**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Осинцев К. В.
Пользователь: osintcevkv
Дата подписания: 17.04.2022

К. В. Осинцев

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.01 Аналитические методы оценки и исследования тепломассообменных процессов
**для направления** 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника
**уровень** Магистратура
**магистерская программа** Теория и практика аналитических методов оценки и исследования тепломассообменных процессов
**форма обучения** заочная
**кафедра-разработчик** Промышленная теплоэнергетика

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 146

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Осинцев К. В.
Пользователь: osintcevkv
Дата подписания: 17.04.2022

К. В. Осинцев

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Шашкин В. Ю.
Пользователь: shashkinvi
Дата подписания: 17.04.2022

В. Ю. Шашкин

Челябинск

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний в области методов исследования и оценки эффективности процессов в тепловых установках, анализа работы тепловых установок с целью повышения энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетическом оборудовании промпредприятий и тепловых электростанций. Задачами дисциплины являются: - Подвести студентов к глубокому пониманию физической основы методов анализа эффективности реальных процессов тепло- и топливоиспользования в тепловых установках. - Добиться прочного усвоения знаний по вопросу методов анализа работы тепловых установок. - Сформировать понимание зависимостей, на которых базируются расчеты. - Научить студентов обосновывать конкретные технические решения при исследовании, проектировании и эксплуатации тепловых установок, давать заключение об экономичности тепловых установок с учетом реальных процессов, происходящих в них.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются: принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок, циклы теплоэнергетических установок, необратимость процессов и циклов, работа реальных процессов, метод коэффициентов полезного действия при анализе теплосиловых установок, эксергетический метод анализа эффективности теплоэнергетических установок, эксергетические потери, определение значения эксергии для различных видов энергии, эксергия потока вещества, метод приращения эксергий, эксергетический КПД сложной термодинамической системы, построение эксергетических диаграмм по методу приращений эксергетических тепловых потоков, энтропийный метод анализа.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|
| ПК-1 готов к разработке проектно-технических работ по энерго- и ресурсосбережению и экологической безопасности на объектах профессиональной деятельности | Знает: методы исследования тепломассообменных процессов<br>Умеет: рассчитывать реальные термодинамические процессы<br>Имеет практический опыт: использования e-s диаграммы |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Теплоэнергетические схемы и балансы,<br>Вопросы расчета и выбора тепломассообменного оборудования,<br>Экологическая безопасность в теплоэнергетике,<br>Выбор и расчет систем вентиляции и кондиционирования,<br>Производственная практика, научно-исследовательская работа (2 семестр), | Производственная практика, преддипломная практика (5 семестр) |

| | |
|---|---|
| Учебная практика, практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы (2 семестр),<br>Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр) | |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| Вопросы расчета и выбора тепломассообменного оборудования | Знает: теплообменное оборудование Умеет: составлять тепловые балансы теплообменного оборудования Имеет практический опыт: проведения конструктивного расчета теплообменников |
| Выбор и расчет систем вентиляции и кондиционирования | Знает: устройство систем вентиляции и кондиционирования Умеет: рассчитывать системы вентиляции и кондиционирования Имеет практический опыт: выбора оборудования для систем вентиляции и кондиционирования |
| Экологическая безопасность в теплоэнергетике | Знает: методы расчета концентрации загрязняющих веществ Умеет: рассчитывать нормы выбросов продуктов сгорания в атмосферу Имеет практический опыт: использования справочников по выбору золоулавливающего оборудования |
| Теплоэнергетические схемы и балансы | Знает: теплоэнергетические схемы предприятий Умеет: разрабатывать технологические схемы из существующего оборудования промышленных предприятий Имеет практический опыт: составления теплоэнергетических балансов |
| Производственная практика, научно-исследовательская работа (1 семестр) | Знает: методы написания научных статей Умеет: оформлять научные статьи Имеет практический опыт: построения научных статей |
| Учебная практика, практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы (2 семестр) | Знает: способы проведения экспериментальных работ Умеет: составлять схемы лабораторных стендов Имеет практический опыт: выбора оборудования для проведения экспериментальных работ |
| Производственная практика, научно-исследовательская работа (2 семестр) | Знает: Виды научных исследований и основные этапы его планирования Умеет: Планировать исследования и самостоятельно ориентироваться в научно-технической информации. Организовать исследовательскую работу Имеет практический опыт: методами создания поисковых стратегий, использования контролируемой поисковой лексики при работе с библиографическими базами данных |

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч., 30 ч. контактной работы

| Вид учебной работы | Всего часов | Распределение по семестрам в часах | |
|---|---|---|---|
| | | Номер семестра | |
| | | 3 | 4 |
| Общая трудоёмкость дисциплины | 252 | 108 | 144 |
| *Аудиторные занятия:* | 28 | 12 | 16 |
| Лекции (Л) | 20 | 8 | 12 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 8 | 4 | 4 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 0 | 0 | 0 |
| *Самостоятельная работа (СРС)* | 204 | 87,5 | 116,5 |
| с применением дистанционных образовательных технологий | 0 | | |
| Подготовка к контрольной работе №2 Циклы теплоэнергетических установок. Необратимость процессов и циклов | 10 | 10 | 0 |
| Подготовка к экзмену 2 семестр | 26,5 | 0 | 26.5 |
| Подготовка к контрольной работе №3 Оценка эффективности циклов теплосиловых установок методом КПД | 10 | 10 | 0 |
| Подготовка к экзмену 1 семестр | 27,5 | 27.5 | 0 |
| Выполнение самостоятельной работы "Эксергетический анализ аммиачной одноступенчатой холодильной установки с охладителем хладагента" | 30 | 0 | 30 |
| Подготовка к контрольной работе №1 Общие положения. Принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок | 10 | 10 | 0 |
| Подготовка к контрольной работе №4 Основные положения эксергетического метода анализа эффективности теплоэнергетических установок | 10 | 0 | 10 |
| Выполнение самостоятельной работы «Анализ эффективности цикла паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, методом КПД». | 30 | 30 | 0 |
| Подготовка к контрольной работе №5 Метод приращения эксергий. Эксергетический КПД сложной термодинамической системы | 10 | 0 | 10 |
| Выполнение курсовой работы | 40 | 0 | 40 |
| Консультации и промежуточная аттестация | 20 | 8,5 | 11,5 |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | - | экзамен | экзамен,КР |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
| 1 | Общие положения исследования и оценки эффективности реальных процессов тепло- и топливоиспользования в тепловых установках. Принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Циклы теплоэнергетических установок. Необратимость процессов и | 4 | 4 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | циклов. | | | | |
| 3 | Метод коэффициентов полезного действия при анализе теплосиловых установок. | 6 | 2 | 4 | 0 |
| 4 | Основные положения эксергетического метода анализа эффективности теплоэнергетических установок. | 8 | 4 | 4 | 0 |
| 5 | Метод приращения эксергий. Эксергетический КПД сложной термодинамической системы. | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 6 | Построение эксергетических диаграмм по методу приращений эксергетических тепловых потоков. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 7 | Энтропийный метод анализа. | 2 | 2 | 0 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Общие положения исследования и оценки эффективности реальных процессов тепло- и топливоиспользования в тепловых установках. Принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок. Затраты энергии и полезные эффекты, достигаемые в циклах теплоэнергетических установок. | 2 |
| 2, 3 | 2 | Схемы установок и анализ прямых циклов. Схемы установок и анализ обратных циклов. Необратимость процессов и циклов. Работа реальных процессов. | 4 |
| 4 | 3 | Показатели эффективности действительных циклов, основанные на 1-м законе термодинамики. Оценка эффективности циклов теплосиловых установок. Несовершенство оценки эффективности необратимых циклов методом КПД. | 2 |
| 5, 6 | 4 | Эксергия. Сопоставление свойств энергии и эксергии. Эксергетические потери. Эксергетический КПД. Определение значения эксергии для различных видов энергии. Эксергия теплоты. Эксергия потока вещества. | 4 |
| 7, 8 | 5 | Эксергетический КПД сложной термодинамической системы. Упрощенный метод определения эксергетического КПД сложной термодинамической системы. Определение эксергетического КПД тепловых процессов, осложненных массообменом. | 4 |
| 9 | 6 | Построение эксергетических диаграмм по методу приращений эксергетических тепловых потоков. Методические основы построения эксергетических диаграмм. Алгоритм построения эксергетических диаграмм. Расчет термодинамической системы с регенеративным контуром. Связь эксергетических потерь с расходом топлива. Эксергетический коэффициент теплопередачи как критерий термодинамического совершенства теплового процесса. | 2 |
| 10 | 7 | Энтропийный метод анализа. | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|---|---|---|---|
| 1, 2 | 3 | Метод коэффициентов полезного действия при анализе теплосиловых установок. Анализ эффективности цикла паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, методом КПД. | 4 |
| 9-11 | 4 | Эксергетический метод анализа эффективности теплоэнергетических | 4 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | установок. Эксергетический метод анализа эффективности цикла паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина. Эксергетический анализ аммиачной одноступенчатой холодильной установки с охладителем хладагента. | |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС | | | |
|---|---|---|---|
| Подвид СРС | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к контрольной работе №2 Циклы теплоэнергетических установок. Необратимость процессов и циклов | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 40-102; стр. 264-371 | 3 | 10 |
| Подготовка к экзмену 2 семестр | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 258-263; стр. 309-313; Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с. ил. стр. 30-150 | 4 | 26,5 |
| Подготовка к контрольной работе №3 Оценка эффективности циклов теплосиловых установок методом КПД | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 293-301; стр. 255-258 | 3 | 10 |
| Подготовка к экзмену 1 семестр | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 40-102; стр. 264-371; стр. 255-258; стр. 293-301 | 3 | 27,5 |
| Выполнение самостоятельной работы "Эксергетический анализ аммиачной одноступенчатой холодильной установки с охладителем хладагента" | Мартынов, А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения: Сборник задач Учеб. пособие для теплоэнергетических спец. вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 200 с. ил. стр. 18-26 | 4 | 30 |
| Подготовка к контрольной работе №1 Общие положения. Принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 40-102; стр. 264-371 | 3 | 10 |
| Подготовка к контрольной работе №4 Основные положения эксергетического метода анализа эффективности теплоэнергетических установок | Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с. ил. стр. 30-75; Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 258-263; стр. 309- | 4 | 10 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 313.; Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоиздат, 1981. - 320 с. ил. стр. 19-32 | | |
| Выполнение самостоятельной работы «Анализ эффективности цикла паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, методом КПД». | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 293-301; стр. 255-258 | 3 | 30 |
| Подготовка к контрольной работе №5 Метод приращения эксергий. Эксергетический КПД сложной термодинамической системы | Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с. ил. стр. 30-150; Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоиздат, 1981. - 320 с. ил. стр. 19-32 | 4 | 10 |
| Выполнение курсовой работы | Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил. стр. 295-313; Мартынов, А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения: Сборник задач Учеб. пособие для теплоэнергетических спец. вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 200 с. ил. стр. 18-26 | 4 | 40 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учи-тыва-ется в ПА |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа №1 "Общие положения. Принципиальные схемы действия теплоэнергетических установок" | 3 | 5 | Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.<br>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.<br>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.<br>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.<br>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.<br>0 баллов: Работа не сдана на проверку. | |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа №2 "Циклы теплоэнергетических установок. Необратимость процессов и циклов" | 3 | 5 | Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.<br>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.<br>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.<br>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.<br>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.<br>0 баллов: Работа не сдана на проверку. | |
| 3 | 3 | Текущий контроль | Контрольная работа №3 "Оценка эффективности циклов теплосиловых установок методом КПД" | 4 | 5 | Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.<br>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные ошибки.<br>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.<br>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.<br>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.<br>0 баллов: Работа не сдана на проверку. | |
| 4 | 3 | Текущий контроль | Самостоятельная работа "Анализ эффективности цикла паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, методом КПД." | 3 | 5 | Задание на самостоятельную работу выдается на первом занятии изучаемого раздела. Студент предоставляет пояснительную записку в отпечатанном виде. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: работа имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; все предусмотренные заданием расчеты, подлежащие разработке, выполнены без ошибок, замечаний к оформлению нет;<br>4 балла: уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все расчеты, подлежащие разработке, выполнены, некоторые из выполненных расчетов содержат незначительные ошибки;<br>3 балла: уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками;<br>2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения расчетов;<br>1 балл: необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные заданием расчеты не выполнены;<br>0 баллов: работа не сдана на проверку. | |
| 5 | 3 | Проме-жуточная аттестация | Экзамен 1 семестр | - | 4 | Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно.<br>При оценивании результатов мероприятия используется | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>4 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. Материал вопроса изложен полностью и получены правильны ответы на дополнительные вопросы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.<br>3 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Нет правильных ответов на все дополнительные вопросы, но материал изложен верно.<br>2 балла: Недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Нет правильного ответа на вопрос из билета, но на дополнительные вопросы ответ верный.<br>1 балл: Ответ, представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.<br>0 баллов: Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. Студент отказывается отвечать на вопрос. | |
| 6 | 4 | Текущий контроль | Контрольная работа №4 "Основные положения эксергетического метода анализа эффективности теплоэнергетических установок" | 4 | 5 | Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.<br>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из ответов содержат незначительные | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ошибки.<br>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.<br>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.<br>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.<br>0 баллов: Работа не сдана на проверку. | |
| 7 | 4 | Текущий контроль | Контрольная работа №5 "Метод приращения эксергий. Эксергетический КПД сложной термодинамической системы". | 4 | 5 | Контрольная работа проводится письменно после последнего занятия изучаемого раздела. Студенту задаются 5 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на ответ – 45 минут.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, на все контрольные вопросы даны правильные, развернутые ответы.<br>4 балла: Теоретическое содержание раздела освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, на все контрольные вопросы даны полные ответы, некоторые из | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ответов содержат незначительные ошибки.<br>3 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые ответы с ошибками.<br>2 балла: Теоретическое содержание раздела освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство заданий не выполнено.<br>1 балл: Теоретическое содержание раздела не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные контрольной работой задания не выполнены.<br>0 баллов: Работа не сдана на проверку. | |
| 8 | 4 | Текущий контроль | Самостоятельная работа "Эксергетический анализ аммиачной одноступенчатой холодильной установки с охладителем хладагента" | 4 | 5 | Задание на самостоятельную работу выдается на первом занятии изучаемого раздела. Студент предоставляет пояснительную записку в отпечатанном виде. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: работа имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; все предусмотренные заданием расчеты, подлежащие разработке, выполнены без ошибок, замечаний к оформлению нет;<br>4 балла: уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, некоторые практические навыки работы с | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | освоенным материалом сформированы недостаточно, все расчеты, подлежащие разработке, выполнены, некоторые из выполненных расчетов содержат незначительные ошибки;<br>3 балла: уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками;<br>2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения расчетов;<br>1 балл: необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные заданием расчеты не выполнены;<br>0 баллов: работа не сдана на проверку. | |
| 9 | 4 | Курсовая работа/проект | Курсовая работа | - | 5 | При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>5 баллов: работа имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями; все предусмотренные заданием расчеты, подлежащие разработке, выполнены без ошибок, замечаний к оформлению нет;<br>4 балла: уровень выполнения работы отвечает всем основным требованиям, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все расчеты, подлежащие разработке, выполнены, некоторые из выполненных расчетов содержат незначительные ошибки; | кур-совые работы |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 3 балла: уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые расчеты выполнены с ошибками;<br>2 балла: большинство предусмотренных расчетов не выполнено, при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения расчетов;<br>1 балл: необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные заданием расчеты не выполнены;<br>0 баллов: работа не сдана на проверку. | |
| 10 | 4 | Проме-жуточная аттестация | Экзмен 2 семестр | - | 4 | Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно.<br>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).<br>4 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом | экзамен |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | самостоятельно в процессе ответа. Материал вопроса изложен полностью и получены правильны ответы на дополнительные вопросы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.<br>3 балла: Полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя. Нет правильных ответов на все дополнительные вопросы, но материал изложен верно.<br>2 балла: Недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Нет правильного ответа на вопрос из билета, но на дополнительные вопросы ответ верный.<br>1 балл: Ответ, представляющий собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.<br>0 баллов: Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены. Студент отказывается отвечать на вопрос. | |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид | Процедура проведения | Критерии |
|---|---|---|

| промежуточной аттестации | | оценивания |
|---|---|---|
| экзамен | Экзамен проводится в устной форме. Студент получает билет с двумя вопросами. На подготовку к ответам на вопросы билета дается 30 минут. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по другим темам. Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| курсовые работы | Задание на курсовую работу выдается в первую неделю семестра. Перед защитой за неделю работа сдается на проверку. На защиту студент предоставляет пояснительную записку в отпечатанном виде. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). | В соответствии с п. 2.7 Положения |
| экзамен | Экзамен проводится в устной форме. Студент получает билет с двумя вопросами. На подготовку к ответам на вопросы билета дается 30 минут. При неправильном ответе студенту могут быть заданы уточняющие или новые вопросы по той же теме. Студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по другим темам. Прохождение контрольных мероприятий промежуточной аттестации обязательно. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения | № КМ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ПК-1 | Знает: методы исследования тепломассообменных процессов | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1 | Умеет: рассчитывать реальные термодинамические процессы | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1 | Имеет практический опыт: использования e-s диаграммы | | | | | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

*а) основная литература:*

1. Кириллин, В. А. Техническая термодинамика Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 416 с. ил.

2. Самарин, О. Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность [Текст] монография О. Д. Самарин. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014. - 292 с.
3. Соколов, Е. Я. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения Учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоиздат, 1981. - 320 с. ил.

*б) дополнительная литература:*

1. Мартынов, А. В. Установки для трансформации тепла и охлаждения: Сборник задач Учеб. пособие для теплоэнергетических спец. вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 200 с. ил.
2. Бродянский, В. М. Эксергетический метод и его приложения. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 288 с. ил.
3. Меркер, Э. Э. Энергосбережение в промышленности и эксергетический анализ технологических процессов [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Металлургия" Э. Э. Меркер, Г. А. Карпенко, И. М. Тынников. - Старый Оскол: Тонкие наукоемкие технологии, 2014. - 315 с. ил.

*в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Теплоэнергетика, 2017-2020гг
2. Промышленная энергетика, 2017-2020
3. Вестник ЮУРГУ. Серия: энергетика, 2017-2020

*г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. О.В.Белова, А.В. Чернышев Трансформаторы теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. М: , изд.МГТУ им. Баумана, 2010, 33с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. О.В.Белова, А.В. Чернышев Трансформаторы теплоты в компрессорных установках холодильной и криогенной техники. М: , изд.МГТУ им. Баумана, 2010, 33с.

**Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Project(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Стандартинформ(бессрочно)
2. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)
3. -Техэксперт(30.10.2017)

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

| Вид занятий | № ауд. | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---|---|---|
| Лабораторные занятия | 277 (1) | Типовой комплект оборудования для лабораторных работ «Теплотехника и термодинамика» - 1шт.; Установка для изучения теплообмена «труба в трубе» - 1шт.; Рабочая станция - 1шт.; Компьютеры - 5шт.; Устройства: МФУ HP - 1 шт., сканер HP - 1 шт., принтер HP - 1 шт. Установка «Холодильник» - 1шт.; Рабочая станция - 1шт.; Типовой комплект оборудования для лабораторных работ «Теплотехника и термодинамика» - 1шт. |
| Практические занятия и семинары | 272а (1) | Компьютерная техника, проекционное оборудование, доска, мел. |
| Лекции | 272а (1) | Проектор с поключенным к нему компьютером |