

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Пер. № Б-35-ТТ

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
  
" 17 " 12 П.Б. Акмаров 20 15 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Тепловые двигатели и нагнетатели**

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	4
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ .....	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма).....	7
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма) .....	12
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	16
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	17
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И НАГНЕТАТЕЛИ. ....	21
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	24
ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	25

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** изучения дисциплины (модуля) «Тепловые двигатели и нагнетатели» является формирование у обучающихся цельного представления об устройстве, принципе действия и характеристиках тепловых двигателей и подготовке их к таким видам деятельности как производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская и проектная деятельность.

С учетом поставленной цели основными **задачами** освоения дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» являются следующее:

- воспитать у обучающегося способность к переоценке накопленных знаний и опыта, к анализу своих возможностей, к приобретению новых знаний в условиях развития науки и производства;
- воспитать способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по направлению своей деятельности;
- быть готовым к контролю и соблюдению технологической дисциплины на производственном участке,
- быть готовым к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции,
- иметь способность проводить расчеты по типовым методикам и проектировать отдельные детали и узлы с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.

**Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает** исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению ее потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

**Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются**

тепловые и атомные электрические станции, системы энергообеспечения промышленных и коммунальных предприятий, объекты малой энергетики, установки, системы и комплексы высокотемпературной и низкотемпературной теплотехнологии, паровые и водогрейные котлы различного назначения, реакторы и парогенераторы атомных электростанций, паровые и газовые турбины, газопоршневые двигатели (двигатели внутреннего и внешнего сгорания), энергоблоки, парогазовые и газотурбинные установки, установки по производству сжатых и сжиженных газов, компрессорные, холодильные установки, установки систем кондиционирования воздуха, тепловые насосы, химические реакторы, топливные элементы, электрохимические энергоустановки, установки водородной энергетики, вспомогательное теплотехническое оборудование, тепло- и массообменные аппараты различного назначения, тепловые и электрические сети, теплотехнологическое и электрическое оборудование промышленных предприятий, установки кондиционирования теплоносителей и рабочих тел, технологические жидкости, газы и пары, расплавы, твердые и сыпучие тела как теплоносители и рабочие тела энергетических и теплотехнологических установок, топливо и масла, нормативно-техническая документация и системы стандартизации, системы диагностики и автоматизированного управления технологическими процессами в теплоэнергетике и теплотехнике.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Тепловые двигатели и нагнетатели» включена в блок дисциплин Б1.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины.

Для изучения дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» необходимы следующие знания, умения и навыки:

**Знание:** дифференцирование, интегрирование, вероятностные задачи; инженерную графику, теплотехнику, гидравлику, водоснабжение, автоматику; технику безопасности.

**Умение:** выбирать способы и методы решения вопросов эксплуатации теплотехнического оборудования.

**Навыки:** отыскивать причины неэффективного использования и эксплуатации теплотехнического оборудования в технологических процессах АПК и теплоэнергетике на производстве.

Освоение учебной дисциплины базируется на следующих учебных дисциплинах:

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.О Д.9	Математика Физика Гидрогазодинамика Техническая термодинамика Источники и системы теплоснабжения предприятий Тепломассообменное оборудование предприятий	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии Технологические энергосистемы предприятия Проектирование систем энергообеспечения Подготовка выпускной квалификационной задачи

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### 3.1 Перечень профессиональных (ПК) компетенций

Номер компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
ОПК - 2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Классификацию, характеристики особенности эксплуатации тепловых двигателей и нагнетателей.	Рассчитать и проанализировать рабочие и эксплуатационные характеристики тепловых двигателей и нагнетателей.	Навыками анализа , теоретического и практического исследования работы действия тепловых двигателей и нагнетателей.
ПК - 1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методику сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методикой сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»(уровень бакалавриата ) областью профессиональной деятельности выпускника включает участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования; расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

**научно-исследовательская деятельность:**

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований;
- подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;
- организационно-управленческая деятельность:

- планирование работы персонала;
- участие в разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- выполнение работ по одной или нескольким должностям служащих;
- производственно-технологическая деятельность:**
- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;
- монтажно-наладочная деятельность:
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- сервисно-эксплуатационная деятельность:**
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- классификацию, характеристики особенности эксплуатации тепловых двигателей и нагнетателей.

Уметь:

- Рассчитать и проанализировать рабочие и эксплуатационные характеристики тепловых двигателей и нагнетателей
- Владеть:
- Навыками анализа, теоретического и практического исследования работы действия тепловых двигателей и нагнетателей.
- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часов.

Семестр	Количество часов						Всего
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	
7	52	20	20	12	20	Зачет	72

### 4.1 Структура дисциплины

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля успеваемости СРС
				всего	лекция	практ.зан.	Лаб.раб.	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	7	1	<b>Раздел 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры.</b> <b>Лекция 1. (интерактивное занятие).</b> Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Классификация. Области применения.	3,5	2			1,5	Опрос
2	7	2	<b>Лекция 2.</b> Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД двигателя.	2	2				Опрос
			Центробежные насосы. Выбор насосов и приводных двигателей.	3,5		2		1,5	Опрос
3	7	3	<b>Лекция 3.</b> Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.	3,5	2			1,5	Опрос
			Осевые насосы и вентиляторы. Расчет осевых насосов и вентиляторов.	4		4			Опрос
4	7	4	<b>Лекция 4.</b> Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.	3,5	2			1,5	Опрос
			Исследование работы тепловентилятора (тепловой пушки)	4			4		Опрос
5	7	5	<b>Лекция 5.</b> Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим. Насосы специальных типов. Тепловые насосы. Методика расчета и выбора тепловых насосов.	2	2				Опрос
			Исследование характеристик теплового насоса.	6		2	4		Опрос

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля успеваемости СРС
				всего	Лекция	Практ. занятия	Лаб. раб.	СРС(РГР)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	7	6	<b>Раздел 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры</b> <b>Лекция 6. (интерактивное занятие).</b> Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин. Принцип действия паровых турбин. Стандартные параметры пара. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках.	4	2			2	Опрос
			Осевые компрессоры. Метод расчета основных размеров ступени компрессора. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора	8		2	4	2	Опрос
7	7	7	<b>Лекция 7.</b> Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент. Машины специальных типов. Расчет водоструйного насоса.	4	2			2	Опрос
8	7	8	<b>Лекция 8. (интерактивное занятие).</b> Газовые турбины. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин, область применения. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания. Методика выбора насосов и вентиляторов. Подбор привода.	3,5	2			1,5	Опрос
9	7	9	<b>Раздел 3. Двигатели внутреннего сгорания.</b> <b>Лекция 9.</b> Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств. Методы и алгоритм расчета основных размеров турбокомпрессоров. Техничко – экономические показатели серийно выпускаемых турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему.	3,5	2			1,5	Опрос
10	7	10	<b>Лекция 10.</b> Двигатели внутреннего сгорания. Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС. Методика и алгоритм термогазодинамического расчета турбодетандера. Особенности конструкции. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях. Схема конструкции и методы расчета турбинной установки. Работа турбин при переменных режимах.	2	2				Опрос



		Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.	15		10		5	Опрос
		Промежуточная аттестация						Зачет
<b>Итого</b>			<b>72</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	

#### 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)				
		ОПК-2	ПК-1			общее количество компетенций
<b>Насосы, вентиляторы, компрессоры.</b>	<b>32</b>	+	+			<b>2</b>
<b>Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры</b>	<b>19,5</b>	+	+			2
<b>Двигатели внутреннего сгорания.</b>	<b>20,5</b>	+	+			2
	<b>72</b>					

#### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Трудоемкость в часах	Содержание раздела в дидактических единицах
1	Раздел 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры	32	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Классификация. Области применения. Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД двигателя. Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим.
2	Раздел 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры	19,5	Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин. Принцип действия паровых турбин. Стандартные параметры пара. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент. Газовые турбины. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин, область применения. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.
3	Раздел 3. Двигатели внутреннего сгорания.	20,5	Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств. Двигатели внутреннего сгорания. Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.

#### 4.4 Лабораторный практикум

№	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	<b>Насосы, вентиляторы, компрессоры</b>	1. Исследование режимов работы тепловентилятора.	4
		2. Исследование характеристик теплового насоса	4
		3. Метод расчета основных размеров ступени компрессора.	2
		4. Определение подачи поршневого двухцилиндрового компрессора с поршнями одностороннего действия.	2
	<b>ИТОГО</b>		<b>12</b>

#### 4.5 Практические занятия

№ п/п	Разделы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час)
1	Насосы, вентиляторы, компрессоры.	<b>Тема 1.</b> Центробежные насосы. Выбор насосов и приводных двигателей.	2
		<b>Тема 2.</b> Осевые насосы и вентиляторы. Расчет осевых насосов и вентиляторов.	4
		<b>Тема 3.</b> Насосы специальных типов. Тепловые насосы. Методика расчета и выбора тепловых насосов.	2
2	Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры	<b>Тема 4.</b> Осевые компрессоры. Метод расчета основных размеров ступени компрессора. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора.	2
3	Двигатели внутреннего сгорания.	<b>Тема 5.</b> Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.	10
	<b>Итого</b>		<b>20</b>

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины, темы раздела	Всего час.	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Насосы, вентиляторы, компрессоры.	1,5 1,5 1,5 1,5	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей Центробежные нагнетатели. Расчет допустимой высоты всасывания. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Центробежные насосы. Выбор насосов и приводных двигателей.	Устный или письменный опрос
2.	Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.	2 2 2 1,5	Рабочий процесс в соплах паровых турбин. Расчет рабочего процесса в турбинной ступени. Определение КПД и расхода пара турбины, определение основных размеров турбины ступени. Потери энергии в турбинной ступени, определение КПД и расхода пара турбины.	Устный или письменный опрос
3.	Двигатели внутреннего сгорания.	1,5  5	Расчет работы расширения в детандерах по формулам и диаграммам состояния веществ. ДВС, определение параметров, характеризующих работу ДВС. Детандеры. Типы, характеристики, устройство и принцип действия. Область применения. Выполнение индивидуального задания	Устный или письменный опрос
	<b>ИТОГО</b>	<b>20</b>		

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы и 72 часов.

Курс	Количество часов						
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	Всего
4	10	26	4	4	2	-	36
5	2	30	-	-	2	4 - зачет	36
<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>56</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>72</b>

### Структура дисциплины

№	курс	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля успеваемости СРС
				всего	лекция	практ.зан.	Лаб.раб.	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	1	<b>Раздел 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры.</b> <b>Лекция 1.</b> Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Классификация. Области применения.	7	2			5	Устный или письменный опрос
2	4	2	<b>Лекция 2.</b> Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД двигателя.	4	2			2	Устный или письменный опрос
			Центробежные насосы. Выбор насосов и приводных двигателей.	3			3		
3	4	3	<b>Лекция 3.</b> Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.	2				2	Устный или письменный опрос
			Осевые насосы и вентиляторы. Расчет осевых насосов и вентиляторов.	3			3		
4	4	4	<b>Лекция 4.</b> Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.	2				2	Устный или письменный опрос
			Исследование работы тепловентилятора (тепловой пушки)	5			2	3	
5	4	5	<b>Лекция 5.</b> Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим. Насосы специальных типов. Тепловые насосы. Методика расчета и выбора тепловых насосов.	2				2	Устный или письменный опрос
			Исследование характеристик теплового насоса.	3				3	

№	семестр	№ недели	Раздел дисциплины (модуля), тема раздела	Виды учебной работы, трудоемкость в часах					Форма текущего контроля успеваемости СРС
				всего	Лекция	Практ. занятия	Лаб. раб.	СРС(РГР)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	4	6	<p><b>Раздел 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.</b></p> <p><b>Лекция 6.</b> Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин. Принцип действия паровых турбин. Стандартные параметры пара. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках.</p>	2				2	Устный или письменный опрос
			<p>Осевые компрессоры. Метод расчета основных размеров ступени компрессора. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора</p>	5			2	3	Устный или письменный опрос
7	4,5	7	<p><b>Лекция 7.</b> Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент. Машины специальных типов. Расчет водоструйного насоса.</p>	4				4	Устный или письменный опрос
8	4,5	8	<p><b>Лекция 8.</b> Газовые турбины. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин, область применения. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания. Методика выбора насосов и вентиляторов. Подбор привода.</p>	4				4	Устный или письменный опрос
9	4,5	9	<p><b>Раздел 3. Двигатели внутреннего сгорания.</b></p> <p><b>Лекция 9.</b> Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств. Методы и алгоритм расчета основных размеров турбокомпрессоров. Технико – экономические показатели серийно выпускаемых турбокомпрессоров. Выбор компрессора и привода к нему.</p>	4				4	Устный или письменный опрос
10	4,5	10	<p><b>Лекция 10.</b> Двигатели внутреннего сгорания. Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС. Методика и алгоритм термогазодинамического расчета турбодетандера. Особенности конструкции. Действительный цикл в дизелях, карбюра-</p>	6		2		4	Устный или письменный опрос

		торных и газовых двигателях. Схема конструкции и методы расчета турбинной установки. Работа турбин при переменных режимах.						
	5	Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.	12		2		10	Контрольная работа
		Промежуточная аттестация	4					Зачет
<b>Итого по двум модулям</b>			<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>56</b>	Зачет

#### Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)				
		ОПК-2	ПК-1			общее количество компетенций
Насосы, вентиляторы, компрессоры.	31	+	+			2
Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.	15	+	+			2
Двигатели внутреннего сгорания.	22	+	+			2
Промежуточная аттестация	4	+	+			2
	72					

#### Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Трудоемкость в часах	Содержание раздела в дидактических единицах
1	Раздел 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры	31	<p>Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Классификация. Области применения.</p> <p>Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД двигателя.</p> <p>Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.</p> <p>Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.</p> <p>Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим.</p>
2	Раздел 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.	15	<p>Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин.</p> <p>Принцип действия паровых турбин. Стандартные параметры пара.</p> <p>Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках</p> <p>Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.</p> <p>Газовые турбины. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин, область применения. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.</p>

3.	Раздел 3. Двигатели внутреннего сгорания.	22	Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств. Двигатели внутреннего сгорания. Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.
----	---	----	--

#### Лабораторный практикум

№	Раздел дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	Насосы, вентиляторы, компрессоры	1. Исследование режимов работы тепловентилятора.	2
		2. Исследование характеристик теплового насоса (интерактивное занятие).	2
	Итого		4

#### Практические занятия (семинары)

№ п/п	Разделы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час)
1	Двигатели внутреннего сгорания.	<b>Тема 10.</b> Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.	4
	Итого		4

#### Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины, темы раздела	Всего час.	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1.	Насосы, вентиляторы, компрессоры	5	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей	Устный или письменный опрос
		5	Центробежные нагнетатели. Расчет допустимой высоты всасывания.	
		5	Параллельное и последовательное включение нагнетателей.	
		5	Центробежные насосы. Выбор насосов и приводных двигателей.	
		5	Рабочий процесс в соплах паровых турбин	
2.	Паровые, газовые турбины.	5	Расчет рабочего процесса в турбинной ступени	Устный или письменный опрос
		4	Определение КПД и расхода пара турбины, определение основных размеров турбины ступени.	
		4	Потери энергии в турбинной ступени, определение КПД и расхода пара турбины.	
3.	Двигатели внутреннего сгорания.	4	ДВС, определение параметров, характеризующих работу ДВС.	Устный или письменный опрос
		4	Детандеры. Типы, характеристики, устройство и принцип действия. Область применения.	
		10	Выполнение контрольной работы	
	<b>Итого</b>	<b>56</b>		

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров направление подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» (уровень бакалавриата) профиль «Энергообеспечение предприятий» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (работа с порталом);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

### Современные практикоориентированные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Л	Лекции с интерактивным взаимодействием со студентами	6
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	10
	ПР	Решение ситуационных задач	18
	Все виды занятий	При наличии в группе инвалидов и лиц с возможными отклонениями здоровья преподаватель организует свою работу в соответствии с положением о работе с данной категорией лиц.	

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных и индивидуальных заданий и подготовку к их защите.



# 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ<sup>1</sup>

## 6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Тепловые двигатели и нагнетатели» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий, промежуточный и итоговый контроль (зачет).

Методы контроля:

- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация – зачет.

### Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Компетенция	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства и формы контроля
1.	7	ТАт	ОПК-2, ПК-1	Насосы, вентиляторы, компрессоры	Устный или тестовый контроль
2.	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Паровые, газовые турбины.	Устный или тестовый контроль
3.	7	ТАт,	ОПК-2, ПК-1	Двигатели внутреннего сгорания.	Устный или тестовый контроль
3	7	ПрАт	ОПК-2, ПК-1		Зачет

### Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата или презентации; презентация проектов, др. заданий, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализ вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля руководитель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Знания, умения, навыки и уровень сформированных компетенций обучающихся оцениваются на зачете по шкале «зачтено», «незачтено».

<sup>1</sup>Фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

Отметка «*зачтено*» выставляется обучающемуся, если он выполнил требования программы; форма и содержание отчетов по текущим заданиям соответствуют требованиям; исчерпывающе и логически стройно излагает материал; продемонстрировал уверенное владение материалом; справляется с вопросами и другими видами применения знаний; не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов; обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка «*незачтено*» выставляется обучающемуся, который не выполнил требования программы в полном объеме, форма и содержание отчетов не соответствуют заданию, низкое качество оформления отчетной документации, не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки при изложении сути выполненных заданий.

### **Примеры оценочных средств по дисциплине** **«Тепловые двигатели и нагнетатели»**

#### **а) для текущей успеваемости (ТАт):**

1. Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.
2. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Назначение, классификация и области применения.
3. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД нагнетателя.
4. Совместная работа нагнетателей на сеть.
5. Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции.
6. Перечислить основные параметры нагнетательных машин.
7. Эксплуатация и надежность работы нагнетателей.
8. Мощность и КПД поршневого компрессора.
9. Основные показатели и характеристики центробежных вентиляторов.
10. Подача, давление, напор и энергия, создаваемые насосом и вентилятором.
11. Подача, мощность и КПД вентилятора.
12. Мощность и КПД насоса.
13. Поршневые компрессоры. Мощность и КПД.
14. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача.
15. Неустойчивость работы, помпаж.
16. Кавитационный режим.
17. Паровые турбины. Классификация.
18. Классификация и обозначение типов турбин.
19. Типы конструкций и принципы действия паровых турбин.
20. Стандартные параметры пара.
21. Особенности эксплуатации турбин.
22. Работа турбины, расход пара, электрический КПД турбины.
23. Турбопоршневые двигатели. Конструкция карбюраторного ДВС.
24. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
25. Конструкции газовых турбин и ГТУ, области их применения.
26. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.
27. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
28. Классификация ДВС.
29. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.
30. Тепловой баланс двигателя.
31. Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания и его основные показатели.
32. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.

#### **б) для промежуточной аттестации (ПрАт):**

1. Тепловые двигатели и нагнетатели. История создания и развития.
2. Место и роль нагнетателей и тепловых двигателей в системе теплоснабжения промышленных предприятий.
3. Нагнетатели объемного действия и детандеры. Особенности конструктивного исполнения и область применения.
4. Нагнетатели динамического действия. Конструкция радиальных и осевых вентиляторов, область применения.
5. Нагнетатели динамического действия. Конструктивное исполнение и область применения центробежных и осевых компрессоров.
6. Нагнетатели. Термодинамический анализ процессов проходящих в нагнетателях.

7. Газодинамический анализ процессов работы динамических нагнетателей.
8. Детандеры. Типы, характеристики, устройство и принцип действия детандера.
9. Применение детандеров в холодильной технике. Холодопроизводительность КПД и отводимая мощность детандера.
10. Паровые турбины. Элементы конструкции и применение турбин.
11. Турбинная ступень скорости, назначение и принцип действия.
12. Газотурбинные установки. Особенности конструктивного исполнения газовой турбины.
13. Принципиальные схемы ГТУ.
14. Применение ГТУ в энергетике и промышленности.
15. Парогазовые установки.
16. Регулирование паровых турбин.
17. Паровые турбины. Методика расчета турбинной ступени.
18. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Классификация, схемы, устройство и основные показатели работы ДВС.
19. Струйные нагнетатели.
20. Тепловые насосы.
21. Термодинамические циклы теплоэнергетических установок.
22. Роторные насосы. Конструкция, характеристики, область применения.
23. Энергосбережение при проектировании вентиляторных установок.
24. Конструктивные особенности многоступенчатых насосов секционного типа. Характеристики и область применения.
25. Совместная работа нагнетателей в сети. Неустойчивая работа нагнетателей.
26. Поршневой компрессор. Определение основных размеров компрессора. Способы регулирования поршневого компрессора.
27. Теоретические и действительные характеристики нагнетателя. Способы изменения характеристики вентилятора.
28. Конструктивные особенности многоступенчатых активных и реактивных турбин.
29. Особенности работы насосов в сети. Допустимая высота всасывания центробежного насоса.
30. Анализ потерь энергии паровой турбинной ступени.

#### **Вопросы для подготовки к зачету**

1. Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.
2. Насосы. Назначение, классификация и области применения.
3. Вентиляторы. Назначение, классификация и области применения.
4. Компрессоры. Назначение, классификация и области применения.
5. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД нагнетателя.
6. Подача, мощность и КПД вентилятора.
7. Мощность и КПД насоса.
8. Совместная работа нагнетателей на сеть.
9. Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции.
10. Перечислить основные параметры нагнетательных машин.
11. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.
12. Эксплуатация и надежность работы нагнетателей.
13. Мощность и КПД поршневого компрессора.
14. Основные показатели и характеристики центробежных вентиляторов.
15. Подача, давление, напор и энергия, создаваемые насосом и вентилятором.
16. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача.
17. Неустойчивость работы, помпаж.
18. Характеристики насосов ТЭС. Базы данных для выбора оборудования насосных и компрессорных станций.
19. Паровые турбины. Классификация.
20. Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
21. Классификация и обозначение типов турбин.
22. Типы конструкций и принципы действия паровых турбин.
23. Стандартные параметры пара.
24. Тепловой цикл ПТУ, КПД цикла.
25. Регеративный подогрев питательной воды.
26. Особенности эксплуатации турбин.
27. Работа турбины, расход пара, электрический КПД турбины.

28. Паровые турбины, коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
29. Турбопоршневые двигатели. Конструкция карбюраторного ДВС.
30. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
31. Конструкции газовых турбин и ГТУ, области их применения.
32. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.
33. Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств.
34. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
35. Классификация ДВС.
36. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.
37. Схемы, устройство и основные показатели работы ДВС.
38. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках.
39. Тепловой баланс двигателя.
40. Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания и его основные показатели.
41. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.
42. Детандеры. Типы, характеристики, устройство и принцип действия детандера.

## **6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы.**

1. Рабочая программа дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели»;
2. Пантелеева, Л.А. Тепловые двигатели и нагнетатели : Расчет насосной установки : метод. указания для студ., обуч. по напр. "Теплоэнергетика" / Л.А. Пантелеева, В.А. Носков. – Ижевск : РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2010.
3. Ниязов, А.М. Тепловые двигатели и нагнетатели. Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания. Учебное пособие по дисциплине ТДиН / А.М. Ниязов, О.Г. Долговых, А.С. Соловьев. – Ижевск : РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.-38 с.
4. Тепловые двигатели и нагнетатели в энергообеспечении объектов АПК: учебное пособие / Сост.: А.М. Ниязов, О.Г. Долговых, А.С. Корепанов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 101с.
5. Тепловые двигатели и нагнетатели: метод. указания /сост. А.М. Ниязов [и др.] – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016.– 36 с.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И НАГНЕТАТЕЛИ.

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Ниязов, А.М. Тепловые двигатели и нагнетатели. Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания. Учебное пособие по дисциплине ТДиН/ А.М. Ниязов, О.Г. Долговых, А.С. Соловьев. – Ижевск : РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.-38 с.	1-3	7	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>	
2	Тепловые двигатели и нагнетатели в энергообеспечении объектов АПК: учебное пособие / Сост.: А.М. Ниязов, О.Г. Долговых, А.С. Корепанов. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 101с.	1-3	7	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>	

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1.	Скоробогатова, Т.В. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Расчет и подбор нагнетателей. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Насосы, вентиляторы, компрессоры» / Т.В. Скоробогатова. – 2012. – 13 с.	1-3	7	ЭБС «Рукопт» <a href="https://rucont.ru/efd/176559">https://rucont.ru/efd/176559</a>	
2.	Ленивцев, Г.А. Двигатели внутреннего сгорания / Г.А. Ленивцев, О.С. Володько. – Самара: РИЦ СГСХА, 2012. – 76 с.	1-3	7	ЭБС «Рукопт» <a href="https://rucont.ru/efd/224310">https://rucont.ru/efd/224310</a>	
3.	Тепловые двигатели и нагнетатели: метод. указания /сост. А.М. Ниязов [и др.] – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016.– 36 с.	1-3	7	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>	

### 7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
2. ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА <http://elib.izhgsha.ru>
3. Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
4. АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики» <http://energoser18.ru>.
5. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
6. Система дистанционного обучения ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА [moodle.izhgsha.ru](http://moodle.izhgsha.ru)

### 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети

«Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Гидрогазодинамика», «Техническая термодинамика», «Источники и системы теплоснабжения предприятий», «Тепломассообменное оборудование предприятий» и т.д.

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию теплотехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике.

## **7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:  
Поиск информации в глобальной сети Интернет  
Работа в электронно-библиотечных системах  
Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)  
Мультимедийные лекции  
Работа в компьютерном классе  
Компьютерное тестирование

*При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:*

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

*Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:*

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». «1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: компьютеры с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование:</p> <p>стенд "Исследование работы центробежного насоса"; стенд "Испытание поршневого компрессора"; стенд "Исследование парокompрессионной машины"; стенд "Комплект оборудования тепловых двигателей и нагнетателей".</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы.</p> <p>Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p>



## **ФОНДОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации студентов  
по итогам освоения дисциплины

### **ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ И НАГНЕТАТЕЛИ**

**Направление подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»**

**Профиль подготовки «Энергообеспечение предприятий»**

**Квалификация выпускника - бакалавр**

**Форма обучения – очная, заочная**

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и курсовой работе.

Аттестация проходит в форме **зачета**. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «зачтено».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний	Оценочные средства для проверки умений	Оценочные средства для проверки владений (навыков)
			(1-й этап)	(2-й этап)	(3-й этап)
1	Насосы, вентиляторы, компрессоры.	ОПК-2, ПК-1	п. 4.1.1	п. 4.2.1	п. 4.3.1
2	Паровые, газовые турбины.	ОПК-2, ПК-1	п. 4.1.2	п. 4.2.2	п. 4.3.2
3	Двигатели внутреннего сгорания.	ОПК-2, ПК-1	п. 4.1.2	п. 4.2.2	п. 4.3.2

### 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные за-	Классификацию, характеристики особенности эксплуатации тепловых двигателей и нагнетателей.	Рассчитать и проанализировать рабочие и эксплуатационные характеристики тепловых двигателей и нагнетателей.	Навыками анализа, теоретического и практического исследования работы действия тепловых двигателей и нагнетателей.

	коны естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования			
ПК - 1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методику сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	Методикой в сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» ( уровень бакалавриата ) областью профессиональной деятельности выпускника включает участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования;

расчет и проектирование деталей и узлов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

участие в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- контроль соблюдения технологической дисциплины;
- контроль соблюдения норм расхода топлива и всех видов энергии;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции;
- контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;
- монтажно-наладочная деятельность:
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, организации профилактических осмотров и текущего ремонта;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- классификацию, характеристики особенности эксплуатации тепловых двигателей и нагнетателей;
- методику сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

Уметь:

- рассчитать и проанализировать рабочие и эксплуатационные характеристики тепловых двигателей и нагнетателей;
- собирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.
- Владеть:
- навыками анализа , теоретического и практического исследования работы действия тепловых двигателей и нагнетателей.
- методикой в сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

### **1-й этап (уровень знаний):**

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

### **2-й этап (уровень умений):**

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

### **3-й этап (уровень владения навыками):**

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении экзамена определяются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»* - в рамках зачета соответствует понятию *зачтено* и *«неудовлетворительно»* - в рамках зачета соответствует понятию *не зачтено*.

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап).**

##### **3.1.1. Модуль 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры**

1. Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.
2. Насосы. Назначение, классификация и области применения.
3. Вентиляторы. Назначение, классификация и области применения.
4. Компрессоры. Назначение, классификация и области применения.
5. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД нагнетателя.
6. Подача, мощность и КПД вентилятора, насоса, компрессора.

##### **3.1.2. Модуль 2. Паровые, газовые турбины.**

1. Паровые турбины. Классификация.
2. Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления.
3. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
4. Классификация и обозначение типов турбин.
5. Типы конструкций и принципы действия паровых турбин.
6. Стандартные параметры пара.
7. Тепловой цикл ПТУ, КПД цикла.
8. Регеративный подогрев питательной воды.
9. Особенности эксплуатации турбин.

##### **3.1.3. Модуль 3. Двигатели внутреннего сгорания.**

1. Турбопоршневые двигатели. Конструкция карбюраторного ДВС.
2. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
3. Конструкции газовых турбин и ГТУ, области их применения.
4. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.
  5. Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств.
  6. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
  7. Классификация ДВС.
  8. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.
  9. Схемы, устройство и основные показатели работы ДВС.

#### **3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап).**

##### **3.2.1. Модуль 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры.**

1. Определять основные параметры нагнетательных машин.
1. Оценивать надежность работы нагнетателей.
2. Оценивать основные показатели и характеристики.
2. Разрабатывать схемы параллельного и последовательного включения нагнетателей.
3. Осуществлять подбор оборудования по подаче, давлению, напору и энергии, создаваемым нагнетателями.
4. Разрабатывать мероприятия по рациональному использованию нагнетателей.
5. Анализировать качество работы нагнетателей.

##### **3.2.2. Модуль 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.**

1. Определить коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
2. Определить стандартные параметры пара паровых турбин.
3. Составить и рассчитать тепловой цикл ПТУ, КПД цикла.
4. Анализировать процесс регеративного подогрева питательной воды.
5. Особенности эксплуатации турбин.

6. Анализировать работу турбин, расхода пара, электрического КПД турбин.
7. Определить коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.

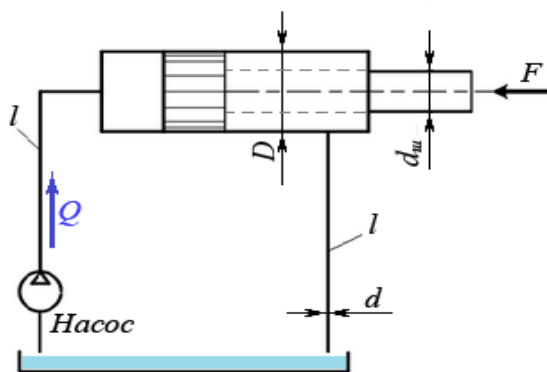
### 3.2.3. Модуль 3. Двигатели внутреннего сгорания.

1. Выбирать параметры ДВС.
2. Обеспечивать эффективную работу и эксплуатацию ДВС.
3. Конструкции, порядок расчета и особенности эксплуатации ДВС.
4. Рассчитать параметры ДВС.
5. Составить схемы управления при использовании ДВС.

### 3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

#### 3.3.1. Модуль 1. Насосы, вентиляторы, компрессоры.

1. Поршневой компрессор подает  $V=2,4$  м<sup>3</sup> воздуха в минуту (объем приведен к нормальным условиям). За какое время данный компрессор сможет поднять давление воздуха в ресивере от  $p_1=0,2$  МПа до  $p_2=0,8$  МПа. Объем ресивера  $V_p=5$  м<sup>3</sup>, температура воздуха  $t=20^\circ\text{C}$ .
2. Для технологических целей необходимо иметь  $G$  кг воздуха в секунду при давлении  $p_1$ . Рассчитать идеальный многоступенчатый поршневой компрессор. Определить количество ступеней компрессора и степень повышения давления в каждой ступени, количество теплоты отведенной от воздуха в цилиндрах компрессора и в промежуточном холодильнике, конечную температуру и объемную производительность. Изобразить цикл на рабочей диаграмме. Давление воздуха на входе в первую ступень компрессора  $p_1=0,1$  МПа и температура  $t_1=27^\circ\text{C}$ . Допустимое повышение температуры воздуха в каждой ступени  $\Delta t=175^\circ\text{C}$ ; показатель политропы сжатия  $n=1,25$ ; конечное давление воздуха  $p_k=17$  МПа; массовый расход воздуха  $G=0,4$  кг/с. При решении задачи трение и вредное пространство не учитывать; степени повышения давления в каждой ступени компрессора считать одинаковыми и привести в соответствие с допустимым повышением температуры.
3. Определить теоретическую мощность привода одноступенчатого компрессора при изотермическом сжатии воздуха, если его производительность при начальных параметрах  $p_1=0,1$  МПа и  $t_1=15^\circ\text{C}$ , составляет  $V_1=0,1$  м<sup>3</sup>/с, а конечное давление  $p_2=0,7$  МПа. Определить также расход охлаждающей воды, если температура её повышается в рубашке компрессора на  $\Delta t=20^\circ\text{C}$ .
4. Для теоретического одноступенчатого воздушного компрессора определить секундную работу, затрачиваемую на его привод, если подача компрессора при начальных параметрах воздуха ( $p_1=0,1$  МПа и  $t_1=17^\circ\text{C}$ ) составляет  $V=0,15$  м<sup>3</sup>/с. Сжатие газа до конечного абсолютного давления  $p_2=0,5$  МПа, протекает по политропе с показателем  $n=1,2$ . Определить также расход воды, если температура ее в охлаждающей рубашке компрессора повысилась на  $\Delta t=20^\circ\text{C}$ .
5. Определить скорость перемещения поршня в гидроцилиндре, если диаметр поршня равен  $d=0,2$  м, а объемная подача жидкости из напорной магистрали  $Q=0,01$  м<sup>3</sup>/с. Какое усилие можно получить на штоке поршня, если давление  $p$  в системе равно  $2$  МПа? Потери на трение и объемные потери не учитывать.
6. После сжатия воды в цилиндре под поршнем давление в ней увеличилось на  $3$  кПа. Необходимо определить конечный объем  $V_2$  воды в цилиндре, если ее первоначальный объем составлял  $V_1=2,55$  л. Коэффициент объемного сжатия воды  $\beta_V=4,75 \cdot 10^{-10}$  Па<sup>-1</sup>.
7. Определить скорость движения жидкости в подводящей линии и скорость поршня, если известны:
  - диаметр трубопровода  $d=0,012$  м;
  - диаметр поршня  $D=0,07$  м;
  - подача насоса  $Q=1,7 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/с.



Потери напора в местных сопротивлениях не учитывать.

### 3.3.2. Модуль 2. Паровые, газовые турбины, осевые компрессоры.

1. Рассчитать эффективную мощность на валу турбины, сжимающей кислород. Параметры, сжимаемого газа:  $p_1=0,0981$  МПа и температура  $t_1=20^\circ\text{C}$ . Степень повышения давления –  $\beta=7$ . Эффективный КПД –  $\eta_k=0,7$ . Геометрические размеры цилиндра: длина  $h_{ц}=250$  мм, диаметр  $d=120$  мм, ход поршня  $h=240$  мм. Вал турбины совершает 240 об/мин. Принять коэффициент наполнения цилиндра равным объемному коэффициенту, то есть параметры всасываемого газа равны параметрам среды, а утечки отсутствуют
2. Производительность турбины при начальных параметрах  $p_1=1$  бар, и  $t_1=25^\circ\text{C}$  и конечном давлении  $p_2=6$  бар, составляет  $G=500$  кг/ч. Процесс сжатия воздуха изотермический. Отношение хода поршня к диаметру цилиндра  $S/D=1,2$ . Частота вращения вала  $n=300$  мин<sup>-1</sup>. Определить теоретическую мощность, ход поршня и диаметр цилиндра, а также расход охлаждающей воды через рубашку, если температура воды повышается на  $\Delta t=150^\circ\text{C}$ .
3. В турбине смесь, состоящая из двух газов  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}$ , заданная массовыми долями  $m_1=0,3$  и  $m_2=0,7$  соответственно, при начальном давлении  $p_1=0,4$  МПа и температуре  $t_1=-3^\circ\text{C}$ , сжимается по изотерме, адиабате и политропе с показателем  $n=1,3$ . Определить для трёх вариантов величину теоретической работы сжатия, мощность привода, а также изменение внутренней энергии и энтропии при сжатии, если степень сжатия  $\varepsilon=v_1/v_2=5$ , а расход воздуха  $G=20$  кг/мин. Теплоёмкость воздуха принять  $C_v=f(t)=\text{const}$ .

### 3.3.3. Модуль 3. Двигатели внутреннего сгорания.

#### 1. Расчет автомобильного карбюраторного двигателя.

В качестве исходных данных для теплового расчета двигателя задаются следующие.

Тип двигателя: автомобильный, карбюраторный, четырехтактный, восьмицилиндровый, V-образный.

Номинальная мощность двигателя  $N_{\text{ном}} = 110$  кВт; номинальная частота вращения  $n_{\text{ном}} = 3200$  мин<sup>-1</sup>; степень сжатия  $\varepsilon = 8$ ; коэффициент тактности  $\tau_d = 4$ ; коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 0,96$ .

Топливо – бензин АИ-93 (ГОСТ 2084-77); низшая удельная теплота сгорания топлива  $Q_H = 43930$  кДж/кг; средний элементный состав и молекулярная масса:  $C = 0,855$ ;  $H = 0,145$ ;  $\mu_T = 115$  кг/моль.

#### 2. Тепловой расчет дизеля СМД-66.

В качестве исходных данных для теплового расчета двигателя задаются следующие.

Тип двигателя – четырехтактный, шестицилиндровый, V-образный, однокамерный тракторный дизель с турбонаддувом от турбокомпрессора, включающего в себя центробежный компрессор и радиальную турбину, с постоянным давлением перед турбиной. Давление наддувного воздуха  $p_k = 0,17$  МПа.

Номинальная мощность дизеля  $N_{k\text{ном}} = 125$  кВт; номинальная частота вращения  $n_{\text{ном}} = 1900$  мин<sup>-1</sup>; степень сжатия  $\varepsilon = 14,5$ ; коэффициент тактности  $\tau_0 = 4$ ; коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 1,7$ . Дизельное топливо «Л» (ГОСТ 305-82); низшая удельная теплота сгорания топлива  $Q_H = 42500$  кДж/кг; средний элементный состав топлива:  $C = 85,7\%$ ;  $H = 13,3\%$ ;  $O = 1\%$ . Расчет ведем для условий сгорания 1 кг топлива.

#### 3. Тепловой расчет автомобильного карбюраторного двигателя.

В качестве исходных данных для теплового расчета двигателя задаются следующие.

Тип двигателя: автомобильный, карбюраторный, четырехтактный, восьмицилиндровый, V-образный.

Номинальная мощность двигателя  $N_{\text{сном}} = 110 \text{ кВт}$ ; номинальная частота вращения

$n_{\text{ном}} = 3200 \text{ мин}^{-1}$ ; степень сжатия  $\varepsilon = 8$ ; коэффициент тактности  $\tau_d = 4$ ; коэффициент избытка воздуха  $\alpha = 0,96$ .

Топливо – бензин АИ-93 (ГОСТ 2084-77); низшая удельная теплота сгорания топлива

$Q_H = 43930 \text{ кДж/кг}$ ; средний элементный состав и молекулярная масса:  $C = 0,855$ ;

$H = 0,145$ ;  $\mu_T = 115 \text{ кг/моль}$ .

Расчет ведем для условий сгорания 1 кг топлива:

Исходные данные для решения задач по вариантам.

	Марка двигателя	ЭЭФ-факт. ммоощность двигателя, кВт Ne	Номинальная частота вращения коленчатоговала, об\мин, $n_H$	Диаметр цилиндра, мм D	Ход поршня, мм S	Степень сжатия, $\varepsilon$	Длина шатуна $L_{ш}$ (от центра порш.пальца до центра шатун.шейки), мм	Удельный эффект расхода топлива, г/кВт.ч $q_f$
11	Д-21	18,39	1800	105	120	16,5		258,4
2	Д-144	36,78	1800	105	120	16	215	252
3	Д-240	58,8	2200	110	125	16	230	258
4	Д-241	51,5	2100	110	125	16	230	251,5
5	Д-245	77,2	2200	110	125	15	230	238
6	Д-245Л	77,2	2200	110	125	15	230	238
7	А-41	66,2	1750	130	140	16,5	265	251,5
8	А-41Т	84,5	1750	130	140	16	265	250
9	А-01М	95,6	1700	130	140	16,5	265	251,5
10	СМД-60	ПО	2000	130	115	15	210	252
11	СМД-62	121,5	2100	130	115	15	210	250
12	СМД-66	125	1900	130	140	14,5	210	250
13	ЯМЗ-236	132,4	2100	130	140	16,5	265	248
14	ЯМЗ-238	176,5	2100	130	140	16,5	265	237
15	КамАЗ-	154,4	2600	120	120	17	228	224
16	ЗМЗ-24Д	69,9	4500	92	92	8,5	169	313
17	ЗМЗ-52-	55,2	2600	82	110	6,7	156	340
18	ЗМЗ-53	84,6	3200	92	80	6,7	156	333
19	ЗМЗ-66	81	3000	92	80	6,7	156	333
20	ЗИЛ-130	110,3	3200	100	95	6,5	185	326
21	ЗИЛ-	132,4	3200	108	95	6,5	185	326
22	ВАЗ-2103	56,6	5600	76	80	8,5	-	330
23	ВАЗ-	58,8	5400	79	80	8,5	-	335
24	АЗЛК-	55,2	5800	62	70	8,8	-	333
25	ВАЗ-	53	3600	82	71	9,9	-	-
26	ВАЗ-2111	56	3000	82	71	9,9	-	-
27	ВАЗ2112	68,8	3900	82	71	10,5	-	-



## Контрольная работа

Целью контрольной работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Тепловые двигатели и нагнетатели» и развитие навыков самостоятельного решения инженерных задач.

### Структура контрольной работы

1. Выбор исходных данных для расчета
2. Тепловой расчет двигателя внутреннего сгорания
3. Тепловой баланс двигателя
4. Построение индикаторной диаграммы

### Вопросы по контрольной работе

1. Классификация ДВС.
2. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.
3. Схемы, устройство и основные показатели работы ДВС.
4. Тепловой баланс двигателя.
5. Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания и его основные показатели.
6. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.

### Вопросы для подготовки к зачету.

33. Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.
34. Насосы. Назначение, классификация и области применения.
35. Вентиляторы. Назначение, классификация и области применения.
36. Компрессоры. Назначение, классификация и области применения.
37. Основные положения и определения – подача, напор, давление, мощность, КПД нагнетателя.
38. Подача, мощность и КПД вентилятора.
39. Мощность и КПД насоса.
40. Совместная работа нагнетателей на сеть.
41. Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции.
42. Перечислить основные параметры нагнетательных машин.
43. Параллельное и последовательное включение нагнетателей.
44. Эксплуатация и надежность работы нагнетателей.
45. Мощность и КПД поршневого компрессора.
46. Основные показатели и характеристики центробежных вентиляторов.
47. Подача, давление, напор и энергия, создаваемые насосом и вентилятором.
48. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача.
49. Неустойчивость работы, помпаж.
50. Характеристики насосов ТЭС. Базы данных для выбора насосных и компрессорных станций.
51. Паровые турбины. Классификация.
52. Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
53. Классификация и обозначение типов турбин.
54. Типы конструкций и принципы действия паровых турбин.
55. Стандартные параметры пара.
56. Тепловой цикл ПТУ, КПД цикла.
57. Регеративный подогрев питательной воды.
58. Особенности эксплуатации турбин. Работа турбины, расход пара, электрический КПД турбины.
59. Паровые турбины, коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент.
60. Турбопоршневые двигатели. Конструкция карбюраторного ДВС.
61. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.
62. Конструкции газовых турбин и ГТУ, области их применения.

63. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания.

33. Использование ГТУ в энергетике в качестве базовых, передвижных, пиковых и утилизационных устройств.

34. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.

43. Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.

44. Схемы, устройство и основные показатели работы ДВС.

45. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках.

46. Тепловой баланс двигателя.

47. Рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания и его основные показатели.

48. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях.

49. Детандеры. Типы, характеристики, устройство и принцип действия детандера.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
<b>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины</b> <i>(1-й этап):</i> классификация, характеристики особенности эксплуатации тепловых двигателей и нагнетателей	ОПК - 2	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<b>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины</b> <i>(2-й этап):</i> Рассчитать и проанализировать рабочие и эксплуатационные характеристики тепловых двигателей и нагнетателей.	ОПК - 2	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<b>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины</b> <i>(3-й этап):</i> Навыками анализа, теоретического и практического исследования работы действия тепловых двигателей и нагнетателей.	ОПК - 2	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
<b>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины</b> <i>(1-й этап):</i>	ПК-1	Обучающийся имеет знания только основно-	Обучающийся твердо знает материал, грамотно	Обучающийся глубоко и прочно усвоил про-

Методику сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией		го материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	граммный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<b>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап):</b> сбирать и анализировать исходные данные для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<b>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап):</b> методикой сбора и анализа исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка зна-

ний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается **зачет**.

Знания, умения, навыки и уровень сформированных компетенций обучающихся оцениваются на зачете по шкале **«зачтено»**, **«незачтено»**.

Отметка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он исчерпывающе и логически стройно его излагает; продемонстрировал уверенное владение материалом; справляется с вопросами и другими видами применения знаний; не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов; обосновывает принятое решение; владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«незачтено»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки при изложении материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>2</sup>

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	13, 15, 21, 23	№2 от 14.09.2016	<i>[Signature]</i>
2	10, 18, 24-26, 34, 35	№2 от 22.09.2017	<i>[Signature]</i>
3	13-16, 21, 23	№13 от 23.04.2018	<i>[Signature]</i>
4	21, 23	№9 от 26.06.2019	<i>[Signature]</i>
5	13, 14, 21, 23	№11 от 26.06.2020	<i>[Signature]</i>
6	21, 23	№15 от 20.11.2020	<i>[Signature]</i>
7	21, 23	№1 от 31.08.2021	<i>[Signature]</i>

[mirrored text]

[mirrored table content]

<sup>2</sup> ТТ Тепловые двигатели и нагнетатели