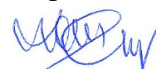


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.М. КОКОВА»**

Факультет – «Механизации и энергообеспечения предприятий»

Кафедра - «Энергообеспечение предприятий»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
профессор Ю.А. Шекихачев



« 27 » мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.1.09 «Нагнетатели и тепловые двигатели»

Направление подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Направленность (профиль) **«Энергообеспечение предприятий»**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Курс обучения - **3 (3)**


Семестр - **5 (5)**

Форма обучения - **очная (заочная)**

Нальчик – 2025

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.1.09 «Нагнетатели и тепловые двигатели»** составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**, утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. № 143 (далее – ФГОС ВО), и рабочего учебного плана подготовки бакалавров по данному направлению.

Составитель рабочей программы

Ст. преподав.  Ю.С. Хапов

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий»

Протокол от «22» мая 2025 г. № 10

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент



А.Г. Фиापшев

Одобрено методической комиссией факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

Протокол от «23» мая 2025 г. № 9

Председатель МК факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

д.т.н., профессор



Ю.А. Шекихачев

Согласовано:

Директор научной библиотеки



И.А. Шогенова

«22» мая 2025 г.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков изучения устройства и эксплуатации энергетических установок и систем. Подготовка студентов к самостоятельной инженерной деятельности. Освоение будущими инженерами основ эксплуатации энергетического оборудования на предприятиях.

Задачи дисциплины – сформировать представление о путях повышения энергетической эффективности предприятия и системных методах энергосбережения. Изучение основных закономерностей, правил и способов комплектования, использования по назначению, систем технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования, а также методов решения эксплуатационных задач по обеспечению требуемой надежности и рационального использования энергетических систем.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

| Коды компетенций | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|------------------|--|--|---|
| ПК-02 | Готов к участию в разработке проектной и рабочей технической документации объектов профессиональной деятельности | ИД-1 ПК-02 Демонстрирует знание нормативных документов в области разработки проектной и рабочей технической документации объектов профессиональной деятельности | Знать: место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции паровых и газовых турбин Уметь: выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. Владеть: проведению расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с |

| | | | |
|-------|---|---|--|
| | | | использованием стандартных средств автоматизации проектирования |
| ПК-04 | Способен проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | ИД-1 ПК-04 Демонстрирует знание нормативных документов в области разработки проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности | Знать: эксплуатационные расчеты нагнетателей и тепловых двигателей, классификацию и особенности работы детандеров Уметь: выполнять тепловой и конструкторский расчеты турбины и ее элементов а также вспомогательного оборудования (подогреватели, диазраторы и т.д. Владеть: проведению предварительного технико-экономического обоснования проектных решений по стандартным методикам |

3. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» включенных в учебный план направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль) «Энергообеспечение предприятий».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

| Учебные занятия | Очная форма обучения | Заочная форма обучения |
|---|----------------------|------------------------|
| | семестр | семестр |
| | 5 | 5 |
| | з.е./час. | з.е./час. |
| 1. Контактная работа, з.е./час, в том числе (час): | 2,42/87 | 0,72/26 |

| | | |
|--|----------------|----------------|
| лекции | 36(8) | 6 |
| лабораторные работы | 36(8) | 12(4) |
| групповые консультации | 3 | 3 |
| контрольные балльно-рейтинговые мероприятия | 3 | |
| промежуточная аттестация: экзамен | 9 | 5 |
| 2. Самостоятельная работа з.е./час, в том числе (час): | 1,58/57 | 3,3/118 |
| самостоятельное изучение отдельных тем модуля, подготовка к лабораторным работам и т.п.; | 30 | 114 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 27 | 4 |
| Общая трудоемкость з. е./час. | 4/144 | 4/144 |

(*) - занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.1 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (очная форма обучения)

| № п/п | Наименование разделов и тем дисциплины | Аудиторные занятия | | Самост. работы |
|-------|---|--------------------|---------------|--------------------|
| | | Лекции | Лабор. работы | Сам.изуч. отд. тем |
| 1. | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей | 4 | 4 | 2 |
| 2 | Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей. (Часть 1,2.) | 4 | 4(2*) | 4 |
| 3 | Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | 4 | 4 | 4 |
| 4 | Теоретические характеристики нагнетателей | 4 | 4(4*) | 2 |
| 5 | Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов | 4 | 4 | 4 |
| 6 | Паровые турбины (в | 4(4*) | 4 | 4 |

| | | | | |
|---|--|--------|--------|----|
| | интерактивной форме) | | | |
| 7 | Тепловые потери и кпд ступени | 4 | 4 | 4 |
| 8 | Паровые турбины ТЭС. Основные сведения | 4(2*) | 4(2*) | 4 |
| 9 | Потери энергии и кпд турбины (в том числе в интерактивной форме) | 4(2*) | 4 | 2 |
| | ИТОГО | 36(8*) | 36(8*) | 30 |

(*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.2 Содержания дисциплины (модуля) структурированное по темам
(разделам)
с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных
занятий
(заочная форма обучения)**

| № п/п | Наименование разделов и тем дисциплины | Аудиторные занятия | | Самост. работа |
|----------|---|--------------------|------------------|-----------------------|
| | | Лекции | Лабор. работы | Сам.изуч. отд. тем |
| 1. | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей | 0,5 | 2 | 14 |
| 2 | Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей. (Часть 1,2.) | 1 | - | 14 |
| 3 | Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | 1 | - | 12 |
| 4 | Теоретические характеристики нагнетателей | 0,5 | 4(2*) | 12 |
| 5 | Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов | 1 | - | 14 |
| 6 | Паровые турбины | 0,5 | 2(2*) | 12 |

| | | | | |
|---|---|----------|---------------|------------|
| 7 | Тепловые потери и кпд ступени | 0,5 | - | 12 |
| 8 | Паровые турбины ТЭС. Основные сведения | 0,5 | - | 12 |
| 9 | Потери энергии и кпд турбины | 0,5 | 4 | 12 |
| | ИТОГО | 6 | 12(4*) | 114 |

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

4.3.1. Лекции

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Номер и тема лекции Содержание лекции | Трудоемкость час. | |
|----------|---|---|----------------------|--------|
| | | | очно | заочно |
| 1 | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей | ЛЕКЦИЯ №1 Тема: Общие понятия и определения, классификация нагнетателей (1 часть). 1. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах тепло-, энергоснабжения промышленных предприятий. | 2 | 0,5 |
| | | ЛЕКЦИЯ №2 Тема: Общие понятия и определения, классификация нагнетателей (2 часть). 1. типы коммуникаций в системах промышленной теплоэнергетики. 2. классификация нагнетателей и тепловых двигателей | 2 | |
| 2 | Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей | ЛЕКЦИЯ №3 Тема: Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей (1 часть). 1. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения. | 2 | 1 |

| | | | | |
|---|--|--|---|-----|
| | | ЛЕКЦИЯ №4 Тема: Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей (2часть). 1. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя и теплового двигателя. 2. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров | 2 | |
| 3 | Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | ЛЕКЦИЯ №5 Тема: Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей (1часть) 1. Предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями, КПД компрессора. 2. Схемы поршневых компрессоров; нормализованные базы. | 2 | 1 |
| | | ЛЕКЦИЯ №6 Тема: Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей (2часть) 1. Принцип работы поршневого детандера. 2. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. | 2 | |
| 4 | Теоретические характеристики нагнетателей | ЛЕКЦИЯ №7 Тема: Теоретические характеристики нагнетателей (1часть). 1. Принцип работы и область применения нагнетателей кинетического действия. 2. Понятие удельной работы, напора и давления; газодинамические основы расчета турбомашин. 3. Теоретическая характеристика | 2 | 0,5 |

| | | | | |
|---|---|--|-------|-----|
| | | нагнетателя. | | |
| | | ЛЕКЦИЯ №8 Тема: Теоретические характеристики нагнетателей (2часть) 1. Общая классификация потерь в нагнетателях. 2. Учет потерь и переход к действительной характеристике. 3. Понятие о рабочей зоне характеристики, условия работы нагнетателя на сеть. | 2 | |
| 5 | Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов | ЛЕКЦИЯ №9 Тема: Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов (1часть). 1. Классификация вентиляторов. 2. Область применения; способы изменения характеристики вентилятора. | 2 | 1 |
| | | ЛЕКЦИЯ №10 Тема: Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов (2часть) 1. Классификация насосов; особенности работы насосов в сети. | 2 | |
| 6 | Паровые турбины | ЛЕКЦИЯ №11 Тема: Паровые турбины (1часть). 1. Центробежные и осевые компрессоры. | 2(4*) | 0,5 |

| | | | | |
|---|--|--|-------|-----|
| | | ЛЕКЦИЯ №12 Тема: Паровые турбины (2часть). 1. Области применения; основные способы изменения характеристики компрессора. 2. Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров. | 2 | |
| 7 | Тепловые потери и КПД ступени | ЛЕКЦИЯ №13 Тема: Тепловые потери и КПД ступени (1часть). 1. Область применения различных типов тепловых двигателей. 2. Классификация; типы паровых турбин. | 2 | 0,5 |
| | | ЛЕКЦИЯ №14 Тема: Тепловые потери и КПД ступени (2часть). 1. Работа и мощность турбинной ступени. 2. Типы потерь в проточной части турбины; баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. 3. Принципиальные схемы паротурбинных установок | 2 | |
| 8 | Паровые турбины ТЭС. Основные сведения | ЛЕКЦИЯ №15 Тема: Паровые турбины ТЭС (1часть). Основные сведения. 1. Принцип работы и схемы газотурбинных установок. 2. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. | 2(2*) | 0,5 |
| | | ЛЕКЦИЯ №16 Тема: Паровые турбины ТЭС (2часть). 1. работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок. | | |

| | | | | |
|---|------------------------------|--|---------------|----------|
| 9 | Потери энергии и кпд турбины | ЛЕКЦИЯ №17 Тема: Потери энергии и кпд турбины (1часть) 1. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров. 2. Характеристика турбодетандера. | 2(2*) | 0,5 |
| | | ЛЕКЦИЯ №18 Тема: Потери энергии и кпд турбины (2часть) 1. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, двигателей Стирлинга. 2. Схемы двигателей, основные показатели работы двигателей. | | |
| | | Итого: | 36(8)* | 6 |

(*)* – занятия, проводимые в интерактивных формах.

4.3.2 Лабораторные работы

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Номер и тема лабораторной работы | Трудоемкость час. | |
|-------|--|--|----------------------|--------|
| | | | очно | заочно |
| 1 | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей | Лабораторная 1. Определение характеристик центробежного насоса и его работы в сети | 2 | 2 |
| | | Лабораторная 2. Термодинамический расчет нагнетателей | 2 | |
| 2 | Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей. | Лабораторная 3. Определение характеристик центробежного вентилятора и его работы в сети | 4(2*) | - |
| 3 | Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | Лабораторная 4. Определение характеристик воздушного эжектора | 2 | - |
| | | Лабораторная 5. Профилирование лопастей насоса | 2 | |

| | | | | |
|---|---|--|--------------------|-------------------|
| 4 | Теоретические характеристики и нагнетателей | Лабораторная 6. Испытание поршневого компрессора Лабораторная 7. Определение положения центра тяжести и распределительных масс шатуна | 2(2*) 2(2*) | 4(2*) |
| 5 | Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов | Лабораторная 8. Определение профильных потерь энергии потока в решетке турбинных лопаток | 4 | - |
| 6 | Паровые турбины | Лабораторная 9. Определение концевых потерь энергии в решетке турбинных лопаток | 4 | 2(2*) |
| 7 | Тепловые потери и кпд ступени | Лабораторная 10. Изучение эффективности конструкции прямоточных уплотнений турбины | 4 | - |
| 8 | Паровые турбины ТЭС. Основные сведения | Лабораторная 11. Изучение работы ступенчатого лабиринтного уплотнения | 4(2*) | - |
| 9 | Потери энергии и кпд турбины | Лабораторная 12. Определение кпд ступеней ЦВД, ЧСД и ЧНД турбины ПТ-60-90/13ЛМЗ | 4 | 4 |
| | | Итого: | 36(8) * | 12(4) * |

(*)* – занятия, проводимые в интерактивных формах.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для самостоятельной работы обучающихся по «Нагнетатели и тепловые двигатели» дисциплине в научной библиотеке университета имеется достаточное количество учебников и учебных пособий. Кроме этого, надо отметить, что для полноты обеспечения самостоятельной работы учебно – методической документацией по данной дисциплине разработаны для внутривузовского пользования следующие учебные пособия и методические указания:

- 1. Методические указания** к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для студ. напр. «Теплоэнергетика и теплотехника» [Текст] : методические рекомендации / Разраб.: Ю.С. Хапов - Нальчик : ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2013.-128с.(Электрон. изд.)

На самостоятельную работу при изучении данной дисциплины отводится по очной (заочной) формам обучения соответственно **57 (118)** часа, из них **30 (114)** часа выделяется на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов. При самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: проработка учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы и информационно-образовательных ресурсов, конспектирование материалов, подготовка к выполнению лабораторных работ, к опросу, тестированию, к контрольным балльно-рейтинговым мероприятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

На очной форме обучения контроль самостоятельной работы, чаще всего осуществляется перед началом чтения лекции, выполнения лабораторных работ, во время проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий и промежуточной аттестации.

На заочной форме обучения, контроль самостоятельной работы осуществляется только во время промежуточной аттестации.

Объем часов выделяемых для подготовки к промежуточной аттестации (27 ч. по очной форме и 4 ч. по заочной форме обучения), используется для самостоятельной подготовки обучающихся к экзаменам. Данный этап является завершающим при изучении дисциплины и контроль самостоятельной работы осуществляется на промежуточной аттестации.

| №№ разд елов | Тема и вопросы самостоятельной работы студентов | Объем часов очно (заочн о) | Перечень учебно-методическ ого обеспечени я | Форма контроля |
|---------------------|---|-----------------------------------|--|--|
| 1 | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей | 2(14) | [1], [2], [3], [4] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 2 | Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей. (Часть 1, 2) | 4(14) | [1], [3], [4] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 3 | Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | 4(12) | [1], [3], [4] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 4 | Теоретические характеристики нагнетателей | 2(12) | [1], [3], [4] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |

| | | | | |
|---------------|--|----------------|--|---|
| 5 | Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов | 4(14) | [1], [2], [3], [4] | Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям. Ответ во время проведения контрольных мероприятий и экзамена |
| 6 | Паровые турбины | 4(12) | [1], [2] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 7 | Тепловые потери и кпд ступени | 4(12) | [1], [2], [3] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 8 | Паровые турбины ТЭС. Основные сведения | 4(12) | [1], [2] | Подготовка к сдаче экзамена Ответ во время экзамена |
| 9 | Потери энергии и кпд турбины (в том числе в интерактивной форме) | 2(12) | [1], [2], [3] | Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям. Ответ во время проведения контрольных мероприятий и экзамена |
| 10 | Подготовка к промежуточной аттестации | 27(4) | [1], [2], [3], [4]* Конспект лекций и выполненные лабораторные работы | Подготовка к промежуточной аттестации. Ответ во время экзамена |
| Итого: | | 57(118) | | |

* Перечень учебно-методического обеспечения приведен в разделе 8.

6. Фонд оценочных средств, для проведения текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся.

| № м о д у л я | Структурированные модули | Коды формируе мых компетен ций | Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины |
|---------------------------------|---|--|---|
| 1. | Общие понятия и определения, классификация нагнетателей Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей. (Часть 1, 2) Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей | ПК-02 ПК-04 | <u>1-ый рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторной и практической работы и их защита) |
| 2. | Теоретические характеристики нагнетателей Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов Паровые турбины | ПК-02 ПК-04 | <u>2-ой рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторной и практической работы и их защита) |
| 3. | Тепловые потери и кпд ступени Паровые турбины ТЭС. Основные сведения Потери энергии и кпд турбины (в том числе в интерактивной форме) | ПК-02 ПК-04 | <u>3-ий рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторной и практической работы и их защита) |

6.2. Показатели и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся.

Текущий контроль - это непрерывное отслеживание освоения индикаторов достижения универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по дисциплине.

Промежуточный контроль проводится с целью оценки усвоения студентами материала крупного модуля или раздела учебной дисциплины. В течение семестра проводится три таких контрольных мероприятий, согласно календарного учебного графика. Промежуточный контроль – это своего рода микроэкзамен по пройденному материалу учебной дисциплины. Он может проводиться, как в устной, так и в письменной форме, а также в виде тестового контроля.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах с учетом:

- оценки (текущего контроля) за работу в семестре (оценки за выполнение контрольных заданий, за выполнение и успешную защиту лабораторных работ, за активное участие в опросе студентов перед началом лекции или в конце ее);

- оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях (ответы на тесты, на контрольные вопросы);

Для определения оценки за работу в семестре и оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях содержательная часть рабочей программы четко структурируется на содержательные модули из которых формируется три блока (модуля), с периодами изучения равными периодам проведения рейтинг-контроля.

Таким образом, устанавливается объем дисциплины, подлежащей оценке качества **усвоения** в рамках блоков. При этом каждая контрольная точка оценивается в 20 баллов, из которых на долю текущего контроля приходится 10 баллов, а остальные 10 баллов студент может получить по результатам промежуточного контроля.

Критериями оценки сформированности компетенций являются индикаторы достижения компетенции при изучении разделов (модулей) дисциплин.

Согласно этих критериев при разработке шкал оценивания руководствуемся следующим:

15-20 баллов – студент получает при **высоком** уровне овладения компетенциями и освоения знаний, умений и теоретического материала без пробелов; выполнении всех заданий, предусмотренных учебным планом на высоком качественном уровне; сформировании практических навыков, профессионального применения освоенных знаний;

Это позволяет получить студенту экзамен «автоматом» (при 55 и более баллов) или на промежуточной аттестации (при 45 и более баллов) оценку «отлично».

10-14 баллов – студент получает при **среднем** уровне овладения компетенциями и освоении знаний, умений и теоретического материала, когда учебные задания не оценены максимальным числом баллов, и в основном сформированы практические навыки.

До 10 баллов – студент получает при **пороговом** уровне овладения

компетенциями и частично с пробелом освоении знания, умения и теоретического материала, некачественном выполнении учебных заданий, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, в случаях не сформирования некоторых практических навыков

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7. 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Рабочей программой дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

ПК-02 Готов к участию в разработке проектной и рабочей технической документации объектов профессиональной деятельности

ПК-04 способен проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам

В процессе освоения образовательной программы компетенции ПК-02 и ПК-04 формируются при изучении дисциплин и прохождении практик, и ГИА.

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы «Теплоэнергетика и теплотехника»

| Код компетенции | Дисциплины, практики, через которые формируется компетенция (компоненты) | Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы |
|------------------------|---|---|
| ПК-02 | Б1.В.1.05 Системы газоснабжения | 8 |
| | Б.1.В.1.09 Нагнетатели и тепловые двигатели | 5 |
| | Б2.О.05(Пд) Производственная практика, преддипломная | 8 |
| | Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | 8 |
| ПК-04 | Б1.В.1.07 Энергобезопасность | 6 |
| | Б1.В.1.10-Основы трансформации теплоты | 5 |
| | Б2.О.03(П) Производственная практика, технологическая | 4 |
| | Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | 8 |

** Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения*

практик.

7.2. Описание показателей индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется бально-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу бально-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

Промежуточная аттестация - экзамен.

При модульной системе основным стимулом к регулярной работе студентов является возможность быть освобожденным от семестрового экзамена (получить их «автоматом»). Для этого студент должен выполнить следующие условия:

- не иметь по промежуточным модулям **0** баллов;
- если студент по итогам текущего рейтинга набрал в семестре **49-54** баллов то он получает, «автоматом» оценку - «хорошо», **55** и выше «отлично».

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр составляет **100** баллов, из которых на текущий и промежуточный контроль отводится **60** баллов. Оставшиеся **40** баллов - это сумма баллов, которую студент может набрать по результатам промежуточной аттестации (экзамен).

Студент, получивший по итогам текущего и промежуточного контроля меньше **45** баллов, не может претендовать на оценку «отлично».

Индикаторы достижения компетенции*

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания | | | |
|--|---------------------------------|---|----------------------|---------------------|------------|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| ИД-1 ПК-02 | Знать: место и роль | Не знает место и роль | Частично знает место | Знает на достаточно | На высоком |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания | | | |
|---|---|---|--|---|---|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| Демонстрирует знание нормативных документов в области разработки проектной и рабочей технической документации объектов профессиональной деятельности (пятый этап) | нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции паровых и газовых турбин | нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции и паровых и газовых турбин | и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции и паровых и газовых турбин | высоком уровне место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции и паровых и газовых турбин | уровне знает место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоснабжения промышленных предприятий, классификацию нагнетателей и тепловых двигателей, конструкции паровых и газовых турбин |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания | | | |
|--|---|--|---|--|--|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| | Уметь: выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. | Не умеет выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. | Не в полной мере понимает выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. | На достаточно хорошем уровне умеет выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. | На высоком уровне умеет выбирать нагнетатель или тепловой двигатель для заданной теплоэнергетической установки. |
| | Владеть: проведению расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с использованием стандартных средств автоматизации | Не владеет навыками проведения расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с использованием стандартных средств | Знаком с некоторыми навыками проведения расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с использованием | Владеет навыками проведения расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с использованием стандартными | В полной мере владеет навыками проведения расчетов по типовым методикам и проектированию отдельных деталей и узлов с |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемому результату обучения и критериям их оценивания | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| | и проектирования | автоматизации проектирования | стандартных средств автоматизации проектирования | х средств автоматизации проектирования | использованием стандартных средств автоматизации проектирования |
| ИД-1 ПК-04 Демонстрирует знание нормативных документов в области разработки проектов и технической документации объектов и технической документации объектов профес | Знать: :нормативные документы в области разработки проектов и технической; критерии соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам. | Не знает :нормативные документы в области разработки проектов и технической; критерии соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности и нормативным | Частично знает. :нормативные документы в области разработки проектов и технической; критерии соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельнос | Знает на достаточно высоком уровне нормативные документы в области разработки проектов и технической; критерии соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профес | На высоком уровне знает нормативные документы в области разработки проектов и технической; критерии соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания | | | |
|--|---|---|---|---|--|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| сиональной деятельности (пятый этап) | | документам. | ти нормативным документам. | альной деятельности нормативным документам. | профессиональной деятельности нормативным документам. |
| | Уметь: проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | Не умеет проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности и нормативным документам | Не в полной мере умеет проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | На достаточно хорошем уровне умеет проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности и нормативным документам | На высоком уровне умеет проверять соответствие разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения | Планируемые результаты обучения | Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания | | | |
|--|--|---|---|--|--|
| | | минимальный | пороговый | средний | высокий |
| | | 0-59 | 60-69 | 70-84 | 85-100 |
| | | Оценка | | | |
| | | неудовлетворительно | удовлетворительно | хорошо | отлично |
| | | | | | М |
| | Владеть: навыками проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | Не владеет навыками проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности и нормативным документам | Знаком с некоторым и навыками проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам | Владеет навыками проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности и нормативным документам | В полной мере владеет навыками проверки соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам |

**На этапе освоения дисциплины*

Для допуска к экзамену, студент должен набрать в ходе текущего и промежуточного контроля не менее **40** баллов. Если эта сумма меньше **30** баллов, то студент не допускается к экзамену. Если эта сумма больше или равна **30**, то путем дополнительного опроса (собеседование, контрольная работа, тест, реферат) эта сумма может быть повышена до **40** баллов.

Для допуска к экзамену студенту необходимо восстановить пробелы, как по текущему, так и по промежуточному контролю. На экзамене студент может получить **20 – 40** баллов. Максимальный балл при каждой повторной передаче уменьшается на **10** баллов. Если ответы студента оцениваются суммой баллов менее **20**, то студенту выставляется **0** баллов.

Студент, набравший по итогам текущего и промежуточного контроля по дисциплине менее 30 баллов, после всех разрешенных отработок может получить оценку не выше «удовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения

| Оценка | Шкала оценивания | Критерии оценивания |
|---|-------------------------|---|
| Высокий уровень «5» (отлично) | 85-100 | заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| Средний уровень «4» (хорошо) | 70-84 | заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. |
| Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) | 60-69 | заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. |
| Минимальный уровень «2» (не удовлетворительно) | 0-59 | заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. |

7.3 Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения индикаторов достижений компетенций ИД-1 ПК-02, ИД-1 ПК-04 в процессе освоения образовательной программы

7.3.1 Примерная тематика курсовых работ.

Учебным планом не предусмотрены.

7.3.2 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Укажите номер правильного ответа

Тема 1. Общие понятия и определения, классификация нагнетателей

1. Назначение нагнетателей и тепловых двигателей в системе энергоснабжения промышленных предприятий :

- а. Генерирование;
- б. Транспортирование;
- в. Аккумулирования;
- г. Утилизация.

2. Нагнетатели классифицируют:

- а. По способу действия;
- б. По развиваемому давлению;
- в. По роду перемещаемой среды;
- г. По всем указанным способам;
- д. По принципу действия и конструкции;

3. Нагнетатель – устройство для перемещения:

- а. Жидкостей;
- б. Газов;
- в. Твердых веществ;
- г. Жидкостей и газов.

4. Центробежные насосы по классификации относятся к группе:

- а. Лопастных;
- б. Объемных;
- в. Струйных;
- г. Пневматических.

5. По конструктивным признакам какие нагнетатели перемещают жидкости с высокой вязкостью?

- а. Струйные и лопастные;

- б. Объемные и струйные;
- в. Струйные, объемные и лопастные;
- г. Объемные и лопастные.

Тема 2. Основы теории рабочего колеса центробежных нагнетателей.

1. Что называется удельной работой нагнетателей?

- а. Работа, сообщаемая нагнетателем рабочему телу в 1 секунду;
- б. Работа, подводимая на вал нагнетателя;
- в. Работа, связанная с расходом энергии на 1 кг массы подаваемой жидкости или газа;
- г. Работа, необходимая для перемещения 1 кг массы жидкости или газа в 1 секунду;
- д. Работа, возникающая при отклонении режима от оптимального.

2. При каких условиях работа нагнетателя может быть определена разностью полных энтальпий:

- а. В случае адиабатного процесса;
- б. В случае преднамеренной интенсификации теплообмена;
- в. В случае изотермического процесса;
- г. В случае равенства скоростей потока при входе в нагнетатель и выходе из него.

3. Отношение давления газа на выходе к давлению его на входе – это:

- а. Коэффициент потерь;
- б. КПД машины;
- в. Степень повышения давления;
- г. Коэффициент эксплуатации.

4. Протекание процессов сжатия и расширения в поршневом компрессоре в большей мере зависит от:

- а. Герметичности рабочего объема;
- б. Теплообмена;

в. Скорости поршня.

5. Нагнетатели классифицируют:

- а. По способу действия;
- б. По развиваемому давлению;
- в. По роду перемещаемой среды;
- г. По принципу действия и конструкции.

Тема 3. Основы теории многоступенчатых центробежных нагнетателей

1. При каких условиях работа нагнетателя может быть определена разностью полных энтальпий:

- а. В случае адиабатного процесса;
- б. В случае преднамеренной интенсификации теплообмена;
- в. В случае изотермического процесса;
- г. В случае равенства скоростей потока при входе в нагнетатель и выходе из него.

2. Для поршневых компрессоров различных конструкций КПД равен:

- а. 0,91 - 0,98;
- б. 0,75 - 0,82;
- в. 0,80 - 0,93.

3. . Какой термодинамический процесс является наиболее выгодным с энергетической точки зрения при сжатии газа в компрессоре?

- а. Изотермический;
- б. Адиабатный;
- в. Политропный с отводом теплоты;
- г. Политропный с подводом теплоты.

. 4. Какое из выражений определяет степень реактивности ступени нагнетателя?

а. $\left(\frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) / l;$

$$\text{б. } \left(\frac{w_1^2 - w_2^2}{2} \right) / l ;$$

$$\text{в. } \left(\frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2} \right) / l ;$$

$$\text{г. } \left(\frac{w_1^2 - w_2^2}{2} + \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} \right) / l .$$

где c_1, c_2 – абсолютное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе канала;

u_1, u_2 – окружное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе;

w_1, w_2 – относительное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе.

5. Какой из способов регулирования производительности не применяется для поршневых компрессоров?

- а. Изменение объема мертвого пространства;
- б. Использование направляющих лопаток на входе в компрессор;
- в. Дросселирование газа на всасывании;
- г. Изменение частоты вращения вала.

Тема 4. Теоретические характеристики нагнетателе

1. Что называется удельной работой нагнетателей?

- а. Работа, сообщаемая нагнетателем рабочему телу в 1 секунду;
- б. Работа, подводимая на вал нагнетателя;
- в. Работа, связанная с расходом энергии на 1 кг массы подаваемой жидкости или газа;
- г. Работа, необходимая для перемещения 1 кг массы жидкости или газа в 1 секунду;
- д. Работа, возникающая при отклонении режима от оптимального.

2. Какое из представленных уравнений носит название уравнения Эйлера или основного уравнения турбонагнетателей ?

$$\text{а. } l = c_{2u} u_2 - c_{1u} u_1 ;$$

$$\text{б. } l = c_2 u_2 - c_1 u_1 ;$$

$$\text{в. } l = \left(\frac{c_2^2}{2} - u_2 \right) + \left(\frac{c_1^2}{2} - u_1 \right) ;$$

$$\text{г. } l = c_{2r} w_2 - c_{1r} w_1 .$$

где c_1, c_2 – абсолютное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе канала;

u_1, u_2 – окружное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе;

w_1, w_2 – относительное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе;

c_{1u}, c_{2u} – проекции абсолютного движения рабочего тела на окружное движение;

c_{1r}, c_{2r} – проекции абсолютного движения рабочего тела на радиус.

3 В каких случаях применяют последовательное соединение нагнетателей?

- а. Для увеличения величины давления;
- б. Для увеличения общей подачи;
- в. Для увеличения КПД каждого нагнетателя;
- г. Во всех перечисленных случаях.

4. В каких случаях применяют параллельное соединение нагнетателей?

- а. Для увеличения КПД каждого нагнетателя;
- б. Для увеличения величины давления;
- в. Для увеличения общей подачи;
- г. Во всех перечисленных случаях.

5. Коэффициент быстроходности насосов определяется величинами:

- а. Подачей, напором, частотой вращения;
- б. Подачей и высотой всасывания;

в. Напором и мощностью.

Тема 5. Помпаж. Теория конструктивных особенностей центробежных насосов

1. По какому признаку не классифицируются центробежные вентиляторы?

- а. По назначению;
- б. По направлению вращения колеса;
- в. По КПД;
- г. По быстроходности.

2. Что такое помпаж?

- а. Устойчивая работа нагнетателей в сети;
- б. Оптимальная работа нагнетателей;
- в. Внезапный отказ нагнетателя;
- г. Неустойчивая работа нагнетателей в сети.

3. Какой из элементов не относится к аэродинамической схеме осевого вентилятора?

- а. Входной и выходной патрубки;
- б. Лопаточный неподвижный диффузор;
- в. Спиральный корпус;
- г. Рабочее колесо, закрепленное на валу.

4. Полный КПД определяется объемным, гидравлическим и механическим КПД

- а. Их разностью;
- б. Их произведением;
- в. Их суммой.

5. Регулирование подачи центробежных вентиляторов можно производить:

- а. Изменением числа лопаток;

б. Изменением частоты вращения вала;

в. Изменением площади лопаток.

Тема 6. Паровые турбины

1. Центробежные и осевые компрессоры по классификации относится к группе:

а. Лопастных;

б. Объемных;

в. Струйных;

г. Пневматических.

2. Какое из выражений представляет работу ступени осевого нагнетателя?

а. $l = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2};$

б. $l = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2};$

в. $l = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2};$

г. $l = \frac{c_2^2 - c_1^2}{2} + \frac{w_1^2 - w_2^2}{2}.$

где c_1, c_2 – абсолютное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе канала;

u_1, u_2 – окружное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе;

w_1, w_2 – относительное движение рабочего тела соответственно на входе и выходе

3. Какой из способов регулирования производительности не применяется для поршневых компрессоров?

а. Изменение объема мертвого пространства;

б. Использование направляющих лопаток на входе в компрессор;

в. Дросселирование газа на всасывании;

г. Изменение частоты вращения вала.

4. Активными турбинами являются турбины, в которых расширение рабочего тела от начального давления до конечного происходит в:

- а. Соплах;
- б. Соплах и каналах между рабочими лопатками;
- в. Каналах между рабочими лопатками;
- г. Направляющих каналах.

5. В лопастных компрессорах совокупность венцов, рабочих и направляющих лопастей –это:

- а. Рабочее пространство;
- б. Направляющий аппарат;
- в. Степень сжатия.

Тема 7. Тепловые потери и КПД ступени

1. Что является термическим КПД паросиловой установки?

- а. Отношение располагаемого теплопадения турбины к использованному H_o/H_i ;
- б. Отношение энтальпии пара перед турбиной к энтальпии отработавшего пара по h_o/h_k ;
- в. Отношение располагаемой энергии турбины к теплу подведенному к рабочему телу в котлоагрегате H_o/q_o ;
- г. Отношение суммы использованных теплопадений в ступенях турбины к числу ступеней в турбине $\sum h_i/Z$.

2. Воздух подаваемый в камеру сгорания называется:

- а. Первичным;
- б. Вторичным;
- в. Третичным.

3. Чем являются тепловые двигатели ?

- а. Машины в которых тепловая энергия ,получившая при горении того или иного топлива ,превращается в механическую энергию;

- б. Машины в которых вырабатывается механическая энергия;
- в. Машины в которых при химической реакции вырабатывается механическая энергия.

4. Активными турбинами являются турбины, в которых расширение рабочего тела от начального давления до конечного происходит в:

- а. Соплах;
- б. Соплах и каналах между рабочими лопатками;
- в. Каналах между рабочими лопатками;
- г. Направляющих каналах.

5.- Что такое степень реактивности турбинной ступени?

- а. Отношение теплоперепада в соплах к располагаемому теплоперепаду $\Delta h_c / \Delta h_T$;
- б. Отношение теплоперепада на рабочих лопатках к располагаемому теплоперепаду $\Delta h_{л} / \Delta h_T$;
- в. Отношение теплоперепада в соплах и на рабочих лопатках к располагаемому теплоперепаду $\Delta h_c + \Delta h_{л} / \Delta h_T$;
- г. отношение теплоперепада на рабочих лопатках к теплоперепаду в соплах $\Delta h_{л} / \Delta h_c$.

Тема 8. Паровые турбины ТЭС. Основные сведения

1 На какие характеристики газотурбинных установок не влияет введение в цикл промежуточного охлаждения и подогрева?

- а- На работу сжатия в компрессоре
- б- На работу расширения в газовой турбине
- в- На КПД цикла
- г- На теплоту сгорания топлива в камере сгорания

2. Что называется относительным эффективным КПД турбины?

- а- Отношение эффективной мощности к теоретической N_e/N_0
- б. Отношение эффективной мощности к внутренней N_e/N_i
- в. Отношение мощности на зажимах генератора к эффективной мощности N_3/N_e
- г Отношение мощности на зажимах генератора и теоретической мощности N_3/N_0

3. Эффективность какого цикла или какой установки оценивает термический КПД (η)..

- а. КПД реального цикла Карно;
- б. КПД котлоагрегата;
- в. КПД идеального цикла Ренкина;
- г. КПД реального цикла Ренкина;
- д. КПД турбоагрегата.

4. Потери энергии в турбинной ступени, указать вариант ответа:

- а. Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери в турбинной решетке;
- б. Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери в сопловой решетке;
- в. Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери в рабочей решетке;
- г. Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери с выходной скоростью;
- д. Потери с выходной скоростью, потери в турбинной решетке, потери в сопловой решетке, потери в рабочей решетке.

5. Какой процесс не используется в идеальном цикле современных газотурбинных установок?

- а- Изотермическое сжатие в компрессоре;
- б- Изобарное сгорание газа;
- в- Адиабатное расширение газа в турбине;
- г- Отвод тепла (условное замыкание цикла).

Тема 9. Потери энергии и кпд турбины

1. Что представляет собой двигатель Стирлинга?

- а. Машина, работающая по замкнутому термодинамическому циклу;
- б. Высокими значениями среднего давления газа;
- в. Свободным от масла рабочим пространством;
- г. Отсутствием клапанного механизма;

д. Передачей тепла через стенки цилиндра или теплообменник.

2. Двигатели классифицирует по следующим признакам:

- а. Режим работы;
- б. Способ соединения цилиндров;
- в. Способ соединения поршней;
- г. соединение через газ;
- д. соединение через жидкость.

3. Какой из перечисленных элементов не входит в состав газотурбинной установки?

- а- Камера сгорания
- б- Воздушный компрессор
- в- Детандер
- г- Газовая турбина

4. На какие характеристики газотурбинных установок не влияет введение в цикл промежуточного охлаждения и подогрева?

- а- На работу сжатия в компрессоре
- б- На работу расширения в газовой турбине
- в- На КПД цикла
- г- На теплоту сгорания топлива в камере сгорания

5. Какие режимы работы двигателей вы знаете?

- а. Двойного действия;
- б.Резонансный;
- в. простого действия;
- г. Сложного действия;
- д. Однофазный;
- е. Многофазный.

7.3.3 Задания для подготовки к бально-рейтинговым контрольным мероприятиям.

1-ый рейтинг-контроль

1. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах тепло-, энергоснабжения промышленных предприятий.
2. Понятие удельной работы, напора и давления.
3. Классификация вентиляторов.
4. Типы коммуникаций в системах промышленной теплоэнергетики.
5. Понятие о рабочей зоне характеристики нагнетателя.
6. Область применения вентиляторов
7. Классификация нагнетателей.
8. Способы изменения характеристики вентилятора.
9. Область применения различных типов тепловых двигателей

2-ой рейтинг-контроль

1. Классификация тепловых двигателей.
2. Принципиальные схемы паротурбинных установок.
3. Схемы двигателей, основные показатели работы двигателей
4. Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.
5. Стандартные параметры пара паровых турбин.
6. Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя.
7. Характеристика турбодетандера.
8. Определение мощности машины, понятие о КПД теплового двигателя.
9. Основы регулирования мощности паровых турбин.
10. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.
11. Работа и мощность турбинной ступени
12. Предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями, КПД компрессора.
13. Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, двигателей Стирлинга.

3-ий рейтинг-контроль

1. Работа турбинной ступени в переменном режиме.
2. Учет потерь и переход к действительной характеристике нагнетателя.
3. Классификация насосов.
4. Особенности работы насосов в сети.
5. Типы паровых турбин.
6. Типы потерь в проточной части турбины.
7. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров.
8. Центробежные и осевые компрессоры.
9. Классификация паровых турбин.
10. Основные способы изменения характеристики компрессора.
11. Условия работы нагнетателя на сети.

7.3.4 . Перечень вопросов выносимых на промежуточную аттестацию по дисциплине

1. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системах тепло-, энергоснабжения промышленных предприятий.
2. Понятие удельной работы, напора и давления.
3. Классификация вентиляторов.
4. Типы коммуникаций в системах промышленной теплоэнергетики.
5. Понятие о рабочей зоне характеристики нагнетателя.
6. Область применения вентиляторов
7. Классификация нагнетателей.
8. Способы изменения характеристики вентилятора.
9. Область применения различных типов тепловых двигателей
- 10.Классификация тепловых двигателей.
- 11.Принципиальные схемы паротурбинных установок.
- 12.Схемы двигателей, основные показатели работы двигателей
- 13.Анализ влияния начальных условий, охлаждения и подвода тепла, сжимаемости и типа рабочего тела на работу сжатия и расширения.
- 14.Стандартные параметры пара паровых турбин.
- 15.Определение мощности машины, понятие о КПД нагнетателя.
- 16.Характеристика турбодетандера.
- 17.Определение мощности машины, понятие о КПД теплового двигателя.
- 18.Основы регулирования мощности паровых турбин.
- 19.Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.
- 20.Работа и мощность турбинной ступени
- 21.Предельная степень повышения давления в ступени, распределение давления между ступенями, КПД компрессора.
- 22.Принцип работы, классификация и область применения двигателей внутреннего сгорания, двигателей Стирлинга.
- 23.Схемы поршневых компрессоров.
- 24.Особенности работы высокотемпературных ступеней
- 25.Принцип работы поршневого детандера.
- 26.Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных газотурбинных установок.
- 27.Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера.
- 28.Понятие о диаграмме переменных режимов паровой
- 29.Принцип работы поршневого детандера.
- 30.Сопоставление показателей и обоснование преимущественных зон применения центробежных и осевых компрессоров
- 31.Газодинамические основы расчета турбомашин.
- 32.Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени

33. Теоретическая характеристика нагнетателя.
34. Анализ потерь в характерных сечениях турбины
35. Общая классификация потерь в нагнетателях.
36. Работа турбинной ступени в переменном режиме.
37. Учет потерь и переход к действительной характеристике нагнетателя.
38. Классификация насосов.
39. Особенности работы насосов в сети.
40. Типы паровых турбин.
41. Типы потерь в проточной части турбины.
42. Область применения, классификация и особенности работы турбодетандеров.
43. Центробежные и осевые компрессоры.
44. Классификация паровых турбин.
45. Основные способы изменения характеристики компрессора.
46. Условия работы нагнетателя на сети.

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

Методическими материалами, определяющими процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижений компетенций являются внутривузовские локальные нормативные акты: «Положение о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки успеваемости студентов» и «Положение о промежуточной аттестации обучающихся».

График проведения рейтинговых контрольных мероприятий и даты проведения промежуточной аттестации, по курсам и семестрам, отражены в утвержденных проректором по УР календарных учебных графиках и расписаниях промежуточной аттестации по направлению подготовки (специальности), которые размещаются на информационных стендах факультетов и на сайте университета в установленные сроки.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. В. Черниченко, В. И. Лукьяненко, П. А. Солженикин, А. В. Исанова. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 172 с. — ISBN 978-5-9729-0589-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/192789>.
2. Ляшков В.И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятие / В.И. Ляшков. – М.; ИНФРА – М, 2017,-218с.
3. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для студ. напр. «Теплоэнергетика и теплотехника» [Текст] : методические рекомендации /

Разраб.: Ю.С. Хапов - Нальчик : ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2013.- 128с.(*Электрон. изд.*)

Дополнительная литература:

4. Минко, В.А. Нагнетатели в системах теплогазоснабжения и вентиляции [Текст] : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Строительство" / В.А. Минко, Ю.И. Юров, Ю.Г. Овсянников. – Старый Оскол: «ТНТ», 2014. - 584 с. : ил.

Перечень периодических изданий, имеющихся в библиотеке университета:

- . Нагнетатели в системах теплогазоснабжения и вентиляции
 - Промышленная энергетика;
 - Теплоэнергетика;
 - Электрические станции;
 - Энергосбережение.

9. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- ЭБС «Издательства Лань»
Коллекция «Единая профессиональная база знаний для аграрных вузов»
ООО «Издательство Лань».
Лицензионный договор № 003/2025-44ФЗ от 22.05.25 г сроком на 1 год
<http://e.lanbook.com/>
- Сетевая электронная библиотека
ООО «ЭБС ЛАНЬ»
Договор № СЭБ НВ-164 от 17.12.2019 г. – бессрочный
<http://e.lanbook.com/>
<http://seb.e.lanbook.com/>
- ЭБС «Университетская библиотека online». Базовая часть
ООО «Директ-Медиа»
Контракт № 51-04/2025 от 22.05.2025 г сроком на 1 год
<http://biblioclub.ru>
- ЭБС «ЮРАЙТ» Пакет СПО
ООО «Электронное издательство Юрайт»
Лицензионный договор № 6703 от 27.08.2024 г. сроком на 1 год
<https://urait.ru/>
- Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU (SCIENCE INDEX)
ООО Научная электронная библиотека.
Лицензионный договор № SIO-2114/2025 от 06.05.2025 сроком на 1 год
<http://elibrary.ru>
- Антиплагиат.ВУЗ 5.0
Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»
АО «Антиплагиат»
Лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год
- Гарант
ООО «Гарант-КБР» Договор № 305-2025г. от 09.01.2025 г. сроком на 1 год

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций, лабораторных работ, практических и семинарских занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

На лекциях студенту рекомендуется внимательно слушать учебный материал, записывать основные моменты, идеи, пытаться сразу понять главные положения темы, а если что не ясно – делать соответствующие пометки. После лекции во внеурочное время целесообразно прочитать записанный материал с целью его усвоения и выяснения непонятных вопросов.

Для подготовки и выполнения лабораторных работ студенту следует завести отдельную тетрадь. При подготовке к лабораторной работе студенту следует составить краткий ответ (1-2 стр.) на контрольные вопросы к лабораторным работам (см. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу **«Нагнетатели и тепловые двигатели»**). Студент должен тщательно готовиться к лабораторным занятиям путем проработки теоретических положений по теме занятия из конспекта лекции, рекомендуемых учебников, учебных пособия, дополнительной литературы, интернет - источников.

Защита лабораторных работ, приходящиеся на каждый промежуточный рубеж оценивается в **10** баллов (за три точки - **30** баллов).

Раздел «Самостоятельная работа» информирует обучающихся, какие вопросы раздела (модуля) выносятся на самостоятельное изучение, об их учебно-методическом обеспечении (учебники, учебные пособия, методические указания, рекомендуемые страницы и т.д.). Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам

изучаемой дисциплины;

- участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;

- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;

- подготовки к семинарам (практическим занятиям);

- изучения учебной и научной литературы;

- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);

- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;

- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;

- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,

- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

Степень усвояемости вопросов самостоятельной работы определяется при текущем и промежуточном контроле и при промежуточной аттестации.

Для студентов заочной формы обучения, после окончания предыдущей сессии, где они знакомятся с целями и задачами изучения дисциплины, с перечнем вопросов которые они должны изучать для формирования индикаторов достижения компетенции.

Студенту следует тщательно готовиться к модульному тестированию, контрольным работам, контрольным опросам, прорабатывая конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Подготовка к промежуточной аттестации.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

- внимательно прочитать рекомендованную литературу;

- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» рассчитана на изучение в один семестр и экзаменом.

11.Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

11.1 Лицензионное программное обеспечение

AutoDesk AutoCad 2012 Education Product Standalone б/н

Антиплагиат.ВУЗ 5.0 Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»

лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition № лицензии 26ЕС-241021-134643-810-2826, договор № 651/А от 18.10.2024 г. до 31.10.2025

11.2 Интернет-ресурсы свободного доступа

| | |
|--|---|
| Наименование ресурса сети «Интернет» <u>«Российское образование» - федеральный портал</u> | Электронный адрес ресурса http://www.edu.ru/index.php |
| Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" | http://window.edu.ru/ |
| БД «AGROS»- международная документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений). | http://www.cnsnb.ru/cataloga.shtml |
| Агроакадемсеть - базы данных РАСХН. | http://www.vniikormov.ru/pub/0004/lektcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetcialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php |
| Enerdata - независимая информационно-консалтинговая компания, областью исследований которой являются энергетические отрасли промышленности | http://www.enerdata.ru/ |
| Топливо-энергетический комплекс Профессиональные справочные системы для руководителей и специалистов, работающих в энергетической отрасли. | https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks |

12.Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п./п. | Вид учебной работы | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий | Перечень оборудования и технических средств обучения |
|---------|--------------------|---|--|
| 1. | Лекционные занятия | Учебная аудитория № 501 (для проведения занятий лекционного семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) | Учебная мебель: столы-30, стулья-61, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W; интерактивная доска Star Board HITACHI FX-TRIO-77-E . Информационные пособия по дисциплине Стенды, таблицы, |

| | | | |
|----|------------------------|---|--|
| | | | плакаты, макеты |
| 2. | Лабораторный практикум | Лаборатория № 131 (для проведения занятий лабораторного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) | <p>Учебная мебель: столы-15, стулья-31, доска меловая – 1, кафедра.</p> <p>Основное оборудование:</p> <p>Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Лабораторный стенд для измерения температуры. 2. Лабораторный стенд для измерения давления. 3. Лабораторный стенд для измерения расхода количества жидкости, газа и пар. 4. Лабораторный стенд для измерения влажности воздуха. 5. Вентилятор Ц 4-70 №5. 6. Макет водяного центробежного насоса. 7. Лабораторная установка для изучения системы воздухообеспечения. 8. Лабораторная установка для изучения системы газоснабжения. 9. Компрессорная установка. 10. Лабораторная установка для изучения системы водоснабжения. 11. Газосигнализатор «ОКА». |
| 3. | Самостоятельная работа | Учебная аудитория № 411 (компьютерный класс с выходом в Интернет), для организации самостоятельной работы обучающихся; читальный зал научной библиотеки | <p>Письменные столы – (5 шт.);</p> <p>Стулья (5 шт.);</p> <p>Стеллажи (3 шт.);</p> <p>Шкаф книжный (9 шт.);</p> <p>Компьютер с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (10 шт.)</p> |