


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор
института магистратуры


И.В. Ярмоленко
« 20 » 05 2021г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
энергетики, информационных
технологий и управляющих систем


А.В. Белоусов
« 20 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

**Исследование в области энергосбережения и экологической
безопасности энергетики теплотехнологий**

Направление подготовки (специальность):

13.04.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

Энергетика теплотехнологии

Квалификация

магистр

Форма обучения

заочная

Институт: **Энергетики, информационных технологий и управляющих систем**

Кафедра: **Энергетики теплотехнологии**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 146;
- учебного плана, утвержденного Ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доц.  (Т.И. Тихомирова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики теплотехнологии «22» 04 2021 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой

Энергетики теплотехнологии

канд. техн. наук, доцент

 (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики, информационных технологий и управляющих систем «20» 05 2021 г., протокол № 9.

Председатель

канд. техн. наук, доцент

 (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций | Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине |
|--|---|---|---|
| Общепрофессиональные компетенции | | | |
| Планирование | ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки. | ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования, определяет последовательность решения задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Показатели оценивания результата обучения по дисциплине: Знать: <ul style="list-style-type: none"> • методы и способы планирования исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • формулировать цели и задачи исследования; • выявлять приоритеты решения задач • выбирать критерии оценки решаемых задач; Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками планирования исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |
| Исследование | ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. | ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи, проводит анализ и представление полученных результатов при решении задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. | Показатели оценивания результата обучения по дисциплине: Знать: <ul style="list-style-type: none"> • методы и способы проведения исследований в профессиональной области; Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • выбирать необходимый метод исследования для решения поставленной задачи; • проводить анализ и представление полученных результатов исследований; Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыками проведения исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |
| Научно-исследовательские задачи профессиона- | ПК-5. Способен проводить научно-исследовательские и | ПК-5.3. Выполняет исследования в области энергосбережения | Показатели оценивания результата обучения по дисциплине: Знать: |

| | | | |
|-----------------------|---|---|---|
| ональной деятельности | опытно-конструкторские разработки в сфере теплоэнергетики и теплотехники. | и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | <ul style="list-style-type: none"> • методы, средства и практику исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий; • требования к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |
|-----------------------|---|---|---|

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Компетенция ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|---|
| 1 | Исследование в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий |
| 2 | Методы эффективного управления теплотехнологическими процессами |
| 3 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

Компетенция ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|---|
| 1 | Исследование в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий |
| 2 | Методы эффективного управления теплотехнологическими процессами |
| 3 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

Компетенция ПК-5. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере теплоэнергетики и теплотехники.

| Стадия | Наименования дисциплины |
|--------|---|
| 1 | Исследование в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий |
| 2 | Производственная научно-исследовательская работа |
| 3 | Производственная преддипломная практика |
| 4 | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Форма промежуточной аттестации дифференцированный зачет, экзамен

| Вид учебной работы | Всего часов | Установочная сессия | Семестр № 1 | Семестр № 2 |
|---|-------------|---------------------|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 2 | 70 | 108 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 18 | 2 | 6 | 10 |
| лекции | 8 | 2 | 2 | 4 |
| лабораторные | – | – | – | – |
| практические | 8 | – | 4 | 4 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 2 | – | – | 2 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 162 | – | 64 | 98 |
| Курсовой проект | – | – | – | – |
| Курсовая работа | – | – | – | – |
| Расчетно-графическое задание | – | – | – | – |
| Индивидуальное домашнее задание | 18 | – | 9 | 9 |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 108 | – | 55 | 53 |
| Экзамен | 36 | – | – | 36 |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр № 1.

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|-------|---|---|----------------------|----------------------|------------------------|
| | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1. | Установочное занятие | 2 | – | – | – |

Курс 1 Семестр № 1.

| № п/п | Наименование раздела (модуля) | Количество лекционных часов | Объем на тематический раздел, час | | |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Практические и др. занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Исследование в области энергосбережения в теплоэнергетике | | | | | |
| | <p>Введение. Предмет, его задачи и содержание. Организация научно-исследовательской работы в России. Этапы научно-исследовательской работы. Подготовительный этап исследовательской работы. Выбор темы исследования. Планирование исследовательской работы. Сбор информации.</p> <p>Основные источники научной информации. Изучение литературы. Изучение юридической практики.</p> <p>Написание и оформление исследовательских работ.</p> <p>Эксперимент как предмет исследования. Планирование эксперимента. Модельные эксперименты. Аналоговые эксперименты. Обработка результатов эксперимента. Статический, математический, графический анализы экспериментальных данных.</p> <p>Современные тенденции развития энергетики. Актуальность энергосбережения в России и в мире. Задачи, цели и приоритеты энергосбережения. История развития энергосбережения. Мировой опыт энергосбережения. Энергетическая политика РФ. Современное состояние энергетики России. Основы государственного</p> | 1 | 2 | | 20 |

| | | | | |
|---|---|---|--|----|
| <p>управления энергосбережением, стратегия развития отечественной энергетики. Перспективы энергосбережения России. Региональные законы и программы по энергосбережению.</p> <p>Современное состояние и перспективные способы получения и преобразования тепловой и электрической энергии. Энергосбережение при производстве и распределении энергии. Термодинамическое преимущество комбинированной выработки электроэнергии и тепловой энергии. Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования и технологических схем современной ТЭС, способов подготовки и сжигания топлива. Совершенствование тепловой схемы турбоустановки. Технические характеристики энергоблоков нового поколения. Проблемы и перспективы нетрадиционной энергетики. Техническая стратегия обновления теплоэнергетики России. Основные положения энергетической стратегии России.</p> <p>Основные направления энергосберегающей политики при развитии топливно-энергетического комплекса. Учет энергоресурсов и энергоносителей.</p> <p>Учет тепловой энергии и теплоносителей.</p> <p>Учет топлива. Нормативная база по общим требованиям к учету топлива. Учет топлива по энергетическим характеристикам. Материальные балансы топлива.</p> | | | | |
| <h2>2. Исследование в области энергосбережения в теплотехнике</h2> | | | | |
| <p>Энергосбережение и ресурсосбережение при производстве и распределении энергии. Тепловые электрические станции. Внедрение учета всех видов используемых ТЭР. Составление энергетических характеристик, режимных карт теплового оборудования. Расчет тепловой мощности теплотехнического оборудования.</p> <p>Нетрадиционные источники энергии. Нетрадиционная энергетика и ее характеристика.</p> <p>Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика.</p> <p>Солнечная энергетика. Биоэнергетика. Энергетическое использование твердых бытовых отходов. Перспективы использования нетрадиционных источников энергии. Малая энергетика.</p> <p>Утилизация отходов при потреблении энергоресурсов. Использование теплоты топливных и технологических ВЭР. Утилизация золы и шлака ТЭС.</p> <p>Энергосбережение при потреблении энергоре-</p> | 1 | 2 | | 35 |

| | | | | | |
|--|---|---|---|--|----|
| | <p>сурсов.</p> <p>Общие направления энергосбережения.</p> <p>Технико-экономические показатели работы котельных. Перспективность повышения к.п.д. отопительных котлов за счет теплоты конденсации водяных паров в продуктах горения. Использование теплоты вентиляционных выбросов. Применение тепловых насосов. Применение тепловых насосов для энергосбережения. Применение теплового насоса для утилизации тепла оборотной воды тепловой электростанции. Применение теплового насоса совместно с газотурбинной установкой. Применение теплового насоса для подогрева приточного воздуха в системе вентиляции.</p> | | | | |
| | ВСЕГО | 2 | 4 | | 55 |

Курс 1 Семестр № 2.

| № п/п | Наименование раздела (модуля) | Количество лекционных часов | Объем на тематический раздел, час | | |
|---|--|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| | | | Практические и др. занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Исследование в области энергосбережения в теплотехнологии | | | | | |
| | <p>Энергосбережение в энергоемких технологиях, энергосбережение по видам потребителей энергоресурсов (централизованное и автономное энергоснабжение).</p> <p>Энергосбережение в промышленности.</p> <p>Оптимизация внутрипроизводственных тепловых сетей. Внедрение систем технического учета энергоресурсов по цехам. Разработка и внедрение удельных норм потребления энергоресурсов и энергетических характеристик энергопотребляющего оборудования и технологий. Организация мониторинга уровня потребления энергоресурсов. Интенсивное энергосбережение. Традиционные критерии энергетической оптимизации. Критерии оптимизации на основе эксергетического анализа.</p> <p>Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях. Энергосбережение в системах отопления. Горячего водоснабжения, вентиляции. Энергосбережение в сушильных, выпарных, ректификационных установках.</p> <p>Металлургическая промышленность.</p> <p>Общие проблемы энергосбережения в метал-</p> | 2 | 2 | | 33 |

| | | | | | |
|--|--|---|---|--|----|
| | <p>лургии. Основные энергосберегающие технологические процессы, оборудование и мероприятия при производстве металлов.</p> <p>Энергосбережение в ПСМ.</p> <p>Общие проблемы энергосбережения в ПСМ.</p> <p>Разработка энергосберегающих мероприятий, технологий и оборудования при производстве вяжущих строительных материалов, цемента, стекла, керамики и огнеупоров.</p> <p>Утилизация отходов при потреблении энергоресурсов.</p> | | | | |
| 2. Исследование в области экологической безопасности в энергетике теплотехнологии | | | | | |
| | <p>Физико-химические свойства выбросов в атмосферу от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования.</p> <p>Федеральные законы. Перечень документов</p> <p>Основные положения государственных стандартов.</p> <p>Факторы физического воздействия энергетики и энергопредприятий на окружающую среду и климат.</p> <p>Основы механики аэрозолей: скорость осаждения частиц, сила лобового сопротивления частиц движению в сплошной среде по законам Ньютона и Стокса, сила инерции и центробежная сила. Защита воздушного бассейна от выбросов. Пылезолоулавливание. Пылеосадительные камеры, их расчет.</p> <p>Промышленные аппараты для золопылеулавливания.</p> <p>Снижение оксидов серы и азота.</p> <p>Контроль состояния воздушного бассейна.</p> <p>Механизмы генерации оксидов серы и азота.</p> <p>Механизмы генерации оксидов серы и азота в теплотехнологических и теплоэнергетических установках. Воздействие их на окружающую среду.</p> <p>Загрязнения водных бассейнов производственными сточными водами.</p> <p>Сточные воды ТЭЦ и методы их очистки:</p> <p>Механическая очистка.</p> <p>Химические методы очистки.</p> <p>Физико-химические методы очистки.</p> <p>Биологические методы очистки</p> | 2 | 2 | | 20 |
| | ВСЕГО | 4 | 4 | | 53 |

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Тема практического (семинарского) занятия | К-во часов | К-во часов СРС |
|------------|--|--|------------|----------------|
| семестр №1 | | | | |
| 1 | Исследование в области энергосбережения в теплоэнергетике | Энергосбережение при производстве и распределении энергии. Составление энергетических балансов. | 2 | 20 |
| 2 | Исследование в области энергосбережения в теплотехнике. | Составление энергетических характеристик, режимных карт теплового оборудования. | 2 | 20 |
| семестр №2 | | | | |
| 3 | Исследование в области энергосбережения в теплотехнологии. | Энергосбережение в энергоемких технологиях, энергосбережение по видам потребителей энергоресурсов. | 2 | 20 |
| 4 | Исследование в области экологической безопасности в энергетике теплотехнологии | Подбор и расчет оборудования по пыле-золоулавливаю. Способы сокращения выбросов в атмосферу. | 2 | 20 |
| ИТОГО: | | | 8 | 80 |
| | | | ВСЕГО: | 88 |

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Учебным планом предусмотрено выполнение индивидуальных домашних заданий.

Перечень тем для выполнения ИДЗ:

1. Исследования в области энергосбережения и экологической безопасности в теплоэнергетике
2. Исследования в области энергосбережения и экологической безопасности в теплотехнике
3. Исследования в области энергосбережения и экологической безопасности в теплотехнологии

Цель ИДЗ: изучение студентами методик и приобретение навыков применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы, проводить анализ и представление полученных результатов исследований.

Тема индивидуального домашнего задания:

Расчет теплового насоса.

ИДЗ включает расчетно-пояснительную записку объемом 15-20стр.

Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа) .

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;
- задание, подписанное студентом и преподавателем;
- расчет идеального цикл парокompрессионного теплового насоса;
- расчет парокompрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты;
- расчет парокompрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты и переохладителем.
- выводы и заключение.

В записке даются краткие указания, обоснования и соответствующие пояснения по выбираемым величинам для трех вариантов схем работы теплового насоса с использованием различных фреонов. Расчетные показатели энергетической эффективности работы теплового насоса сводятся в таблицу. Выбор эффективной схемы работы теплового насоса, его характеристики отображаются в T-S диаграмме, которая должна быть представлена в пояснительной записке.

Графическая часть представляет собой лист формата А4, содержащий диаграмму с указанием на ней характеристик фреонов и их изменений в процессе работы парокompрессионного теплового насоса по идеальному термодинамическому циклу и с регенерацией теплоты для трех фреонов.

В процессе выполнения ИДЗ осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории университета.

Типовой вариант задания

По исходным данным необходимо:

1. Рассчитать цикл идеального парокompрессионного теплового насоса для трёх фреонов.
2. Рассчитать цикл парокompрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты для трёх фреонов.
3. Рассчитать цикл идеального парокompрессионного теплового насоса с регенерацией теплоты им переохладителем для трёх фреонов.
4. Сравнить результаты расчёта и выбрать наиболее эффективный вариант ТНУ.

Исходные данные:

Температура холодной воды:

— До теплового насоса $t_{н1} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$;

— После теплового насоса $t_{н2} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;

Температура горячей воды:

— До теплового насоса $t_{в1} = 51 \text{ }^\circ\text{C}$;

— После теплового насоса $t_{в2} = 66 \text{ }^\circ\text{C}$;

Температура окружающей среды: $t_0 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$;

Перегрев пара в промежуточном теплообменнике: $\Delta\tau_{п} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$;

Перепады температур в испарителе $\Delta t_{исп}$, конденсаторе $\Delta t_{к}$, переохладителе $\Delta t_{по}$:

$$\Delta t_{исп} = \Delta t_{к} = \Delta t_{по} = 5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|----------------------------------|
| ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования, определяет последовательность решения задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Дифференцированный зачет |

2 Компетенция ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|---|----------------------------------|
| ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи, проводит анализ и представление полученных результатов при решении задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. | Экзамен, защита ИДЗ |

3 Компетенция ПК-5. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере теплоэнергетики и теплотехники.

| Наименование индикатора достижения компетенции | Используемые средства оценивания |
|--|----------------------------------|
| ПК-5.3. Выполняет исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Экзамен |

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета, экзамена

Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для дифференцированного зачета

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Исследование в области энергосбережения в теплоэнергетике (ОПК-1.1) | <ul style="list-style-type: none">– Организация научно-исследовательской работы в России. Этапы научно-исследовательской работы.– Подготовительный этап исследовательской работы.– Выбор темы исследования. Планирование исследовательской работы. Сбор информации.– Современные тенденции развития энергетики. Мировой опыт энергосбережения.– Энергетическая политика РФ.– Современное состояние энергетики России. Основы государственного управления энергосбережением, стратегия развития отечественной энергетики.– Перспективы энергосбережения России. Региональные законы и программы по энергосбережению.– Современное состояние и перспективные способы получения и преобразования тепловой и электрической энергии.– Энергосбережение при производстве и распределении энергии.– Термодинамическое преимущество комбинированной выработки электроэнергии и тепловой энергии.– Проблемы и перспективы развития и совершенствования основного оборудования и технологических схем современной ТЭС, способов подготовки и сжигания топлива.– Совершенствование тепловой схемы турбоустановки. Технические характеристики энергоблоков нового поколения.– Проблемы и перспективы нетрадиционной энергетики.– Техническая стратегия обновления теплоэнергетики России.– Основные положения энергетической стратегии России. |

Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание вопросов (типовых заданий) |
|-------|---|--|
| 1 | Исследование в области энергосбережения в теплотехнике (ПК-5.3) | <ul style="list-style-type: none">– Энергосбережение и ресурсосбережение при производстве и распределении энергии.– Тепловые электрические станции.– Внедрение учета всех видов используемых ТЭР.– Составление энергетических характеристик, режимных |

| | | |
|---|---|---|
| | | <p>карт теплового оборудования.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Расчет тепловой мощности теплотехнического оборудования. - Нетрадиционные источники энергии. Нетрадиционная энергетика и ее характеристика. Ветроэнергетика. Геотермальная энергетика. Солнечная энергетика. Биоэнергетика. - Энергетическое использование твердых бытовых отходов. Перспективы использования нетрадиционных источников энергии. Малая энергетика. - Утилизация отходов при потреблении энергоресурсов. Использование теплоты топливных и технологических ВЭР. Утилизация золы и шлака ТЭС. - Энергосбережение при потреблении энергоресурсов. - Общие направления энергосбережения. - Техничко-экономические показатели работы котельных. Перспективность повышения к.п.д. отопительных котлов за счет теплоты конденсации водяных паров в продуктах горения. - Использование теплоты вентиляционных выбросов. - Применение тепловых насосов. |
| 2 | <p>Исследование в области энергосбережения в теплотехнологии (ПК-5.3)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Энергосбережение в энергоемких технологиях, энергосбережение по видам потребителей энергоресурсов (централизованное и автономное энергоснабжение). - Энергосбережение в промышленности. - Внедрение систем технического учета энергоресурсов по цехам, удельных норм потребления энергоресурсов и энергетических характеристик энергопотребляющего оборудования и технологий. - Энергосбережение в энергоемких технологиях. - Энергосбережение по видам потребителей энергоресурсов (централизованное и автономное энергоснабжение). - Энергосбережение в промышленности. - Оптимизация внутрипроизводственных тепловых сетей. - Организация мониторинга уровня потребления энергоресурсов. - Интенсивное энергосбережение. Традиционные критерии энергетической оптимизации. - Критерии оптимизации на основе эксергетического анализа. - Особенности энергосбережения в высокотемпературных теплотехнологиях. - Энергосбережение в системах отопления. Горячего водоснабжения, вентиляции. - Энергосбережение в сушильных, выпарных, ректификационных установках. - Металлургическая промышленность. Общие проблемы энергосбережения в металлургии. - Основные энергосберегающие технологические процессы, оборудование и мероприятия при производстве металлов. - Энергосбережение в ПСМ. Общие проблемы энергосбережения в ПСМ. - Разработка энергосберегающих мероприятий, технологий и оборудования при производстве вяжущих строительных материалов, цемента, стекла, керамики и огнеупоров. |

| | | |
|---|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> . Учет энергоресурсов - Материальные балансы теплотехнологических процессов. |
| 3 | Исследование в области экологической безопасности в энергетике теплотехнологии (ОПК-2.1) | <ul style="list-style-type: none"> -Физико-химические свойства выбросов в атмосферу от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования. -Понятие о ПДК, ПДВ, их виды. Концентрация твердых частиц в газовом потоке, методы и средства их измерения. - Федеральные законы. Перечень документов - Классификация, принцип работы, области применения, принципы подбора и расчета золопылеуловителей. - Классификация золопылеуловителей. Типы золопылеуловителей. - Принцип работы и подбора одиночных противоточных циклонов, одиночных прямоточных циклонов, батарейных противоточных циклонов, и прямоточных циклонов. -Полые прямоточные и центробежные скрубберы, Пенные аппараты - их типы, принцип работы, основные параметры. -Охрана водного бассейна от сбросов ТЭЦ. Методы очистки сточных вод. Механическая очистка. Химические методы очистки. Физико-химические методы очистки. - Биологические методы очистки - Охрана воздушного бассейна от сбросов ТЭЦ - Механизмы генерации оксидов серы и азота в теплотехнологических и теплоэнергетических установках. |

Перечень типовых задач для экзамена (ОПК-2.1)

Определение факторов, влияющих на экономию топлива:

1. Мартеновская печь с садкой 130 т имеет коэффициент тепловой герметичности агрегата $\eta_r = 0,303$ и коэффициент развития технологической зоны $k_r = 0,2$. Определить удельный суммарный расход топлива.

2. Определить расход топлива при увеличении продолжительности технологического периода той же мартеновской печи (к которому можно отнести горячие простои) до $k_r = 0,25$ при той же производительности теплового периода. Определить снижение производительности печи.

3. Та же мартеновская печь работает с тем же значением $\kappa_{\tau}=0,2$. Но с недогрузкой 5%. Значение параметра $Q_{oc}/P_{\tau\pi} q_m = 2,3$.

Определить суммарный относительный расход топлива и перерасход его по сравнению с первоначальным расходом.

Определить перерасход топлива при недогрузке печи.

4. Определить относительный расход топлива и его перерасход, а также значение технологического коэффициента κ_{τ} , если та же мартеновская печь работает при увеличении суммарного времени процесса за счет технологического периода на 5% будет иметь производительность на 5% ниже.

5. Стекловаренная регенеративная печь площадью пода $S = 109,1 \text{ м}^2$ и удельной производительностью $P = 1,75 \text{ т/ м}^2$ сутки имеет $\eta_{\tau}=0,646$ и $\kappa_{\tau}=0,3$.

Определить суммарный относительный расход топлива и перерасход его по сравнению с первоначальным расходом.

Типовой вариант экзаменационного билета

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. Шухова»**

Кафедра энергетики теплотехнологии

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Дисциплина Исследования в области энергосбережения и экологической безопасности в ЭТ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

1. Особенности энергосбережения в высокотемпературных установках.
2. Классификация, принцип работы, области применения, принципы подбора и расчета золопылеуловителей.
3. Задача

Утверждено на заседании кафедры « » 20 г., протокол № .

Заведующий кафедрой Ю.В. Васильченко

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

Защита индивидуальных домашних заданий

Отметка о допуске работы к защите ИДЗ получается при предъявлении преподавателю оформленной расчетно-пояснительной записки (согласно заданию, на выполнение индивидуального домашнего задания).

Защита работы происходит в форме беседы с преподавателем, в ходе которой проверяется знание студентом назначения и методики выполненных расчетов, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов.

Типовые задания (ОПК-2.1)

1. Какие преимущества и недостатки имеет применение тепловых насосных установок для индивидуального теплоснабжения зданий и сооружений по сравнению с котельными установками и электроотоплением?
2. На чем основан принцип действия теплового насоса? Какие типы тепловых насосов существуют.
3. Принцип действия и схемы адсорбционного и идеального парокомпрессионного и теплового насосов.
4. Какие процессы происходят в парокомпрессионном тепловом насосе? Как они отображаются в T-S и p-H диаграммах?
5. в чем отличие схем теплонасосных установок, применяемых в системах теплоснабжения?
6. Назовите показатели энергетической эффективности теплового насоса.
7. Как температуры испарения и конденсации хладагента влияет на эффективности теплового насоса?
8. Как производится подбор хладагента для теплового насоса?
9. Как фреоны классифицируются по степени озонобезопасности?
10. Какие источники низкопотенциальной теплоты используются в тепловые насосные установки для индивидуального теплоснабжения зданий и сооружений?

Практические занятия (ОПК-2.1)

Типовые разноуровневые задачи и задания

Задача

Определите годовые суммарные потери условного топлива без использования тепловой энергии продувочной воды в котельной. Паропроизводительность котельной $D_k = 48 \text{ т/ч}$, давление насыщенного пара $P_n = 1,3 \text{ МПа}$, температура исходной воды, поступающей в котельную

$t_{ив} = 10^\circ\text{C}$, годовое число часов использования паропроизводительности котельной $\tau = 6500 \text{ ч}$, $\eta = 0,73$. Сухой остаток химически очищенной воды $S = 515 \text{ мг/кг}$, суммарные потери пара и конденсата в долях паропроизводительности котельной $\Pi_k = 0,41$. В качестве сепарационного устройства используются внутрибарабанные циклоны.

Задача

Определите экономию тепловой энергии при нанесении изоляции на паропровод $D_u 108 \times 4$ длиной 10 м, работающий непрерывно в течение года. Температура теплоносителя 150°C . Паропровод проложен в помещении, в котором температура $+25^\circ\text{C}$ и скорость потока воздуха $w = 2 \text{ м/с}$. Толщина изоляции обеспечивает температуру на ее поверхности 35°C .

Задача

Определить необходимую площадь поверхности нагрева теплообменного аппарата типа водовоздушного рекуператора для обеспечения степени утилизации теплоты сточных вод, равной 0,8. Сточная вода используется для предварительного нагревания дутьевого (приточного) воздуха. Поверхность нагрева выполнена в виде коридорного пучка оребренных труб. Наружный диаметр труб $d = 12$ мм; толщина стенки трубы $\delta = 1$ мм; рабочая длина $L = 5,2$ м; диаметр круглых ребер $D = 23$ мм; толщина ребра $\delta P = 0,3$ мм; степень оребрения $\psi = 8,2$; гидравлический диаметр $d_{\text{г}} = 4,7$ мм. Теплопроводность материала ребра $\lambda = 116$ Вт/м К. Вода движется по трубам, воздух – в межтрубном пространстве. Число ходов греющего теплоносителя $z = 5$. Термическим сопротивлением стенки и гидравлическим сопротивлением при повороте воды в трубах пренебречь. Мощность, затрачиваемая на прокачку воды по трубам, не должна превышать 60 Вт. Скорость воздуха принять равной 5 м/с. Начальную температура воды принять $t_2' = 49^{\circ}\text{C}$, воздуха $t_1 = 6^{\circ}\text{C}$; расход воды $G_2 = 0,65$ кг/с, воздуха $G_1 = 0,3$ кг/с.

Задача

Рассчитать валовый выброс вредных веществ (оксида углерода – CO, оксидов азота – NO_x, углеводородов – CH) от автотранспорта по территории города за год. Исходные данные следующие:

- годовой пробег (в млн. км) грузовых автомобилей с бензиновым ДВС – L_x ; грузовых автомобилей дизельных – L_y ; автобусов бензиновых – L_z ; автобусов дизельных – L_w ; легковых автомобилей – L_r (значение годовых пробегов для каждого варианта расчета см. в таблице 5);
- пробеги внутри перечисленных групп автомобилей распределяются пропорционально структуре парка: легковые автомобили с рабочим объемом двигателя менее 1,3 л – 24%, 1,3-1,8 л – 65%, 1,8 л и более – 11%; грузовые с бензиновым двигателем грузоподъемностью 0,5-2,0 т – 18%, 2,0-5,0 т – 68%, 5,0-8,0 т – 14%; грузовые с дизельным двигателем грузоподъемностью 2,0-5,0 т – 80%, 5,0-8,0 т – 20%; автобусы с бензиновым двигателем, в том числе среднего класса (8,0-9,5 м) – 80%, большого класса (10,5-12,0 м) – 20%; автобусы с дизельным двигателем, в том числе среднего класса – 1%, большого класса – 44%, особо большого класса – 55%;
- пробеговые выбросы загрязняющих веществ при движении автотранспортных средств и поправочные коэффициенты (коэффициенты влияния) задаются.

Годовые пробеги АТС по территории города, млн. км

| № п/п | L_x | L_y | L_z | L_w | L_r |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 1 | 472.41 | 70.59 | 253 | 0 | 615 |
| 2 | 944.82 | 141.18 | 506 | 0 | 1250 |
| 3 | 321.44 | 48.55 | 201.3 | 20.4 | 0 |
| 4 | 567.98 | 75.66 | 276.7 | 25.4 | 0 |
| 5 | 984.33 | 154.62 | 521.6 | 47.6 | 0 |
| 6 | 523.55 | 73.84 | 260.1 | 23.9 | 0 |
| 7 | 237.77 | 43.67 | 168.4 | 18.3 | 0 |
| 8 | 485 | 72.34 | 256.8 | 22.7 | 0 |
| 9 | 671.44 | 83.25 | 307.8 | 26.1 | 0 |
| 10 | 338.91 | 50.72 | 230 | 21.1 | 0 |

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|--|
| ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки. | |
| ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования, определяет последовательность решения задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | |
| Знания | Знание терминов, определений, понятий |
| | Знание основных закономерностей, соотношений, принципов |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Полнота выполненного задания |
| | Качество выполненного задания |
| | Самостоятельность выполнения задания |
| | Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы |
| | Качество оформления задания |
| | Правильность применения теоретического материала |
| Навыки | Выбор методики выполнения задания |
| | Анализ результатов решения задач |
| | Обоснование полученных результатов |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|--|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок | Знает термины и определения | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание основных закономерностей, соотношений, принципов | Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности | Знает основные закономерности, соотношения, принципы в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики | Знает основные закономерности, соотношения, принципы в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики | Знает основные закономерности, соотношения, в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий; |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| | энергетики теплотехнологий | теплотехнологий | теплотехнологий | может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей | Знает материал дисциплины в достаточном объеме | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов | Дает неполные ответы на большинство вопросов | Дает ответы на вопросы, но не все – полные | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы |
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
| | Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками | Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний |
| | Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний | Грамотно и по существу излагает знания | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы |

Оценка сформированности компетенций по показателю *Умения*.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Полнота выполненного задания | Задание не выполнено | Задание выполнено не в полном объеме | Задание выполнено полностью | Задание выполнено полностью, рациональным способом |
| Качество выполненного задания | Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания | Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер | Задание выполнено с небольшими неточностями | Задание выполнено без ошибок |
| Самостоятельность выполнения задания | Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью | Может выполнить задание только с дополнительной помощью | Выполняет задание в основном самостоятельно | Самостоятельно выполняет задание |
| Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы | Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы | Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы |

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| Качество оформления задания | Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке | Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и ссылки на используемые источники | Задание оформлено аккуратно, с ссылками на используемые источники | Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники |
| Правильность применения теоретического материала | При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания | При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер | Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями | Теоретический материал применен и интерпретирован правильно |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|------------------------------------|--|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Выбор методики выполнения задания | Неверно выбрана методика выполнения задания | Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей | Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям | Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания |
| Анализ результатов решения задач | Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа | Анализ результатов, полученных при решении задачи проводится только при помощи преподавателя | Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи | Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы |
| Обоснование полученных результатов | Представляемые результаты не обоснованы | Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование | Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники | Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники |

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| ОПК-2. | Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы. |

| | |
|---|--|
| ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи, проводит анализ и представление полученных результатов при решении задач в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. | |
| Знания | Знание терминов, определений, понятий |
| | Знание основных закономерностей, соотношений, принципов |
| | Объем освоенного материала |
| | Полнота ответов на вопросы |
| | Четкость изложения и интерпретации знаний |
| Умения | Полнота выполненного задания |
| | Качество выполненного задания |
| | Самостоятельность выполнения задания |
| | Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы |
| | Качество оформления задания |
| | Правильность применения теоретического материала |
| Навыки | Выбор методики выполнения задания |
| | Анализ результатов решения задач |
| | Обоснование полученных результатов |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание терминов, определений, понятий | Не знает терминов и определений | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок | Знает термины и определения | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание основных закономерностей, соотношений, принципов | Не знает основных закономерностей, соотношений, принципов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает основные закономерности, соотношения, принципы в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает основные закономерности, соотношения, принципы в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает основные закономерности, соотношения, в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий; может самостоятельно их вывести, объяснить и использовать |
| Объем освоенного материала | Не знает значительной части материала дисциплины | Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей | Знает материал дисциплины в достаточном объеме | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями |
| Полнота ответов на вопросы | Не дает ответы на большинство вопросов | Дает неполные ответы на большинство вопросов | Дает ответы на вопросы, но не все – полные | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы |
| Четкость изложения | Излагает знания без логической | Излагает знания с нарушениями в | Излагает знания без нарушений в | Излагает знания в логической после- |

| | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|
| ния и интерпретации знаний | последовательности | логической последовательности | логической последовательности | довательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
| | Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками | Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний |
| | Не излагает или неверно излагает и интерпретирует знания | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний | Грамотно и по существу излагает знания | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|--|---|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Полнота выполненного задания | Задание не выполнено | Задание выполнено не в полном объеме | Задание выполнено полностью | Задание выполнено полностью, рациональным способом |
| Качество выполненного задания | Имеются существенные ошибки при использовании общей методики выполнения задания | Задание выполнено с существенными неточностями, не носящими принципиальный характер | Задание выполнено с небольшими неточностями | Задание выполнено без ошибок |
| Самостоятельность выполнения задания | Не может выполнить задание, в том числе и с дополнительной помощью | Может выполнить задание только с дополнительной помощью | Выполняет задание в основном самостоятельно | Самостоятельно выполняет задание |
| Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы | Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делать выводы | Допускает ошибки при сопоставлении, обобщении и при формулировании выводов | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, но допускает небольшие неточности при формулировании выводов | Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать, а также делает верные выводы |
| Качество оформления задания | Задание оформлено настолько неряшливо, что не поддается проверке | Задание оформлено неаккуратно, отсутствуют необходимые пояснения и ссылки на используемые источники | Задание оформлено аккуратно, с ссылками на используемые источники | Задание оформлено аккуратно, с необходимыми пояснениями и ссылками на используемые источники |
| Правильность применения теоретического материала | При применении теоретического материала допущены ошибки, относящиеся к методике выполнения задания | При применении теоретического материала допущены ошибки, не носящие принципиальный характер | Теоретический материал применен и интерпретирован в целом правильно, но с несущественными неточностями | Теоретический материал применен и интерпретирован правильно |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|------------------------------------|--|--|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Выбор методики выполнения задания | Неверно выбрана методика выполнения задания | Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются незначительные неточности при описании основных расчетных зависимостей | Методика выполнения задания выбрана в целом верно, но имеются недочеты, не относящиеся к основным расчетным зависимостям | Выбрана верная или наиболее рациональная методика выполнения задания |
| Анализ результатов решения задач | Не произведен анализ результатов решения задачи при необходимости такого анализа | Анализ результатов, полученных при решении задачи проводится только при помощи преподавателя | Допускаются незначительные неточности в ходе анализа результатов решения задачи | Произведен анализ результатов решения задачи и сделаны исчерпывающие выводы |
| Обоснование полученных результатов | Представляемые результаты не обоснованы | Имеются замечания к полученным результатам, отсутствует в достаточной степени их обоснование | Представляемые результаты обоснованы и в целом аргументированы, имеются ссылки на нормативные, справочные и учебно-методические источники | Представляемые результаты обоснованы, четко аргументированы с указанием ссылок на нормативные, справочные и учебно-методические источники |

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания |
|--|---|
| ПК-5. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере теплоэнергетики и теплотехники. | |
| ПК-5.3. Выполняет исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | |
| Знания | Знание методов, средств и практики исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий |
| | Знание требований к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |
| Умения | Умение выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |
| Навыки | Владение навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|--|--|---|---|---|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Знание методов, средств и практики исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Не знает методы, средства и практику исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает методы, средства и практику исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий, но допускает неточности их использования | Знает методы, средства и практику исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает методы, средства и практику исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий, может корректно сформулировать их самостоятельно |
| Знание требований к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Не знает требований к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает требования к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий, но допускает неточности их использования | Знает основные закономерности, соотношения, принципы в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Знает требования к оформлению результатов исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий, может самостоятельно их разработать |

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|---|--|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Умение выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. | Не умеет выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий. | Умеет выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий, но не в полном объеме | Умеет выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий в полном объеме | Умеет выполнять исследования в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий в полном объеме с выбором наиболее эффективного способа и метода |

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий | Уровень освоения и оценка | | | |
|---|--|---|---|--|
| | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Владение навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехнологий | Не владеет навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности | Владеет навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теп- | Владеет навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теп- | Владеет навыками исследований в области энергосбережения и экологической безопасности энергетики теплотехно- |

| | | | | |
|--|----------------------------|--|-----------------------------------|---|
| | энергетики теплотехнологий | лотехнологий, но не в достаточном объеме | лотехнологий в достаточном объеме | логий, выбором наиболее эффективного способа и метода |
|--|----------------------------|--|-----------------------------------|---|

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

Помещения для самостоятельной работы: читальный зал библиотеки, учебная аудитория

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|---|---|---|
| | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы | Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду |
| | Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, лабораторные стенды и оборудование |
| | Методический кабинет | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук |

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения. | Реквизиты подтверждающего документа |
|---|--|---|
| | Microsoft Windows 10 Корпоративная | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017 |
| | Microsoft Office Professional Plus 2016 | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023 |
| | Google Chrome | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| | Mozilla Firefox | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Основная литература

1. Лисиенко В.Г. Совершенствование и повышение эффективности энерго-технологий и производств. Т. 1. – М.: Теплотехник, 2010. –С. 688 с.
2. Экология энергетики / Под ред. Путилова В.Я. – М.: Изд. МЭИ, 2003. –716 с.

Дополнительная литература

1. Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. Основы современной энергетики. Ч.1. Современная теплоэнергетика. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 368 с.
2. Эткин В.А. Энергодинамика: Синтез теорий переноса и преобразования энергии. – СПб.: Наука", 2008. – 410 с.
- 3.Щелоков Я.М. Экологические проблемы энергоемких производств. Справочное издание. М., Теплотехник, 2008 г., - 304 с.
4. Беликов С.Е., Котлер В.Р. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы. Уч. пособие. – М.: Аква-терм, 2008 г. – 212 с.
5. Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды. – М. Издательский Дом МЭИ, 2007 г.. – 336 с.
6. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов. Уч. пособие. М.: Химия, КолосС, 2005 г., - 392 с.
7. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов. Справочное издание. М.: Теплотехник, 2005 г., 640 с.
8. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Швыдкий Д.В.Теоретические основы очистки газов. Справочное издание. М.: Теплотехник, 2004 г., 502 с.
9. Экология энергетики / под ред В.Я. Путилова. М.: Издательство МЭИ, 2003 г., - 716 с.
- 10.Трубаев П.А. Тепловые насосы: учебное пособие для магистров/П.А.Трубаев, Б.М. Гришко. – Изд-во БГТУ, 2010

Справочная и нормативная литература

1. Теплоэнергетика и теплотехника: Справочная серия в четырех книгах / Под ред. Клименко А.В., Зорина В.М. – М.: Изд-во МЭИ, 2004. – 528 с., 564 с., 648 с., 632 с.
2. Справочник по теплообменникам в 2-х томах. Пер. с английского, М.: Энергоатомиздат, 1987 г.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Под общ. ред. Григорьева В.А. и Зорина В.М. М.: 1991 г. тт. 1-4.
4. Смирнов, А. Д. Справочная книжка энергетика : [справ.] / А. Д. Смирнов, К. М. Антипов . - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2006.
5. Справочник по пыле- и золоулавливанию. Изд. 2, переработанное под общей редакцией Русанова А.А. М.: Энергоатомиздат, 1983 г.

6. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Изд. 2 под общей редакцией Григорьева В.А., Зорина В.М. Книга 4. М.: Энергоатомиздат, 1991 г.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.iprbookshop.ru/28374.html>
2. <http://www.iprbookshop.ru/81004.html>
3. <http://www.iprbookshop.ru/20458.html>
4. <http://www.iprbookshop.ru/20459.html>
5. <http://www.iprbookshop.ru/21761.html>
6. <http://www.iprbookshop.ru/33625.html>