |
| изучение теоретического курса (ТО) | 2,5 (54) | 2,5 (90) |
| индивидуальные задания (ИЗ) | | |
| расчетно-графические работы (РГР) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КР/КП) | | |
| контрольная работа (Кн.р) | | |
| **Форма промежуточной аттестации** (зачет, экзамен) | | **Зачет** |

б) заочная форма

| Вид учебной работы | Всего зачетных единиц (акад. часов) | Семестр | |
|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 |
| **Общая трудоемкость дисциплины** | **4 (144)** | **1 (36)** | **3 (108)** |
| **Контактная работа при проведении учебных занятий с преподавателем (аудиторная):** | **0,5(18)** | **0,056 (2)** | **0,444 (16)** |
| занятия лекционного типа | 0,166 (6) | 0,056 (2) | 0,111 (4) |
| занятия семинарского типа | 0,333 (12) | | 0,333 (12) |
| в том числе: семинары | | | |
| практические занятия | 0,166 (6) | | 0,166 (6) |
| практикумы | | | |
| лабораторные работы | 0,166(6) | | 0,166 (6) |
| коллоквиумы | | | |
| иные аналогичные занятия | | | |
| в том числе: курсовое проектирование | | | |
| групповые консультации | | | |
| индивидуальная работа с преподавателем | | | |
| **Иная контактная внеаудиторная работа** | | | |
| **Самостоятельная работа обучающихся:** | **3,5 (126)** | **0,944 (34)** | **2,556 (92)** |
| изучение теоретического курса (ТО) | 2,5 (90) | 0,944 (34) | 1,556 (56) |
| индивидуальные задания (ИЗ) | | | |
| расчетно-графические работы (РГР) | | | |
| реферат, эссе (Р) | | | |
| курсовое проектирование (КР/КП) | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| контрольная работа (Кн.р) | 1 (36) | | 1 (36) |
| другие виды самостоятельной работы | | | |
| **Форма промежуточной аттестации**(зачет, экзамен) | **Зачет** | | **Зачет** |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

а) очная форма

| № | Модули и темы дисциплины | Занятия лекционного типа, (акад.часов) | Занятия семинарского типа, (акад.часов) | | Самостоятельная работа, (акад.часов) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | | | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси. | 2 | 2 | 2 | 10 | ОПК-1 |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | 2 | 2 | 2 | 10 | |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | 2 | 2 | 2 | 10 | |
| | **Итого:** | **6** | **6** | **6** | **30** | |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | | | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | 2 | 2 | 2 | 10 | ОПК-1 |
| 2.2 | Термодинамика потока. | 2 | 2 | 2 | 10 | |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | 2 | 2 | 8 | 10 | |
| | **Итого:** | **6** | **6** | **12** | **30** | |
| 3 | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | | | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | 2 | 2 | - | 10 | ОПК-1 |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов. | 2 | 2 | - | 10 | |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | 2 | 2 | - | 10 | |
| | **Итого:** | **6** | **6** | **0** | **30** | |
| | **Всего:** | **18** | **18** | **18** | **90** | |

б) заочная форма

| № | Модули и темы дисциплины | Занятия лекционного типа, (акад.часов) | Занятия семинарского типа, (акад.часов) | | Самостоятельная работа, (акад.часов) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Семинары и/или практические занятия | Лабораторные работы | | |
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | | | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, | 0,5 | - | - | 14 | ОПК-1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | процессы. Идеальные газы и их смеси. | | | | | |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | 0,5 | - | 2 | 12 | |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | 1 | 2 | - | 14 | |
| | **Итого:** | **2** | **2** | **2** | **40** | |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | | | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | 0,5 | 2 | 2 | 14 | ОПК-1 |
| 2.2 | Термодинамика потока. | 1 | - | 2 | 12 | |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | 0,5 | - | - | 14 | |
| | **Итого:** | **2** | **2** | **4** | **40** | |
| 3 | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | | | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | 0,5 | 2 | - | 16 | ОПК-1 |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов. | 1 | - | - | 14 | |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | 0,5 | - | - | 16 | |
| | **Итого:** | **2** | **2** | **0** | **46** | |
| | **Всего:** | **6** | **6** | **6** | **126** | |

Программой дисциплины «Теплотехника» предусмотрены занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа обучающихся. На занятиях семинарского типа выполняются практические работы и лабораторные работы. Самостоятельная работа предполагает изучение обучающимися теоретического курса и выполнение контрольной работы для заочной формы обучения. Контрольная работа выполняется по индивидуальным заданиям. Примерный перечень тем контрольной работы приводится в Фонде оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (ФОС), представленном в приложении к рабочей программе.

Для запланированных видов занятий разработаны учебно-методические материалы, которые включены в состав электронного учебно-методического комплекса дисциплины (ЭУМКД) «Теплотехника» [9].

В ЭУМКД содержатся:

- рабочая программа дисциплины;
- методические указания по самостоятельной работе обучающихся;
- практикум по выполнению лабораторных работ;
- методические указания по выполнению контрольной работы;
- методические указания для выполнения практических работ;
- курс лекций;
- рейтинг-план.
-

### 5.2. Занятия лекционного типа

а) очная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Краткое содержание лекционного занятия |
|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | |

| | | |
|---|---|---|
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси | Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Определение идеального газа. Уравнение состояния. Газовая постоянная. Закон Дальтона. Способы задания смесей. Парциальный объем смеси. Определение молекулярной массы смеси и ее газовой постоянной. Связь между объемными и массовыми долями. Определение парциальных давлений смеси. Теплоемкость идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкость газовой смеси. |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики | Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона через внутреннюю энергию. Внутренняя энергия идеального газа как функция состояния газа. Изменение внутренней энергии идеального газа. Работа термодинамического процесса. P,v- диаграмма идеального газа. Определение работы в P,v-диаграмме. Энтальпия идеального газа как функция состояния тела. Изменение энтальпии идеального газа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через энтальпию. Основы термодинамики потока (открытые системы). Второй закон термодинамики Сущность второго закона термодинамики и основные его формулировки. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии идеального газа. Система координат T,s. Определение теплоты в этой диаграмме. Термодинамические процессы с идеальным газом (изобарный, изохорный, изотермный, адиабатный и политропные). Аналитическое исследование и их графическое изображение в P,v- и T,s -диаграммах. |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы | Уравнение политропного процесса. Показатель политропы. Теплоемкость политропного процесса. Классификация политропных процессов. Определение энергетических характеристик политропных процессов. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы. Оценки эффективности прямого и обратного циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Теорема Карно. Среднеинтегральные температуры подвода и отвода теплоты. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии. |
| | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства. Термодинамические процессы | Водяной пар. Основные определения. Процесс парообразования в P,v- и T,s-диаграммах. Теплота парообразования. Свойства в критической точке. Определение параметров воды и водяного пара. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. P,t-диаграмма водяного пара. Тройная точка. Расчет основных процессов водяного пара с помощью таблиц и h,s- диаграммы. Цикл Ренкина. |
| 2.2 | Термодинамика потока | Истечение газа и пара. Работа проталкивания и техническая работа, дросселирование газа и пара. Изменение параметров рабочего тела при адиабатном истечении, при адиабатном дросселировании. Эффект Джоуля-Томпсона. Особенности дросселирования реального газа. Температура инверсии. Практическое использование процессов дросселирования. Изображение процесса дросселирования в h,s-диаграмме. Расчет редукционно-охладительных установок. |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | Классификация теплообменных аппаратов. Методы составления материальных и тепловых балансов различного назначения. Принципы работы ТА (кожухотрубные, смесительного типа, регенеративного типа, испарители, выпарные устройства и др.). |
| | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | Классификация теплопотребляющих процессов. Виды тепловых нагрузок и их графики. Расчет годовых расходов тепла. Режимы теплопотребления. Системы теплоснабжения. |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо | Энергетические и технологические котельные агрегаты. Принципиальная схема котлоагрегата. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания (высшая и низшая). Содержание влаги и золы, характеристики плавления золы, выход |

| | | |
|---|---|---|
| | и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов | летучих веществ, характер кокса. Приведенные зольность и влажность. Условное топливо. Характеристика основных видов ископаемых твердых топлив. Жидкое и газообразное топливо. Основы теории процессов горения топлива. Горение твердого топлива, коэффициент избытка воздуха. Горение топлива в слое и во взвешенном состоянии. Топки для слоевого сжигания топлива. Горелки и топки для сжигания пылевидного топлива. Способы распыления жидкого топлива. Форсунки. Горение газообразного топлива. Горелочные устройства. Теоретическая температура горения и ее определение по H,t- диаграмме. Определение основных тепловых потерь в котельном агрегате. КПД котлоагрегата. Расход топлива. |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | Назначение, конструкции и условия работы пароперегревателей, водяных экономайзеров, воздухоподогревателей. Водно-химический режим – условия надежной и экономичной работы котла. Примеси и методы очистки сырой воды. Деаэрация питательной воды. |

б) заочная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Краткое содержание лекционного занятия |
|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси | Рабочее тело. Основные параметры состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Определение идеального газа. Уравнение состояния. Газовая постоянная. Закон Дальтона. Способы задания смесей. Парциальный объем смеси. Определение молекулярной массы смеси и ее газовой постоянной. Связь между объемными и массовыми долями. Определение парциальных давлений смеси. Теплоемкость идеального газа. Зависимость теплоемкости от температуры. Средняя и истинная теплоемкости. Теплоемкость газовой смеси. |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики | Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона через внутреннюю энергию. Внутренняя энергия идеального газа как функция состояния газа. Изменение внутренней энергии идеального газа. Работа термодинамического процесса. P,v- диаграмма идеального газа. Определение работы в P,v-диаграмме. Энтальпия идеального газа как функция состояния тела. Изменение энтальпии идеального газа. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через энтальпию. Основы термодинамики потока (открытые системы). Второй закон термодинамики Сущность второго закона термодинамики и основные его формулировки. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии идеального газа. Система координат T,s. Определение теплоты в этой диаграмме. Термодинамические процессы с идеальным газом (изобарный, изохорный, изотермный, адиабатный и политропные). Аналитическое исследование и их графическое изображение в P,v- и T,s -диаграммах. |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы | Уравнение политропного процесса. Показатель политропы. Теплоемкость политропного процесса. Классификация политропных процессов. Определение энергетических характеристик политропных процессов. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямые и обратные циклы. Обратимые и необратимые циклы. Оценки эффективности прямого и обратного циклов. Прямой обратимый цикл Карно. Теорема Карно. Среднеинтегральные температуры подвода и отвода теплоты. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии. |
| | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства. Термодинамические процессы | Водяной пар. Основные определения. Процесс парообразования в P,v- и T,s-диаграммах. Теплота парообразования. Свойства в критической точке. Определение параметров воды и водяного пара. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. P,t-диаграмма водяного пара. Тройная точка. Расчет основных процессов водяного пара с помощью таблиц и h,s- диаграммы. Цикл Ренкина. |
| 2.2 | Термодинамика потока | Истечение газа и пара. Работа проталкивания и техническая работа, дросселирование газа и пара. Изменение параметров рабочего тела при |

| | | |
|---|---|---|
| | | адиабатном истечении, при адиабатном дросселировании. Эффект Джоуля-Томпсона. Особенности дросселирования реального газа. Температура инверсии. Практическое использование процессов дросселирования. Изображение процесса дросселирования в h,s-диаграмме. Расчет редукционно-охладительных установок. |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | Классификация теплообменных аппаратов. Методы составления материальных и тепловых балансов различного назначения. Принципы работы ТА (кожухотрубные, смесительного типа, регенеративного типа, испарители, выпарные устройства и др.). |
| | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | Классификация теплопотребляющих процессов. Виды тепловых нагрузок и их графики. Расчет годовых расходов тепла. Режимы теплопотребления. Системы теплоснабжения. |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов | Энергетические и технологические котельные агрегаты. Принципиальная схема котлоагрегата. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания (высшая и низшая). Содержание влаги и золы, характеристики плавления золы, выход летучих веществ, характер кокса. Приведенные зольность и влажность. Условное топливо. Характеристика основных видов ископаемых твердых топлив. Жидкое и газообразное топливо. Основы теории процессов горения топлива. Горение твердого топлива, коэффициент избытка воздуха. Горение топлива в слое и во взвешенном состоянии. Топки для слоевого сжигания топлива. Горелки и топки для сжигания пылевидного топлива. Способы распыления жидкого топлива. Форсунки. Горение газообразного топлива. Горелочные устройства. Теоретическая температура горения и ее определение по H,t- диаграмме. Определение основных тепловых потерь в котельном агрегате. КПД котлоагрегата. Расход топлива. |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | Назначение, конструкции и условия работы пароперегревателей, водяных экономайзеров, воздухоподогревателей. Водно-химический режим – условия надежной и экономичной работы котла. Примеси и методы очистки сырой воды. Деаэрация питательной воды. |

## 5.3. Занятия семинарского типа

### 5.3.1. Практические занятия

а) очная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Наименование и объем практического занятия, часа(ов) | Краткое содержание практического занятия |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси. | Расчет газовых смесей (2 часа). | По исходным данным выполняется теплотехнический расчет требуемых в задании параметров газовой смеси. |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | Первый и второй законы термодинамики (2 часа). | Изучив теоретические сведения по первому и второму закону термодинамики студент проводит расчет внутренней энергии, работы и теплоты в заданном термодинамическом процессе. |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | Расчеты политропных процессов. Определение КПД циклов (2 часа). | По исходным данным выполняется расчет заданного цикла и определяется его КПД. |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | Расчеты процессов в компрессорах (сжатие), турбинах (расширение) (2 часа). | Выполняется расчет процесса сжатия воздуха в компрессоре, и расширения рабочего тела в турбине. |
| 2.2 | Термодинамика потока. | Расчет РОУ(2 часа). | Выполняются расчеты нескольких элементов: охладителя пара, регулирующих и предохранительных клапанов, конденсатоотводчиков. |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | Тепловые материальные балансы теплообменных аппаратов (2 часа). | Производится расчет по определению тепловой нагрузки аппарата и расхода греющего или охлаждающего теплоносителя. |
| | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | Расчет тепловых нагрузок производственно-отопительных котельных (2 часа). | По заданным тепловым нагрузкам выбирается тип котла и рассчитывается количество теплоагрегатов. |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов. | Расчет процессов горения топлива (2 часа). | Выполняется расчет по определению количества кислорода воздуха, продуктов сгорания, теплотворной способности топлива, калориметрической и действительной температуры горения. |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | Расчет термодинамических процессов, происходящих в парогазовом тракте котла (2 часа). | В соответствии с исходными данными происходит расчет термодинамических процессов и обоснование выбора марки котла. |
| | **Всего:** | **18** | |

б) заочная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Наименование и объем практического занятия, часа(ов) | Краткое содержание практического занятия |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | Расчеты политропных процессов. Определение КПД циклов (2 часа). | По исходным данным выполняется расчет заданного цикла и определяется его КПД. |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | Расчеты процессов в компрессорах (сжатие), турбинах (расширение) (2 часа). | Выполняется расчет процесса сжатия воздуха в компрессоре, и расширения рабочего тела в турбине. |
| | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | Расчет тепловых нагрузок производственно-отопительных котельных (2 часа). | По заданным тепловым нагрузкам выбирается тип котла и рассчитывается количество теплоагрегатов. |
| | **Всего:** | **6** | |

### 5.3.2. Лабораторные работы

а) очная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Наименование и объем лабораторной работы, часа(ов) | Краткое содержание лабораторной работы |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси. | Определение коэффициента теплопроводности твердых тел методом трубы (2 часа). | Экспериментальным методом определить коэффициент теплопроводности твердых тел методом трубы. |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | Исследования процесса истечения воздуха из суживающегося сопла (2 часа). | Экспериментальным методом исследовать процесс истечения воздуха из суживающегося сопла |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена (2 часа). | Экспериментальным методом определить теплопроводность твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена. |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена (2часа). | Экспериментальным методом исследовать теплоотдачу при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена. |
| 2.2 | Термодинамика потока. | Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании (2 часа). | Экспериментальным методом исследовать работу теплообменного аппарата при имитационном моделировании. |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | Измерение температуры(8 часов). | Экспериментально произвести измерения одной и более температур жидкости тремя способами. |
| | **Всего:** | **18** | |

б) заочная форма

| № темы | Раздел/тема дисциплины | Наименование и объем лабораторной работы, часа(ов) | Краткое содержание лабораторной работы |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | Исследования процесса истечения воздуха из суживающегося сопла (2 часа). | Экспериментальным методом исследовать процесс истечения воздуха из суживающегося сопла |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере | Экспериментальным методом исследовать теплоотдачу при естественной конвекции около вертикального цилиндра в атмосфере различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | различных газов методом имитационного моделирования процесса теплообмена (2 часа). | |
| 2.2 | Термодинамика потока. | Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании (2 часа). | Экспериментальным методом исследовать работу теплообменного аппарата при имитационном моделировании. |
| | **Всего:** | **6** | |

**Образовательные технологии**

В соответствии с «Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» при проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей)

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Теплотехника» сформированы и представлены в приложении к рабочей программе.

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Рекомендуемая литература

| № п/п | Наименование | Электронный адрес | Кол-во экз. |
|---|---|---|---|
| | **7.1.1. Основная литература** | | |
| 1 | Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 308 с. | https://urait.ru/bcode/511615 | |
| 2 | Быстрицкий, Г. Ф. Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 305 с. | https://urait.ru/bcode/512922 | |
| 3 | Смирнова, М. В. Теоретические основы теплотехники: учебное пособие для вузов / М. В. Смирнова. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 237 с. | https://urait.ru/bcode/518705 | |
| | **7.1.2. Дополнительная литература** | | |
| 4 | Теплотехника. Лабораторный практикум для студентов специальностей 250401.65 Лесоинженерное дело, 250403.65 Технология деревообработки, 150405.65 Машины и оборудование лесного комплекса, направления 250400 Технология лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств, 151000 технология машин и оборудования очной и заочной форм обучения [Текст] / М.А. Зырянов, Ю.В. Видин, | | 133 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | П.А. Егармин. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 162 с. | | |
| 5 | Видин Ю.В. Теплотехника. Техническая термодинамика. Теплопередача [Текст]: учеб. пособие для проведения практических занятий, выполнения контрольных и расчетно-графических работ для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров 250400.62 (35.03.02) «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств», 151000.62 (15.03.02) «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения / Ю.В. Видин, М.А. Зырянов, Колосов В.В. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – 129 с. | | 49 |
| 6 | Ахрямкина, Л.Д. Теплотехника. Расчет тепловых нагрузок производственно-отопительных котельных предприятий лесохимического комплекса. Часть 1 [Текст]: учебное пособие для направления подготовки 250400.62 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». Квалификация выпускника – бакалавр. Форма обучения - очная / Л.Д. Ахрямкина, Н.А. Греб. – Красноярск: СибГТУ, 2012. – 40 с. | | 102 |
| 7 | Ахрямкина Л.Д. Теплотехника. Расчет принципиальной тепловой схемы производственно-отопительной котельной промышленного предприятия. Часть 2 [Текст]:учебное пособие по курсовому проектированию для направления подготовки 250400.62 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». Квалификация выпускника – бакалавр. Форма обучения - очная/ Л.Д. Ахрямкина, Н.М. Владимирова, Н.А. Греб.– Красноярск: СибГТУ, 2012.– 49с. | | 102 |
| 8 | Толкачев, В.Я. Техническая термодинамика: сборник задач и задания на расчетно-графические работы и методические указания к их выполнению с примерами решений / В.Я. Толкачев, Н.П. Толкачева, Л.Д. Ахрямкина. – Красноярск. - СибГТУ, 2011. - 88 с. | | 31 |
| 9 | Теплотехника: электронный учеб.-метод. комплекс / сост. М.А. Зырянов – Электрон. дан. – Лесосибирск, 2017. | http://www.lfsibgu.ru/elektronnyj-katalog | |

### 7.2. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины

| № п/п | Наименование |
|---|---|
| 1. | Научно-техническая библиотека филиала СибГУ в г. Лесосибирске : [сайт]. – Лесосибирск, 2004 – . – http://lfsibgu.ru/elektronnyj-katalog. – Текст : электронный. |
| 2. | Лань : электронно-библиотечная система издательства : [сайт]. – Москва, 2010 – . – URL: http://e.lanbook.com – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный. |
| 3. | ЮРАЙТ : образовательная платформа : [сайт]. – Москва, 2013– . – URL: https://urait.ru/ – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный. |
| 4. | IPR SMART : цифровой образовательный ресурс: [сайт] . – Москва, 2021 – . – URL: https://www.iprbookshop.ru/ – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный. |
| 5. | Сервер электронно-дистанционного обучения СибГУ им. М. Ф. Решетнева : [электрон. образоват. ресурс для студентов всех форм обучения] : [сайт]. – URL: https://dl.sibsau.ru – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст : электронный. |

### 7.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Программой дисциплины «Теплотехника» предусмотрены занятия лекционного типа, занятия семинарского типа (практические занятия и лабораторные работы) и самостоятельная работа обучающихся. Самостоятельная работа предполагает изучение теоретического курса и контрольной работы. В период освоения дисциплины для обучающихся организуются индивидуальные и групповые консультации.

При изучении дисциплины обязательным является выполнение следующих организационных требований:

– обязательное посещение всех видов аудиторных занятий;
– ведение конспекта лекций;
– активная работа во время занятий;
– регулярная самостоятельная работа обучающегося в соответствии с рабочей программой дисциплины;
– своевременная сдача отчетных документов;
– получение дополнительных консультаций по подготовке, оформлению и сдаче отдельных видов заданий, в случае пропусков занятий.

Самостоятельная работа обучающегося направлена на:

– стимулирование познавательного интереса;
– систематизацию и закрепление полученных теоретических знаний;
– развитие познавательных способностей, активности, самостоятельности, ответственности и организованности обучающихся;
– формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы по всем осваиваемым дисциплинам, обучающемуся необходимо заниматься по 3-5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, поскольку компенсировать пропущенный материал позднее без снижения качества работы и ее производительности практически невозможно.

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента |
|---|---|
| Лекция | Лекции имеют целью дать систематизированные знания об изучаемой предметной области. В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на лабораторные работы и указания на самостоятельную работу.<br>В ходе лекций студентам рекомендуется:<br>– вести конспектирование учебного материала;<br>– обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;<br>– задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.<br>Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.<br>Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо переписать лекцию, показать преподавателю и ответить на вопросы по пропущенной лекции во время индивидуальных консультаций. |
| Лабораторная работа | Целью лабораторных работ по дисциплине является приобретение умений проведения эксперимента, составления отчета, получение навыков коллективной работы. При подготовке к лабораторным работам студенту необходимо изучить методические указания по выполнению лабораторной работы, изучить основные теоретические положения по теме работы, выполнить практическую часть. Лабораторные работы выполняются подгруппами студентов в специализированных лабораториях. Каждую лабораторную работу студент должен представить на рассмотрение преподавателя, ответить на контрольные вопросы. |
| Практическая работа | Практическая работа – это активная форма учебного процесса в вузе. Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления теоретических знаний, получения практических умений и навыков решения задач, развития абстрактного и логического |

| | |
|---|---|
| | мышления. При подготовке к практическим работам студенту необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Практические работы выполняются студентами в специализированной аудитории. Номер варианта практической работы определяет преподаватель по списку группы. Каждую практическую работу студент должен защитить устно, предоставив выполненные задания и ответив на контрольные вопросы. |
| Самостоятельная работа (изучение теоретической части курса) | При изучении дисциплины не все вопросы рассматриваются на лекциях, часть вопросов рекомендуется преподавателем для самостоятельного изучения. При самостоятельном изучении и проработке теоретического курса необходимо повторить законспектированный во время лекции материал и дополнить его с учетом рекомендованной литературы. Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников - ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими специалистами. Поиск ответов на вопросы и выполнение заданий для самостоятельной работы позволяет расширить и углубить знания по курсу, применить теоретические знания в решении задач практического содержания, закрепить изученное ранее. Уровень усвоения материала может быть оценен при ответах на контрольные вопросы для самопроверки по соответствующим темам и разделам. |
| Самостоятельная работа (контрольная работа) | Выполнение контрольной работы является обязательным условием для допуска студента к экзамену. Контрольная работа представляет собой изложение в письменном и графическом виде результатов теоретического анализа и практической работы студента по определенной теме. Содержание работы зависит от выбранного варианта. Работа представляется преподавателю на проверку не позднее, чем за 7 дней до планируемой защиты. Защита работы проходит в форме собеседования во время консультаций (до начала экзамена), или в сроки, установленные графиком экзаменационной сессии. |
| Подготовка к зачету | Подготовка к зачету предполагает изучение рекомендуемой литературы и других источников, конспектов лекций, повторение материалов лабораторных работ. |

## 8. Перечень оборудования и технических средств обучения, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Наименование аудитории | Назначение аудитории | Оборудование |
|---|---|---|
| Учебная аудитория | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Учебная мебель для обучающихся, доска, рабочее место преподавателя. Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации. Компьютеры с подключением к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду СибГУ им. М.Ф. Решетнева.<br>Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, необходимого для освоения дисциплины:<br>1. Операционная система Microsoft Windows.<br>2. Офисный пакет Microsoft Office.<br>3. Браузер Google Chrome.<br>4. Антивирус Dr. Web. |
| Помещение для самостоятельной работы | для самостоятельной работы обучающихся | Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду<br>Филиала СибГУв г. Лесосибирске |

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Лесосибирский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»
(филиал СибГУ в г. Лесосибирске)

**ФОНД**
**ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
для проведения промежуточной аттестации
по дисциплине
**(приложение к рабочей программе дисциплины)**

# ТЕПЛОТЕХНИКА
(наименование дисциплины/модуля)

35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств
Код Наименование

Направленность (профиль) образовательной программы
Технология деревопереработки

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
очная // заочная

Красноярск 2023

**Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**
«Теплотехника»

## 1. Описание назначения и состава фонда оценочных средств

Настоящий фонд оценочных средств (ФОС) входит в состав рабочей программы дисциплины Теплотехника
(наименование дисциплины)

и предназначен для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

ФОС включает в себя оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в форме: зачета.

В состав ФОС входят следующие оценочные средства:

- устный опрос (текущий контроль);
- вопросы для защиты лабораторных работ (текущий контроль);
- вопросы для защиты практических работ (текущий контроль);
- задания для выполнения контрольных работ (текущий контроль);
- вопросы к зачету (промежуточная аттестации).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

| Код компе-тенции | Содержание компетенции | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенции |
|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий. | **ОПК-1.1.** Использует современные информационные технологии для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.2.** Использует физико-математические методы для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**ОПК-1.3.** Применяет естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности. | **Знать:**<br>1. основные естественных наук для идентификации, формулирования и решения проблем.<br>**Уметь:**<br>1. применять физико-математические методы для решения типовых задач;<br>2. применять естественно - научные и общеинженерные знания для решения типовых задач профессиональной деятельности.<br>**Владеть:**<br>1. физико-математическими методами для решения типовых задач профессиональной деятельности;<br>2. навыками использования системы естественно - научных и общеинженерных знаний для решения решать типовые задачи профессиональной деятельности. |

### 2.1. Формы контроля формирования компетенций

а) очная форма

| № п/п | Контролируемые раздел/тема дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | занятиях семинарского типа |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа |
| 2.2 | Термодинамика потока. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа |
| 3 | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | ОПК-1 | Устный опрос |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов. | ОПК-1 | Устный опрос |
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | ОПК-1 | Устный опрос |
| | Промежуточная аттестация | ОПК-1 | **Промежуточная аттестация по дисциплине** вопросы к зачету |

б) заочная форма

| № п/п | Контролируемые раздел/тема дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Раздел 1 ИДЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 1.1 | Предмет и метод термодинамики. Термодинамические системы, процессы. Идеальные газы и их смеси. | ОПК-1 | Устный опрос на занятиях семинарского типа, выполнение контрольной работы |
| 1.2 | Первый и второй законы термодинамики. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы, выполнение контрольной работы |
| 1.3 | Политропные процессы и циклы. | ОПК-1 | Устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа, выполнение контрольной работы |
| 2 | Раздел 2 РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ | | |
| 2.1 | Реальные газы и пары, их свойства, термодинамические процессы. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы устный опрос на занятиях семинарского типа решение задач на занятиях семинарского типа, выполнение контрольной работы |
| 2.2 | Термодинамика потока. | ОПК-1 | Защита лабораторной работы, выполнение контрольной работы |
| 2.3 | Тепловые и материальные балансы теплообменных аппаратов | ОПК-1 | Выполнение контрольной работы |
| 3 | Раздел 3 ТЕПЛОТЕХНИКА | | |
| 3.1 | Теплоснабжение предприятий промышленности. Принципиальные тепловые схемы производственно-отопительных котельных. | ОПК-1 | Выполнение контрольной работы |
| 3.2 | Принципиальные тепловые схемы котлоагрегатов. Топливо и его характеристики. Технические характеристики котлоагрегатов. | ОПК-1 | Выполнение контрольной работы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3.3 | Вспомогательные поверхности нагрева котлоагрегатов. Подготовка питательной воды для котлоагрегатов. | ОПК-1 | Выполнение контрольной работы |
| | Промежуточная аттестация | ОПК-1 | **Промежуточная аттестация по дисциплине** вопросы к зачету |

## 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков владения, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций

### 3.1. Устный опрос (текущий контроль), формирование компетенции ОПК-1

Устный опрос проводится выборочно в начале лекции и включает перечень вопросов по пройденному материалу. Устный опрос проводится по темам, по которым нет лабораторных работ.

Перечень вопросов для устного опроса.

1. Каковы основные показатели работы топок?
2. Какая классификация систем теплоснабжения?
3. Как определяется расход теплоты на отопление?
4. Как рассчитывается расход теплоты на вентиляцию?
5. Как определяется расход теплоты на горячее водоснабжение?
6. Какие элементы водоподготовки в котельной?
7. Принципиальная схема котельного агрегата.
8. Назовите основные потери теплоты в котельном агрегате. Какие существуют способы повышения КПД котла?
9. Как функционирует РОУ?
10. Назовите виды и сферу применения ВЭР?

### 3.2. Задания для практических работ на занятиях семинарского типа (текущий контроль), формирование компетенций ОПК-1.

Подробное описание практических работ и контрольные вопросы приводятся в практикуме, который включен в состав ЭУМКД [9].

### 3.3. Задания для лабораторных работ на занятиях семинарского типа (текущий контроль), формирование компетенций ОПК–1.

Подробное описание лабораторных работ и контрольные вопросы содержатся в практикуме по выполнению лабораторных работ, который включен в состав ЭУМКД [9].

### 3.4. Задания для выполнения контрольной работы (промежуточная аттестация), формирование компетенций ОПК–1.

Контрольная работа выполняется студентами по индивидуальным заданиям. Индивидуальные задания содержатся в методическом указании по выполнению контрольных и расчетно-графических работ, которое включено в состав ЭУМКД [9].

Примерный перечень тем для контрольной работы по дисциплине «Теплотехника»

| № п/п | Наименование темы задания контрольной работы |
|---|---|
| 1 | Расчет теоретического цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания (ДВС). |
| 2 | Циклы газотурбинных установок. |
| 3 | Цикл паротурбинной установки. |
| 4 | Расчет поршневого компрессора. |
| 5 | Расчет парокомпрессионной холодильной установки. |
| 6 | Расчет теплопередачи через стенку горизонтально расположенной цилиндрической трубы. |

**3.5. Вопросы зачету (промежуточная аттестация), формирование компетенций ОПК–1.**

1. Как определяется работа в рабочей диаграмме?
2. Что устанавливает второй закон термодинамики?
3. Как осуществляются круговые процессы?
4. Что такое энтропия и энтропийная диаграмма?
5. Как осуществляются цикл Карно теплового двигателя?
6. Как осуществляются цикл Карно теплового насоса?
7. Что показывает теплоемкость газа?
8. Как осуществляются изохорный процесс для водяного пара?
9. Что устанавливает Закон Фурье?
10. Что характеризует дифференциальное уравнение Фурье?
11. Каковы способы переноса теплоты?
12. Теплопроводность в однослойной плоской стенке?
13. Как определяется теплопроводность в многослойной плоской стенке?
14. Как определяется теплопроводность в цилиндрической стенке?
15. Как определяется теплопередача через однослойную стенку?
16. Как определяется теплопередача через многослойную стенку?
17. Как определяется теплопередача через цилиндрическую стенку?
18. Как осуществляется горение топлива?
19. Как осуществляется циркуляция воды в паровом котле?
20. Какие типы топочных устройств?

**4. Описание показателей, критериев, шкал оценивания планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенций**

**4.1. Показатели и критерии оценивания устного ответа**

| Оценка | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «5» (отлично) | Полнота и правильность ответов на вопросы | Содержание ответа соответствует теме вопроса. Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Обучающимся продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождено адекватными примерами из практики. Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны |
| «4» (хорошо) | | Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, присутствуют незначительные ошибки в употреблении терминов, не искажающие смысла. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Изложение отчасти сопровождено адекватными примерами из практики. Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны |

| | | |
|---|---|---|
| «3» (удовлетворительно) | | Содержание ответа в целом соответствует теме вопроса. Продемонстрировано удовлетворительное знание материала, есть ошибки (25–30%). Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам. Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа разорваны логически, нет связок между ними |
| «2» (неудовлетворительно) | | Содержание ответа не соответствует теме вопроса или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание материала, много ошибок – практически все данные либо искажены, либо неверны. Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины. Отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны |

### 4.2. Показатели и критерии оценивания заданий для лабораторных работ и вопросов для защиты лабораторных работ

| Оценка | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «5» (отлично) | Качество выполнения всех заданий лабораторных работ; полнота и правильность ответов на контрольные вопросы; оформление в соответствии с требованиями, самостоятельность выполнения, сдача лабораторных работ в установленные сроки. | Выполнены без замечаний все задания лабораторных работ; даны полные правильные ответы на контрольные вопросы; лабораторные работы выполнены самостоятельно, сданы в срок, оформлены в соответствии с требованиями |
| «4» (хорошо) | | Задания лабораторных работ выполнены с несущественными замечаниями; недостаточно полные ответы на контрольные вопросы; лабораторные работы выполнены самостоятельно, сданы в срок, оформлены в соответствии с требованиями |
| «3» (удовлетворительно) | | Задания лабораторных работ выполнены с существенными замечаниями, устраненными во время контактной работы с преподавателем; ошибки в ответах на контрольные вопросы; лабораторные работы выполнены с нарушениями графика, в оформлении работ есть недостатки; работы выполнены самостоятельно |
| «2» (неудовлетворительно) | | Часть лабораторных работ или все работы выполнены из фрагментов работ других авторов и носят несамостоятельный характер; задания выполнены не полностью или неправильно; оформление работ не соответствует требованиям |

### 4.3. Показатели и критерии оценивания заданий для практических работ и вопросов для защиты практических работ

| Оценка | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «5» (отлично) | Качество выполнения всех заданий | Выполнены без замечаний все задания практических работ; даны полные правильные ответы на контрольные вопросы; |

| | | |
|---|---|---|
| | практических работ; полнота и правильность ответов на контрольные вопросы; оформление в соответствии с требованиями, самостоятельность выполнения, сдача практических работ в установленные сроки. | лабораторные работы выполнены самостоятельно, сданы в срок, оформлены в соответствии с требованиями |
| «4» (хорошо) | | Задания практических работ выполнены с несущественными замечаниями; недостаточно полные ответы на контрольные вопросы; практические работы выполнены самостоятельно, сданы в срок, оформлены в соответствии с требованиями |
| «3» (удовлетворительно) | | Задания практических работ выполнены с существенными замечаниями, устраненными во время контактной работы с преподавателем; ошибки в ответах на контрольные вопросы; практические работы выполнены с нарушениями графика, в оформлении работ есть недостатки; работы выполнены самостоятельно |
| «2» (неудовлетворительно) | | Часть практических работ или все работы выполнены из фрагментов работ других авторов и носят несамостоятельный характер; задания выполнены не полностью или неправильно; оформление работ не соответствует требованиям |

## 4.4. Показатели и критерии оценивания контрольной работы

| Оценка | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «5» (отлично, зачтено) | Качество выполнения всех разделов контрольной работы; оформление, структура и стиль работы; самостоятельность выполнения, выполнение и сдача контрольной работы в установленные сроки. | Выполнены все разделы и задания работы; работа выполнена в срок; оформление, структура и стиль работы образцовые; контрольной работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы. |
| «4» (хорошо, зачтено): | | Выполнены все разделы и задания контрольной работы с незначительными замечаниями; работа выполнена в срок; в оформлении, структуре и стиле работы нет грубых ошибок; работа выполнена самостоятельно. |
| «3» (удовлетворительно, зачтено) | | Выполненные задания контрольной работы имеют значительные недочеты, устраненные после проверки преподавателем; работа выполнена с нарушениями графика; имеются недостатки по оформлению структуре и стилю работы; контрольная работа выполнена самостоятельно. |
| «2» (неудовлетворительно, не зачтено) | | Часть работы выполнена из фрагментов работ других авторов и носит несамостоятельный характер; задания в контрольной работе решены не полностью или решены неверно; содержание работы не соответствует заданной теме; при выполнении работы не были использованы ключевые литературные источники; оформление работы не соответствует стандартным требованиям. |

## 4.5. Показатели и критерии оценивания устного (письменного) ответа на зачете

| Оценка | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|---|---|---|
| «5» (отлично, зачтено) | Знание программного материала, владение понятийным аппаратом, последовательность, логичность и стиль изложения, адекватность иллюстраций, умение анализировать классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать | Содержание ответа соответствует заданному вопросу.<br>В ответе отражены все дидактические единицы, предусмотренные заданием. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки.<br>Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Обучающийся самостоятельно демонстрирует уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождает адекватными иллюстрациями (примерами).<br>Ответ четко структурирован, части ответа логически |

| | | |
|---|---|---|
| | изученный материал. | взаимосвязаны. Обучающийся умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал. |
| «4»<br>(хорошо, зачтено): | | Содержание ответа в целом соответствует заданному вопросу. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки.<br>Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Обучающийся самостоятельно, и отчасти при наводящих вопросах преподавателя, демонстрирует уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождает адекватными иллюстрациями (примерами).<br>Ответ в достаточной степени структурирован, части ответа логически взаимосвязаны. Обучающийся способен анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал. |
| «3»<br>(удовлетворительно, зачтено) | | Содержание ответа в целом соответствует заданному вопросу. Обучающийся демонстрирует знание обязательного объема фактического материала по дисциплине, но оперирует неточными формулировками и допускает фактические ошибки (25–30%).<br>Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, допущены ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Обучающийся проявляет затруднения в самостоятельных ответах.<br>Примеры и иллюстрации, приведенные в ответе, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам. Ответ плохо структурирован, части ответа разорваны логически. Обучающийся затрудняется анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал. |
| «2»<br>(неудовлетворительно, не зачтено) | | Содержание ответа не соответствует заданному вопросу или соответствует ему в очень малой степени<br>Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, допущено много ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.<br>Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов.<br>Обучающийся не освоил обязательного минимума знаний дисциплины, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя |

## 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для проверки качества освоения программы дисциплины и оценки результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе индикаторами достижения компетенции проводится текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета / контрольной работы.

Контроль успеваемости обучающихся осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы. Рейтинг–план по дисциплине «Теплотехника» включен в состав ЭУМКД [9].

Текущий контроль проводится регулярно на всех видах групповых занятий по дисциплине. В конце семестра на основании поэтапного контроля процесса обучения суммируются баллы текущих, рубежных рейтингов (контрольные недели), подсчитываются дополнительные баллы (за посещаемость и активность на занятиях).

Результаты рейтинговой аттестации объявляются преподавателем на последнем занятии в зачетную неделю и служат основой для итогового результата промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине.

**5.1. Соответствие балльной шкалы оценок по дисциплине уровню сформированности компетенций обучающегося**

| Уровень сформированности компетенций | Оценка | Пояснение |
|---|---|---|
| Высокий | «5»<br>(отлично)<br>зачтено | Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, достигнуты. |
| Средний | «4»<br>(хорошо)<br>зачтено | Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями, планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, достигнуты. |
| Удовлетворительный | «3»<br>(удовлетворительно)<br>зачтено | Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой обучения учебных задач выполнено, но отмечены ошибки, планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, в целом достигнуты. |
| Неудовлетворительный | «2»<br>(не удовлетворительно)<br>не зачтено | Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнено, либо содержит грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций, не достигнуты. |