

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000009359



И. В. Воробьева

Проректор по образовательной
деятельности и молодежной политике

С. Л. Воробьева

20 24

Кафедра энергетики и электротехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Тепловые двигатели и нагнетатели

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Корепанов А. С., старший преподаватель, совместитель 0,5 ставки

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2024 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения 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.

Задачи дисциплины:

- 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.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Тепловые двигатели и нагнетатели» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 7 семестре.

Изучению дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» предшествует освоение дисциплин (практик):

Математика;
Физика;
Техническая термодинамика;
Электротехника и электроника.

Освоение дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Автоматизация тепловых процессов;
Технологические энергосистемы предприятий;
Проектирование систем энергообеспечения;
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях;
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- **ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Способов поиска информации

Студент должен уметь:

Применять системный подход для решения поставленной задачи

Студент должен владеть навыками:

Критического анализа и синтеза информации для поставленной задачи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Седьмой семестр
Контактная работа (всего)	52	52
Практические занятия	20	20
Лекционные занятия	20	20
Лабораторные занятия	12	12
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Виды промежуточной аттестации		
Зачет		+
Общая трудоемкость часы	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	3

Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр	Девятый семестр
Контактная работа (всего)	10	10	
Практические занятия	2	2	
Лекционные занятия	4	4	
Лабораторные занятия	4	4	
Самостоятельная работа (всего)	94	26	68
Виды промежуточной аттестации	4		4
Зачет	4		4
Общая трудоемкость часы	108	36	72
Общая трудоемкость зачетные единицы	3	1	2

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
Седьмой семестр, Всего		108	20	20	12	56
Раздел 1	Насосы, вентиляторы, компрессоры.	46	10	8	8	20
Тема 1	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.	7	2			5
Тема 2	Определение гидравлических и тяговых машин и их параметров.	9	2	2		5
Тема 3	Совместная работа нагнетателей и сетей.	11	2	4		5
Тема 4	Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции.	10	2		4	4
Тема 5	Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Тепловые насосы.	9	2	2	4	1
Раздел 2	Паровые, газовые турбины.	36	6	2	4	24
Тема 6	Паровые турбины. Осевые компрессоры.	20	2	2	4	12
Тема 7	Многоступенчатые турбины	8	2			6
Тема 8	Газовые турбины.	8	2			6
Раздел 3	Двигатели внутреннего сгорания.	26	4	10		12
Тема 9	Методика и алгоритм расчета действительных характеристик	7	2			5
Тема 10	Двигатели внутреннего сгорания.	19	2	10		7

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Классификация нагнетателей по различным признакам и конструктивным характеристикам.
Тема 2	Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения. Определение и регулирование основных параметров - подача, напор, давление, скорость потока, мощность и КПД.
Тема 3	Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Осевые насосы, вентиляторы, расчеты элементов конструкции.
Тема 4	Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Исследование работы нагнетателей в различных режимах.
Тема 5	Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим. Насосы специальных типов. Тепловые насосы. Методика расчета и выбора тепловых насосов. Исследование характеристик теплового насоса.

Тема 6	<p>Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин. Принцип действия паровых турбин. Стандарт-ные параметры пара. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках.</p> <p>Осевые компрессоры. Метод расчета основных размеров ступени компрес-сора. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора</p>
Тема 7	<p>Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент. Машины специальных типов. Расчет водоструйного насоса.</p>
Тема 8	<p>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>
Тема 9	<p>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.</p>
Тема 10	<p>Двигатели внутреннего сгорания. Ме-тодика и алгоритм расчета действи-тельных характеристик.</p> <p>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 пе-ременных режимах.</p> <p>Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.</p>

Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Всего	104	4	2	4	94
Раздел 1	Насосы, вентиляторы, компрессоры.	38	2		4	32
Тема 1	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.	8	2			6
Тема 2	Определение гидравлических и тяговых машин и их параметров.	6				6
Тема 3	Совместная работа нагнетателей и сетей.	6				6
Тема 4	Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции.	10			4	6
Тема 5	Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Тепловые насосы.	8				8

Раздел 2	Паровые, газовые турбины.	32				32
Тема 6	Паровые турбины. Осевые компрессоры.	12				12
Тема 7	Многоступенчатые турбины	10				10
Тема 8	Газовые турбины.	10				10
Раздел 3	Двигатели внутреннего сгорания.	34	2	2		30
Тема 9	Методика и алгоритм расчета действительных характеристик	12	2			10
Тема 10	Двигатели внутреннего сгорания.	22		2		20

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей. Классификация нагнетателей по различным признакам и конструктивным характеристикам.
Тема 2	Определение гидравлических и тяговых машин. Основные положения и определения. Определение и регулирование основных параметров - подача, напор, давление, скорость потока, мощность и КПД.
Тема 3	Совместная работа нагнетателей на сеть. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Осевые насосы, вентиляторы, расчеты элементов конструкции.
Тема 4	Центробежные насосы и вентиляторы. Основы теории и конструкции. Регулирование подачи. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Исследование работы нагнетателей в различных режимах.
Тема 5	Эксплуатация и надежность работы нагнетателей. Неустойчивость работы, помпаж. Кавитационный режим. Насосы специальных типов. Тепловые насосы. Методика расчета и выбора тепловых насосов. Исследование характеристик теплового насоса.
Тема 6	Паровые турбины. Классификация и обозначение типов турбин. Принцип действия паровых турбин. Стандарт-ные параметры пара. Преобразование энергии в каналах рабочих решеток. Активная и реактивная ступень, треугольники скоростей, потери энергии в рабочих решетках. Осевые компрессоры. Метод расчета основных размеров ступени компрессора. Поршневые компрессоры. Мертвое пространство. Подача. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора. Расчет основных размеров ступеней компрессора
Тема 7	Многоступенчатые турбины, ступени скорости и давления. Коэффициент возврата тепла, характеристический коэффициент. Машины специальных типов. Расчет водоструйного насоса.
Тема 8	Газовые турбины. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин, область применения. Особенности лопаточного аппарата и камер сгорания. Методика выбора насосов и вентиляторов. Подбор привода.
Тема 9	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.

Тема 10	<p>Двигатели внутреннего сгорания. Методика и алгоритм расчета действительных характеристик.</p> <p>Классификация ДВС. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.</p> <p>Методика и алгоритм термогазодинамического расчета турбодетандера.</p> <p>Особенности конструкции. Действительный цикл в дизелях, карбюраторных и газовых двигателях. Схема конструкции и методы расчета турбинной установки. Работа турбин при переменных режимах.</p> <p>Методика и алгоритм расчета действительных характеристик двигателей внутреннего сгорания. Построение нагрузочных диаграмм.</p>
---------	---

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

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам для студентов обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий»), «Землеустройство и кадастр» (квалификация бакалавр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Корепанов А. С., Соловьев А. С. - Ижевск: , 2016. - 37 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13161>

2. Тепловые двигатели и нагнетатели. Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Тепловые двигатели и нагнетатели» для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика», очной и заочной форм обучения (квалификация бакалавр, магистр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Соловьев А. С. - Ижевск: , 2014. - 39 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=13821>

3. Тепловые двигатели и нагнетатели в энергообеспечении объектов АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий»), «Землеустройство и кадастр» и «Ландшафтная архитектура» (квалификация бакалавр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Корепанов А. С. - Ижевск: , 2016. - 102 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12753&id=13162>

4. Пантелеева Л. А., Носков В. А. Тепловые двигатели и нагнетатели: Расчет насосной установки : метод. указ. к изучению курса "Тепловые двигатели и нагнетатели" и вып. расч.-граф. работы по расчету насосной установки для студ. вузов, обуч. по очной и заоч. форме обуч., по напр. "Теплоэнергетика", - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2010. - 44 с. (29 экз.)

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Седьмой семестр (56 ч.)

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (17 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (39 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

Всего часов самостоятельной работы (94 ч.)

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (6 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (28 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (36 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Тест (подготовка) (24 ч.)

Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Зачет	Раздел 1: Насосы, вентиляторы, компрессоры..
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Зачет	Раздел 2: Паровые, газовые турбины..
ПК-2 УК-1	4 курс, Седьмой семестр	Зачет	Раздел 3: Двигатели внутреннего сгорания..

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Насосы, вентиляторы, компрессоры.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Как определять основные параметры нагнетательных машин.
2. Как оценивать надежность работы нагнетателей.

3. Как оценивать основные показатели и характеристики.
4. Как разрабатывать схемы параллельного и последовательного включения нагнетателей.
5. Как осуществлять подбор оборудования по подаче, давлению, напору и энергии, создаваемым нагнетателями.
6. Как разрабатывать мероприятия по рациональному использованию нагнетателей.
7. Как анализировать качество работы нагнетателей.
8. Поршневой компрессор подает $V=2,4$ м³ 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 $V_p=5$ м³, температура воздуха $t=20^\circ\text{C}$.
9. 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.
10. 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 $V_1=0,1$ м³/с, а конечное давление $p_2=0,7$ МПа. Определить также расход охлаждающей воды, если температура её повышается в рубашке компрессора на $\Delta t=20^\circ\text{C}$.
11. 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 $V=0,15$ м³/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 $\Delta t=20^\circ\text{C}$.

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Назначение и области применения тепловых двигателей и нагнетателей.
2. Насосы. Назначение, классификация и области применения.
3. Вентильеры. 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 вентильера, насоса .
7. Подача, мощность и КПД компрессора.

Раздел 2: Паровые, газовые турбины.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Как выбирать параметры ДВС.
2. Как обеспечивать эффективную работу и эксплуатацию ДВС.
3. Конструкции, порядок расчета и особенности эксплуатации ДВС.
4. Как рассчитать параметры ДВС.
5. Как составить схемы управления при использовании ДВС.

6. Тепловой расчет автомобильного карбюраторного двигателя. Исходные данные для решения задач по вариантам.

7. Расчет автомобильного карбюраторного двигателя. Исходные данные для решения задач по вариантам.

8. Тепловой расчет дизеля СМД-66. Исходные данные для решения задач по вариантам.

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Назначение и конструкции газовых турбин.

2. Назначение, основные процессы 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.

Раздел 3: Двигатели внутреннего сгорания.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Как выбирать параметры ДВС.

2. Как обеспечивать эффективную работу и эксплуатацию ДВС.

3. Конструкции, порядок расчета и особенности эксплуатации ДВС.

4. Как рассчитать параметры ДВС.

5. Как составить схемы управления при использовании ДВС.

6. Тепловой расчет автомобильного карбюраторного двигателя. Исходные данные для решения задач по вариантам.

7. Как анализировать качество работы нагнетателей. Исходные данные для решения задач по вариантам.

8. Расчет автомобильного карбюраторного двигателя. Исходные данные для решения задач по вариантам.

9. Тепловой расчет дизеля СМД-66. Исходные данные для решения задач по вариантам.

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

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. Назначение, основные процессы и конструкции газовых турбин.

6. Классификация ДВС.

7. Устройство и принцип работы 2-х и 4-х тактного ДВС.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Седьмой семестр (Зачет, ПК-2, УК-1)

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. Поршневой компрессор подает $V=2,4$ м³ 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 $V_p=5$ м³, температура воздуха $t=20^\circ\text{C}$.
18. 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.
19. 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 $V_1=0,1$ м³/с, а конечное давление $p_2=0,7$ МПа. Определить также расход охлаждающей воды, если температура её повышается в рубашке компрессора на $\Delta t=20^\circ\text{C}$.
20. 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 $h_c=250$ 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.
21. 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⁻¹. Определить теоретическую мощность, ход поршня и диаметр цилиндра, а также расход охлаждающей воды через рубашку, если температура воды повышается на $\Delta t=150^\circ\text{C}$.
22. В турбине смесь, состоящая из двух газов H_2 и 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 $\epsilon=v_1/v_2=5$, а расход воздуха $G=20$ кг/мин. Теплоёмкость воздуха принять $C_v=f(t)=\text{const}$.

23. В качестве исходных данных для теплового расчета двигателя задаются следующие условия. Тип двигателя: автомобильный, карбюраторный, четырехтактный, восьмицилиндровый, V-образный.

Номинальная мощность двигателя ; номинальная частота вращения ; степень сжатия ; коэффициент тактности ; коэффициент избытка воздуха .

Топливо – бензин АИ-93 (ГОСТ 2084-77); низшая удельная теплота сгорания топлива ; средний элементный состав и молекулярная масса: ; ; .

24. Работа в системе нагнетатель - сеть

25. Энергосбережения в системе водоснабжения

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

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма 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. - 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 окончанию изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Тепловые двигатели и нагнетатели в энергообеспечении объектов АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий»), «Землеустройство и кадастр» и «Ландшафтная архитектура» (квалификация бакалавр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Корепанов А. С. - Ижевск: , 2016. - 102 с. - Режим доступа:

<http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12753&id=13162>

2. Тепловые двигатели и нагнетатели. Тепловой расчет двигателей внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Тепловые двигатели и нагнетатели» для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика», очной и заочной форм обучения (квалификация бакалавр, магистр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Соловьев А. С. - Ижевск: , 2014. - 39 с. - Режим доступа:

<http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=13821>

3. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам для студентов обучающихся по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Энергообеспечение предприятий»), «Землеустройство и кадастр» (квалификация бакалавр), сост. Ниязов А. М., Долговых О. Г., Корепанов А. С., Соловьев А. С. - Ижевск: , 2016. - 37 с. - Режим доступа:

<http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13161>

4. Ленивец Г. А., Володько О. С. Двигатели внутреннего сгорания [Электронный ресурс]: методические указания для выполнения курсовой работы, - Самара: РИЦ СГСХА, 2012. - 76 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/224310/info>

5. Электротехнологические установки и процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация бакалавр), сост. Ниязов А. М., Лекомцев П. Л. - Ижевск: , 2016. - 65 с. - Режим доступа:

<http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13164>

6. Беззубцева М. М. Электротехнологии и электротехнологические установки в АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие для магистров по направлению "Агроинженерия", - Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. - 244 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/258992/info>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. <https://www.studentlibrary.ru> - ЭБС "Консультант студента"
2. <http://elib.udsau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ
3. <http://portal.udsau.ru> - Интернет-портал Удмуртского ГАУ
4. <http://docs.cntd.ru/> - Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
5. <http://ebs.rgazu.ru> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) ФГБОУ ВО РГАЗУ "AgriLib"
6. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28060 - Академия энергетики Издательский Дом "Президент-Нева"
7. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9296 - «Энергия: экономика, техника, экология».
8. <https://www.vestnik-vsuet.ru/vguit> - Вестник воронежского государственного университета инженерных технологий
9. <http://minenergo.gov.ru/> - Сайт Министерство энергетики Российской Федерации
10. <http://energoserber18.ru> - АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики»
11. http://elibrary.ru/title_about.asp?id=50617 - «Альтернативная энергетика»
12. <http://portal-energo.ru/> - Портал "Энергоэффективность и энергосбережение"
13. <http://www.cogeneration.com.ua/htm/part1.htm> - Учебник по двигателям внутреннего сгорания
14. <http://www.eprussia.ru/> - Сайт газеты «Энергетика и промышленность России»
15. <http://zhane.ru/> - Правовые аспекты энергоснабжения - Информационно-аналитический портал

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. 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 получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями

дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.

	<p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
<p>Лабораторные занятия</p>	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p>

	<p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проработать конспект лекций;

- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. 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.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Стенд тепловым насосом. Стенд с водяным насосом. Тепловентиляционная установка. Компрессорная установка.
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.