

**Владимирский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«ВЕРХНЕВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОБИОТЕХНОЛО-
ГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДЕНА
проректор по образовательной дея-
тельности и воспитательной работе
_____ А.Л.Тарасов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Теплотехника»

Направление подготовки / специальность	35.03.06 Агроинженерия
Направленность(и) (профиль(и))	Технические системы в агробизнесе
Уровень образовательной программы	Бакалавриат
Форма(ы) обучения	Очная, очно-заочная, заочная
Трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	4
Трудоемкость дисциплины, час.	144

Иваново 2024

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование совокупности знаний о решении с инженерной точки зрения проблем по рациональному использованию энергии, экономии теплоты и топлива, а также по эффективному использованию теплотехнического оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса.

Дисциплина имеет теоретико-ориентированную направленность, обеспечивающую получение студентами знаний, умений и личностных качеств, необходимых в производственно-технологической деятельности при разработке, совершенствовании, реализации и эксплуатации теплотехнического оборудования на предприятиях агропромышленного комплекса.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с учебным планом дисциплина относится к	обязательной части
Статус дисциплины	обязательная
Обеспечивающие (предшествующие) дисциплины, практики	математика; физика; химия; инженерная графика; компьютерная графика; материаловедение и технология конструкционных материалов
Обеспечиваемые (последующие) дисциплины, практики	машины и оборудование в животноводстве; топливо и смазочные материалы; теория ДВС, теория трактора и автомобиля; энергетические средства в сельскохозяйственном производстве; технические системы в растениеводстве (для направленности «Технические системы в агробизнесе»); эффективность технических систем в растениеводстве (для направленности «Технический сервис в АПК»);

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ХАРАКТЕРИСТИКА ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ)

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Номер(а) раздела(ов) дисциплины (модуля), отвечающего(их) за формирование данного(ых) индикатора(ов) достижения компетенции
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1 _{УК-2} Формирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2 _{УК-2} Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3 _{УК-2} Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4 _{УК-2} Публично представляет результаты решения конкретной задачи	1-4

ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 _{ОПК-1} . Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-1} . Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии. ИД-3 _{ОПК-1} . Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии. ИД-4 _{ОПК-1} . Пользуется специальными программами и базами данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве	1-4
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} . Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-5} . Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии	1-4

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Содержание дисциплины

4.1.1. Очная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
Раздел 1. Техническая термодинамика							
1.1	<u>Основные понятия и определения</u> Параметры состояния рабочего тела Газовые смеси Теплоемкость газов	2	2		4	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.2	Термодинамический процесс Круговой процесс Первый закон термодинамики. Энтальпия Второй закон термодинамики. Энтропия	2	2		4	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.3	<u>Основные термодинамические процессы</u> Изохорный процесс Изобарный процесс Изотермический процесс Адиабатный процесс Полиτροпный процесс	2	2		4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.4	<u>Круговые процессы (циклы)</u> Цикл Карно Обратный цикл Карно Эквивалентный цикл Карно Обобщенный (регенеративный) цикл Карно	2	2		4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.5	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) Цикл газотурбинной установки (ГТУ)	2	2		4	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.6	Цикл идеального компрессора	2		2	4	Э, УО,	Разбор конкретной ситуации

	Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки Принцип работы теплового насоса					КЛ, ВЛР	ции
1.7	<u>Пар</u> Основные понятия и определения. Физическое состояние вещества Процесс парообразования в $p-v$ -координатах Процесс парообразования в Ts -координатах Диаграмма водяного пара в $i-s$ -координатах	2	2		4	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.8	Цикл Ренкина паросиловой установки Цикл паровой компрессорной холодильной установки Цикл абсорбционной холодильной установки	2		2	4	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.9	<u>Влажный воздух</u> Общие понятия и определения Характеристики влажного воздуха Параметры влажного воздуха Тепловлажностные характеристики $i-d$ -диаграмма влажного воздуха	2	2		4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.10	<u>Термодинамика потока газов и паров</u> Уравнение первого закона термодинамики потока Истечение газов и паров Дросселирование газов и паров	2		2	4	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
Раздел 2. Основы теплопередачи							
2.1	<u>Основы теории теплообмена</u> Основные понятия и определения Способы распространения теплоты Теплопроводность Конвективный теплообмен Лучистый теплообмен	2		4	4	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
2.2	<u>Теплопередача</u> Теплопередача через ограждающие конструкции зданий Теплообменные аппараты	2		4	4	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве							
3.1	<u>Котельные установки</u> Топливо, его виды и характеристики Горение топлива	2			4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.2	Котлы и котельные установки Тепловой баланс котельного агрегата Вспомогательное оборудование, системы и устройства котельных установок	2	2		4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.3	<u>Отопление</u> Мощность (производительность) систем отопления Общие сведения о системах отопления Отопительные (нагревательные) приборы Системы водяного отопления Воздушное отопление	2		2	4	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
3.4	<u>Вентиляция и кондиционирование воздуха</u> Классификация видов и систем вентиляции Расчет воздухообмена Расчет вентиляционных сетей	2	2		4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.5	<u>Сушка и хранение сельскохозяйственной продукции</u> Способы сушки Расход тепла на сушку сельхозпродукции Хранение сельхозпродукции <u>Охрана окружающей среды</u>	2		2	4	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
3.6	<u>Энергосбережение</u>	2			4	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
Итого		36	18	18	72		

4.1.2. Очно-заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
Раздел 1. Техническая термодинамика							
1.1	<u>Основные понятия и определения</u> Параметры состояния рабочего тела Газовые смеси Теплоемкость газов	0,5	1		6	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.2	Термодинамический процесс Круговой процесс Первый закон термодинамики. Энтальпия Второй закон термодинамики. Энтропия	0,5	1		6	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.3	<u>Основные термодинамические процессы</u> Изохорный процесс Изобарный процесс Изотермический процесс Адиабатный процесс Политропный процесс	1,0	1		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.4	<u>Круговые процессы (циклы)</u> Цикл Карно Обратный цикл Карно Эквивалентный цикл Карно Обобщенный (регенеративный) цикл Карно	0,5	1		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.5	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) Цикл газотурбинной установки (ГТУ)	0,5	2		6	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.6	Цикл идеального компрессора Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки Принцип работы теплового насоса	1		2	6	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
1.7	<u>Пар</u> Основные понятия и определения. Физическое состояние вещества Процесс парообразования в pV -координатах Процесс парообразования в Ts -координатах Диаграмма водяного пара в is -координатах	0,5	1		6	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.8	Цикл Ренкина паросиловой установки Цикл паровой компрессорной холодильной установки Цикл абсорбционной холодильной установки	0,5		2	6	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.9	<u>Влажный воздух</u> Общие понятия и определения Характеристики влажного воздуха Параметры влажного воздуха Тепловлажностные характеристики id -диаграмма влажного воздуха	1	1		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.10	<u>Термодинамика потока газов и паров</u> Уравнение первого закона термодинамики потока Истечение газов и паров Дросселирование газов и паров	0,5		2	6	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
Раздел 2. Основы теплопередачи							
2.1	<u>Основы теории теплообмена</u> Основные понятия и определения Способы распространения теплоты Теплопроводность Конвективный теплообмен Лучистый теплообмен	1		2	6	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации

2.2	<u>Теплопередача</u> Теплопередача через ограждающие конструкции зданий Теплообменные аппараты	1		2	6	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве							
3.1	<u>Котельные установки</u> Топливо, его виды и характеристики Горение топлива	0,5	1		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.2	Котлы и котельные установки Тепловой баланс котельного агрегата Вспомогательное оборудование, системы и устройства котельных установок	0,5	1		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.3	<u>Отопление</u> Мощность (производительность) систем отопления Общие сведения о системах отопления Отопительные (нагревательные) приборы Системы водяного отопления Воздушное отопление	0,5		1	6	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
3.4	<u>Вентиляция и кондиционирование воздуха</u> Классификация видов и систем вентиляции Расчет воздухообмена Расчет вентиляционных сетей	0,5	2		6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.5	<u>Сушка и хранение сельскохозяйственной продукции</u> Способы сушки Расход тепла на сушку сельхозпродукции Хранение сельхозпродукции Охрана окружающей среды	0,5		1	6	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
3.6	<u>Энергосбережение</u>	1			6	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
Итого		12	12	12	108		

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВЛР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

4.1.3. Заочная форма:

№ п/п	Темы занятий	Виды учебных занятий и трудоемкость, час.				Контроль знаний	Применяемые активные и интерактивные технологии обучения
		лекции	практические (семинарские)	лабораторные	самостоятельная работа		
Раздел 1. Техническая термодинамика							
1.1	<u>Основные понятия и определения</u> Параметры состояния рабочего тела Газовые смеси Теплоемкость газов	0,25	0,5		7	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.2	Термодинамический процесс Круговой процесс Первый закон термодинамики. Энтальпия Второй закон термодинамики. Энтропия	0,25	0,5		7	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.3	<u>Основные термодинамические процессы</u> Изохорный процесс Изобарный процесс Изотермический процесс Адиабатный процесс Политропный процесс	0,5	0,5		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.4	<u>Круговые процессы (циклы)</u> Цикл Карно Обратный цикл Карно Эквивалентный цикл Карно Обобщенный (регенеративный) цикл Карно	0,25	0,5		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации

1.5	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) Цикл газотурбинной установки (ГТУ)	0,25	0,5		7	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.6	Цикл идеального компрессора Цикл воздушно-компрессорной холодильной установки Принцип работы теплового насоса	0,5		1	7	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
1.7	Пар Основные понятия и определения. Физическое состояние вещества Процесс парообразования в $p-v$ -координатах Процесс парообразования в Ts -координатах Диаграмма водяного пара в is -координатах	0,25	0,5		7	Э, УО, КЛ, КР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.8	Цикл Ренкина паросиловой установки Цикл паровой компрессорной холодильной установки Цикл абсорбционной холодильной установки	0,25		1	7	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
1.9	<u>Влажный воздух</u> Общие понятия и определения Характеристики влажного воздуха Параметры влажного воздуха Тепловлажностные характеристики id -диаграмма влажного воздуха	0,5	0,25		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
1.10	<u>Термодинамика потока газов и паров</u> Уравнение первого закона термодинамики потока Истечение газов и паров Дросселирование газов и паров	0,25		1	7	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
Раздел 2. Основы теплопередачи							
2.1	<u>Основы теории теплообмена</u> Основные понятия и определения Способы распространения теплоты Теплопроводность Конвективный теплообмен Лучистый теплообмен	0,5		1	7	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
2.2	<u>Теплопередача</u> Теплопередача через ограждающие конструкции зданий Теплообменные аппараты	0,5		1	7	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
Раздел 3. Применение теплоты в сельском хозяйстве							
3.1	<u>Котельные установки</u> Топливо, его виды и характеристики Горение топлива	0,25	0,25		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.2	Котлы и котельные установки Тепловой баланс котельного агрегата Вспомогательное оборудование, системы и устройства котельных установок	0,25	0,25		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.3	<u>Отопление</u> Мощность (производительность) систем отопления Общие сведения о системах отопления Отопительные (нагревательные) приборы Системы водяного отопления Воздушное отопление	0,25		1	7	Э, УО, КЛ, ВЛР	Разбор конкретной ситуации
3.4	<u>Вентиляция и кондиционирование воздуха</u> Классификация видов и систем вентиляции Расчет воздухообмена Расчет вентиляционных сетей	0,25	0,25		7	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
3.5	<u>Сушка и хранение сельскохозяйственной продукции</u> Способы сушки Расход тепла на сушку сельхозпродукции Хранение сельхозпродукции Охрана окружающей среды	0,25		1	7	Э, УО, КЛ, КР, ВЛР	Разбор конкретной ситуации, выполнение расчетно-графической работы по индивидуальным заданиям
3.6	<u>Энергосбережение</u>	0,5			9	Э, УО, КЛ	Разбор конкретной ситуации
Итого		6	4	6	128		

4.2. Распределение часов дисциплины (модуля) по видам работы и форма контроля*

* Э – экзамен, З – зачет, ЗаО – зачет с оценкой, КП – курсовой проект, КР – курсовая работа, К – контрольная работа.

4.2.1. Очная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.
Лекции				36						
Лабораторные				18						
Практические				18						
Итого контактной работы				72						
Самостоятельная работа				72						
Форма контроля				Э						

4.2.2. Очно-заочная форма:

Вид занятий	1 курс		2 курс		3 курс		4 курс		5 курс	
	1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.
Лекции					12					
Лабораторные					12					
Практические					12					
Итого контактной работы					36					
Самостоятельная работа					108					
Форма контроля					Э					

4.2.3. Заочная форма:

Вид занятий	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс	6 курс
Лекции			6			
Лабораторные			6			
Практические			4			
Итого контактной работы			16			
Самостоятельная работа			128			
Форма контроля			Э, К			

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Организация самостоятельной работы студентов основана на ПВД-12 «О самостоятельной работе обучающихся».

Формами внеаудиторной самостоятельной работы студентов являются:

- работа с основной и дополнительной литературой, источниками периодической печати, представленных в базах данных, в том числе и электронных, и библиотечных фондах образовательного учреждения;

- самостоятельное изучение лекционного материала, основной и дополнительной литературы (составление плана текста; графическое изображение структуры текста; конспектирование текста; выписки из текста; работа со словарями и справочниками; ознакомление с нормативными документами; аналитическая обработка текста);

- подготовка выступлений, сообщений, рефератов, докладов, презентаций;

- подготовка к контрольным работам, лабораторным занятиям, семинарским занятиям, промежуточной аттестации;

- выполнение тестовых заданий, заполнение рабочих тетрадей, решение ситуационных производственных (профессиональных) задач;

- выполнение индивидуальных заданий (расчетно-графических работ).

При самостоятельной работе (СР) студенты используют учебно-методическое обеспечение:

- учебно-методические пособия (для самостоятельного изучения разделов, тем учебной дисциплины);
- рабочую программу по учебной дисциплине;
- рабочую тетрадь;
- методические указания к выполнению индивидуальных заданий;
- методические рекомендации и указания к выполнению курсовой работы;
- видеоматериалы.

5.1. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

5.1.1 Очная форма обучения

- Темы индивидуальных заданий:

- Техническая термодинамика.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Компрессорные установки.
- Расчеты процессов горения.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Тепловые сети.
- Энергосбережение.

– Темы, выносимые на самостоятельную работу:

- Общие сведения по теплотехнике, как разделе общинженерных дисциплин.
- Техническая термодинамика.
- Основные понятия и определения теории теплообмена.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Теплопередача
- Теплообменные аппараты и основы их расчета.
- Основы массообмена.
- Теплопередача в технологических процессах металлообработки.
- Теплопередача в узлах трения.
- Компрессорные установки.
- Топливо.
- Расчеты процессов горения.
- Котельные установки.
- Нагреватели воды и воздуха.
- Тепловые электростанции.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Микроклимат помещений.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.

- Обогрев сооружений защищенного грунта.
- Технологические основы хранения продукции растениеводства.
- Применение холода в сельском хозяйстве.
- Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве.
- Тепловые сети.
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Вторичные энергоресурсы.
- Энергосбережение.

– Темы курсовых проектов/работ:

- Не планируется.

5.1.2 Очно-заочная форма обучения

- Темы индивидуальных заданий:

- Техническая термодинамика.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Компрессорные установки.
- Расчеты процессов горения.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Тепловые сети.
- Энергосбережение.

– Темы, выносимые на самостоятельную работу:

- Общие сведения по теплотехнике, как разделе общинженерных дисциплин.
- Техническая термодинамика.
- Основные понятия и определения теории теплообмена.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Теплопередача
- Теплообменные аппараты и основы их расчета.
- Основы массообмена.
- Теплопередача в технологических процессах металлообработки.
- Теплопередача в узлах трения.
- Компрессорные установки.
- Топливо.
- Расчеты процессов горения.
- Котельные установки.
- Нагреватели воды и воздуха.
- Тепловые электростанции.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Микроклимат помещений.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Обогрев сооружений защищенного грунта.

- Технологические основы хранения продукции растениеводства.
- Применение холода в сельском хозяйстве.
- Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве.
- Тепловые сети.
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Вторичные энергоресурсы.
- Энергосбережение.

– Темы курсовых проектов/работ:

- Не планируется.

5.1.3 Заочная форма обучения

- Темы индивидуальных заданий:

- Техническая термодинамика.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Компрессорные установки.
- Расчеты процессов горения.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Тепловые сети.
- Энергосбережение.

– Темы, выносимые на самостоятельную работу:

- Общие сведения по теплотехнике, как разделе общинженерных дисциплин.
- Техническая термодинамика.
- Основные понятия и определения теории теплообмена.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Теплопередача
- Теплообменные аппараты и основы их расчета.
- Основы массообмена.
- Теплопередача в технологических процессах металлообработки.
- Теплопередача в узлах трения.
- Компрессорные установки.
- Топливо.
- Расчеты процессов горения.
- Котельные установки.
- Нагреватели воды и воздуха.
- Тепловые электростанции.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Микроклимат помещений.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Обогрев сооружений защищенного грунта.
- Технологические основы хранения продукции растениеводства.

- Применение холода в сельском хозяйстве.
- Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве.
- Тепловые сети.
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Вторичные энергоресурсы.
- Энергосбережение.

– Темы курсовых проектов/работ:

- Не планируется.

5.2. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- устный опрос;
- проверка отчетов по лабораторным работам;
- собеседование по лабораторным работам.

5.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- основную и дополнительную литературу (см. п.п. 6.1-6.2);
- методические указания и рекомендации кафедры (см. п.п. 6.4);
- интернет-ресурсы (см. п.п. 6.3).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

- 1) Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника: Учебное пособие. – С-Пб.: Издательство «Лань», 2010 – 208с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература) – **56 экз.**
- 2) Круглов, Г. А. Теплотехника / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 208 с. – ISBN 978-5-507-45269-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/263066>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 3) Круглов, Г. А. Теплотехника. Практический курс : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 192 с. – ISBN 978-5-507-44821-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/247577>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
- 4) Теплотехника : учебное пособие / составитель М. А. Трофимов. – пос. Караваяево : КГСХА, 2021. – 152 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/252218>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

- 1) Теплотехника: Учеб. для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.; Под ред. В.Н. Луканина. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2002. - 671 с. : ил. – **150 экз.**
- 2) Проектирование систем теплоснабжения сельского хозяйства: Учебник для студентов вузов по агроинженерным специальностям / Р.А. Амерханов, Б.Х. Драганов; Под ред. д-ра техн. наук, проф. Б.Х. Драганова. – Краснодар, 2001. – 200 с.: ил. – **50 экз.**

6.3. Ресурсы сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

- 1) Научная электронная библиотека e-library.ru / <http://e-library.ru>.

- 2) ЭБС издательства «ЛАНЬ» / <https://e.lanbook.com>.
- 3) Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека / <http://window.edu.ru>

6.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

- 1) Методические указания: Грек Ф.З. Лабораторные работы по теплотехнике – Иваново, 1984 – 62 с.
- 2) Методические указания: Грек Ф.З. Лабораторные работы по теплотехнике – Иваново, 1985 – 25 с.
- 3) Учебное пособие: Кокурина Н.Б. Термодинамика двигателей внутреннего сгорания – Иваново: ФГОУ ВПО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.К. Беляева, 2006 – 64 с.
- 4) Методические указания к выполнению лабораторных работ: Кокурина Н.Б. Определение коэффициента теплопроводности изоляционных материалов - Иваново: ФГОУ ВПО «Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.К. Беляева, 2015 - 12 с.

6.5. Информационные справочные системы, используемые для освоения дисциплины (при необходимости)

- 1) ЭБС «Консультант студента» / www.studentlibrary.ru
- 2) Информационно-правовой портал «Консультант» / <http://www.consultant.ru>.

6.6. Программное обеспечение, используемое для освоения дисциплины (модуля) (при необходимости)

- 1) Операционная система типа Windows.
- 2) Интернет-браузеры.
- 3) Microsoft Office, Open Office.

6.7. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

- 1) LMS Moodle

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование специальных помещений* и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных, семинарских, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, а также техническими средствами обучения (переносным мультимедийным проектором, портативным компьютером типа «Ноутбук», переносным раздвижным экраном), служащими для представления учебной информации
2.	Помещение для самостоятельной работы	укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Приложение № 1
к рабочей программе по дисциплине «Теплотехника»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Теплотехника»

1. Перечень компетенций, формируемых на данном этапе

1.1. Очная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1 _{УК-2} Формирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2 _{УК-2} Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3 _{УК-2} Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4 _{УК-2} Публично представляет результаты решения конкретной задачи	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 _{ОПК-1} . Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-1} . Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии. ИД-3 _{ОПК-1} . Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии. ИД-4 _{ОПК-1} . Пользуется специальными программами и базами данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} . Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-5} . Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВПР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

1.2. Очно-заочная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля*	Оценочные средства
1	2	3	4
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1 _{УК-2} Формирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2 _{УК-2} Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3 _{УК-2} Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4 _{УК-2} Публично представляет результаты решения конкретной задачи	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 _{ОПК-1} . Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-1} . Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии. ИД-3 _{ОПК-1} . Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии. ИД-4 _{ОПК-1} . Пользуется специальными программами и базами данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} . Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-5} . Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторной работе, вопросы и задачи к экзамену

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВПР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

1.3. Заочная форма:

Шифр и наименование компетенции	Индикатор(ы) достижения компетенции / планируемые результаты обучения	Форма контроля	Оценочные средства
1	2	3	4
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1 _{УК-2} Формирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. ИД-2 _{УК-2} Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. ИД-3 _{УК-2} Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время. ИД-4 _{УК-2} Публично представляет результаты решения конкретной задачи	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторным работам, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 _{ОПК-1} . Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-1} . Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии. ИД-3 _{ОПК-1} . Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области агроинженерии. ИД-4 _{ОПК-1} . Пользуется специальными программами и базами данных при разработке технологий и средств механизации в сельском хозяйстве	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторным работам, вопросы и задачи к экзамену
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 _{ОПК-5} . Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области агроинженерии. ИД-2 _{ОПК-5} . Использует классические и современные методы исследования в агроинженерии	УО, КР, ВЛР, Э	Вопросы к устному опросу; задачи к контрольной работе; вопросы к лабораторным работам, вопросы и задачи к экзамену

* Указывается форма контроля. Например: УО – устный опрос, КЛ – конспект лекции, КР – контрольная работа, ВЛР – выполнение лабораторной работы, ВЛР – выполнение практической работы, К – коллоквиум, Т – тестирование, Р – реферат, Д – доклад, ЗКР – защита курсовой работы, ЗКП – защита курсового проекта, Э – экзамен, З – зачет.

2. Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на данном этапе их формирования

Показатели	Критерии оценивания*			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенций	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

* Преподаватель вправе изменить критерии оценивания в соответствии с ФГОС ВО и особенностями ОПОП.

3. Оценочные средства

По нижеприведенной схеме приводятся типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций на данном этапе (см. таблицу 1).

3.1. Устный опрос

3.1. Вопросы к устному опросу

- Общие сведения по теплотехнике, как разделе общепрофессиональных дисциплин.
- Техническая термодинамика.

- Основные понятия и определения теории теплообмена.
- Теплопроводность.
- Конвективный теплообмен.
- Теплообмен излучением.
- Теплопередача
- Теплообменные аппараты и основы их расчета.
- Основы массообмена.
- Теплопередача в технологических процессах металлообработки.
- Теплопередача в узлах трения.
- Компрессорные установки.
- Топливо.
- Расчеты процессов горения.
- Котельные установки.
- Нагреватели воды и воздуха.
- Тепловые электростанции.
- Двигатели внутреннего сгорания.
- Микроклимат помещений.
- Вентиляция и кондиционирование воздуха в помещениях зданий и сооружений.
- Отопление зданий и помещений.
- Отопление и вентиляция животноводческих и птицеводческих помещений.
- Сушка сельскохозяйственных продуктов.
- Обогрев сооружений защищенного грунта.
- Технологические основы хранения продукции растениеводства.
- Применение холода в сельском хозяйстве.
- Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве.
- Тепловые сети.
- Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Вторичные энергоресурсы.
- Энергосбережение.

3.1.2. Методические материалы

Критерии оценки ответов на вопросы для устного опроса:

«5» ставится в следующих случаях:

- полно раскрыто содержание материала в объеме, предусмотренном программой;
- материал изложен грамотным языком в определенной логической последовательности; точно использована терминология;
- продемонстрировано умение наглядно демонстрировать теоретические положения конкретными примерами и применять их в конкретной ситуации;
- самостоятельные ответы без наводящих вопросов преподавателя.

«4» ставится в следующих случаях:

- ответ в основном удовлетворяет требованиям на оценку «5», но при этом имеется один из следующих недостатков:
 - в ответе допущены небольшие пробелы, не искажившие сути изложенного;
 - допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, сразу же исправленные по замечанию преподавателя;
 - допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, легко исправленные по замечанию преподавателя.

«3» ставится в следующих случаях:

- при знании теоретического материала обнаружена недостаточная сформированность основных умений и навыков;
- в неполной мере или непоследовательно раскрыто основное содержание материала, но продемонстрировано общее понимание вопроса и показаны умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала, определенные требованиями к подготовке обучающихся;

- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя;
- обучающийся не справился с применением теоретических знаний в конкретной ситуации.

«2» ставится в следующих случаях:

- обнаружено незнание и непонимание изучаемого учебного материала;
- не раскрыто полностью основное содержание учебного материала;
- допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросах преподавателя.
- обучающийся не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

3.2. Контрольная работа

3.2.1. Задачи к контрольной работе

ЗАДАЧА №1

В процессе изменения состояния 1 кг газа внутренняя энергия его увеличивается на ΔU . При этом над газом совершается работа, равная l . Начальная температура газа t_1 , конечное давление p_2 .

Определить для заданного газа показатель политропы n , начальные и конечные параметры, изменение энтропии Δs и изменение энтальпии Δh . Представить процесс в $p-v$ и $T-s$ -диаграммах. Изобразить также (без расчета) изобарный, изохорный, изотермический и адиабатный процессы, проходящие через ту же начальную точку, и дать их сравнительный анализ.

Условия к задаче №1

ΔU , кДж/кг	l , кДж/кг	t_1 , °С	p_2 , МПа

ЗАДАЧА №2

Определить параметры рабочего тела в характерных точках идеального цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания с изохорно-изобарным подводом теплоты (смешанный цикл), если известны давление p_1 и температура t_1 рабочего тела в начале сжатия. Степень сжатия ε , степень повышения давления λ , степень предварительного расширения ρ заданы.

Определить работу, получаемую от цикла, его термический КПД и изменение энтропии отдельных процессов цикла. За рабочее тело принять воздух, считая теплоемкость его в расчетном интервале температуры постоянной.

Построить на «миллиметровке» или в графическом редакторе «Компас» в масштабе этот цикл в $p-v$ и $T-s$ -диаграммах. Дать к полученным графикам соответствующие пояснения.

Условия к задаче №2

p_1 , МПа	t_1 , °С	$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2}$	$\rho = \frac{V_4}{V_3}$	$\lambda = \frac{p_3}{p_2}$

ЗАДАЧА №3

Показать сравнительным расчетом целесообразность применения пара высоких начальных параметров и низкого конечного давления на примере паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, определив располагаемый теплоперепад, термический КПД цикла и удельный расход пара для двух различных значений начальных и конечных параметров пара. Указать конечное значение степени сухости x_2 (при давлении p_2). Изобразить схему простейшей паросиловой установки и дать краткое описание ее работы. Представить цикл Рен-

кина в диаграммах $h-s$ и $T-s$. Задачу решать с помощью $h-s$ -диаграммы. Представить графическое решение задачи в $h-s$ -диаграмме.

Условия к задаче №3

p_1 , МПа	t_n , °С	p_2 , МПа	x_2

ЗАДАЧА №4

Определить потери за 1 час с 1 м длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если известны наружный диаметр d трубы, температура стенки трубы t_{cm} и температура воздуха $t_в$ в помещении.

Условия к задаче №4

d , мм	t_{cm} , °С	$t_в$, °С

ЗАДАЧА №5

Определить площадь поверхности нагрева газовойводяного рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме. Греющий теплоноситель – дымовые газы с начальной температурой t_2' и конечной – t_2'' . Расход воды через теплообменник – $G_в$, начальная температура воды – $t_в'$, конечная – $t_в''$. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке трубы – $\alpha_г$ и от стенки трубы к воде – $\alpha_в$. Теплообменник выполнен из стальных труб с наружным диаметром $d = 50$ мм и толщиной стенки $\delta = 4$ мм. Коэффициент теплопроводности стали $\lambda = 62$ Вт/(м·К). Стенки считать чистыми с обеих сторон.

Условия к задаче №5

t_2' , °С	t_2'' , °С	$G_в$, т/ч	$t_в'$, °С	$t_в''$, °С	$\alpha_г$, Вт/(м ² ·К)	$\alpha_в$, Вт/(м ² ·К)

3.2.2 Методические материалы:

Контрольная работа проводится письменно. Исходные данные берутся по последним цифрам зачетной книжки.

Критерии оценки вопросов контрольной работы:

«Зачтено» ставится в следующих случаях:

- достаточно полно раскрыто содержание материала в объеме, предусмотренном программой;

- допущены небольшие пробелы, не искажившие сути изложенного, один – два недочета при освещении основного содержания ответа.

«Не зачтено» ставится в следующих случаях:

- обнаружено незнание и непонимание изучаемого учебного материала;

- не раскрыто полностью основное содержание учебного материала;

- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

3.3. Вопросы к лабораторным работам

3.3.1. Вопросы

- Объяснить принцип действия термометров расширения, манометрических термометров, термоэлектрических пирометров, биметаллических термометров и термометров сопротивления.

- Какими показателями характеризуется качество измерительных приборов?

- В чем заключается разница между абсолютной и относительной погрешностями?

- Указать классы точности приборов, применяемых при лабораторных исследованиях.

- Рассказать принцип работы уравновешивающего моста.

- Почему при построении градировочной линии рабочие длины шкал абсцисс и ординат должны быть одинаковыми?
- Что называется теплопроводностью?
- Почему распространяется теплота в теле?
- Что называется температурным полем?
- Что называется коэффициентом теплопроводности?
- От чего зависит коэффициент теплопроводности?
- В чем заключается способ определения коэффициента теплопроводности методом цилиндрического слоя?
- Что называют тепловым потоком?
- Какая поверхность называется изотермической?
- Что называется удельной теплотой парообразования?
- В чем различие влажного насыщенного, сухого насыщенного и перегретого пара?
- Назовите составляющие удельной теплоты парообразования.
- Привести примеры использования удельной теплоты парообразования в расчетах.
- Как определить удельную теплоту парообразования опытным путем?
- Что называется теплотой перегретого пара?

3.3.2 Методические материалы:

Лабораторная работа проводится согласно календарному плану. Обучающимся выдается задание и контролируется ход выполнения работы. По окончании лабораторной работы, обучающийся должен представить к проверке свою рабочую тетрадь, содержащую отчет о проделанной работе. В ходе проверки преподаватель задаёт вопросы по данной теме. Работа считается зачтенной, в случае полного выполнения заданий и ответа обучающимся на заданные вопросы.

3.4. Вопросы и задачи к экзамену

3.4.1. Вопросы

1. Термодинамическая система. Понятие об изолированной системе. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана.
2. Работа изменения объема рабочего тела: составление дифференциального уравнения и его решение. Графическая интерпретация работы в $p-v$ диаграмме.
3. Параметры состояния перегретого пара. Степень перегрева пара. Теплота перегрева. Энтальпия перегретого пара.
4. Смеси идеальных газов. Способы задания состава смеси. Цикл ДВС с подводом теплоты при $V = \text{const}$.
5. Первый закон термодинамики. Круговые процессы (циклы). Термический КПД и холодильный коэффициент.
6. Второй закон термодинамики. Способы искусственной сушки.
7. Анализ термодинамических процессов идеального газа. Сооружения защищенного грунта. Их классификация. Виды обогрева.
8. Влажный воздух и его характеристики. $I-d$ -диаграмма. Технологическое потребление теплоты в животноводческих фермах.
9. Характеристики водяного пара. $I-S$ диаграмма. Цикл теплового насоса.
10. Политропный процесс и его обобщающее значение. Классификация тепловых сетей.
11. Процесс парообразования в PV - и TS -диаграммах. Система вентиляции. Классификация. Принцип расчета.
12. Теплота и работа в термодинамических процессах. Цикл ДВС со смешанным подводом теплоты.

13. Внутренняя энергия и энтальпия.
Цикл холодильной компрессионной установки.
14. Свойства и процессы реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса.
Цикл Ренкина.
15. Адиабатический процесс. Соотношение между параметрами. Работа, внутренняя энергия, теплота. I-ый закон термодинамики. Изображение процесса в PV- и TS-диаграммах.
Цикл поршневого компрессора.
16. Изотермический процесс идеального газа. Основное уравнение. Соотношение между параметрами. I-ый закон термодинамики. Изображение процесса в PV- и TS-диаграммах. Анализ цикла Карно.
17. Изобарный процесс идеального газа. Основное уравнение. Соотношение между параметрами. Запись I-ого закона термодинамики для данного процесса. Изображение в PV- и TS-диаграммах.
18. Теплопроводность. Закон Фурье.
19. Изохорный процесс идеального газа. Основное уравнение. Соотношение между параметрами. Запись I-ого закона термодинамики для данного процесса. Изображение в PV- и TS-диаграммах.
20. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана.
21. Термические и калориметрические параметры состояния.
Основные процессы влажного воздуха в I-d -диаграмме. Их изображение.
22. Универсальная газовая постоянная. Уравнение состояния для идеального газа.
Системы отопления. Классификация.
23. Цикл с вторичным перегревом пара в паросиловых установках.
Расчет воздухообмена в с.х. сооружениях.
24. Молекулярно-кинетическая природа давления. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давление.
25. Тепловые потери и тепlopоступления в с.х. помещениях. Источники теплоты и влаговыделений.
26. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.
Температура. Связь температуры с кинетической энергией молекул. Константа Больцмана.
27. Роль энтропии и её физический смысл. Удельная энтропия. Важнейшие свойства энтропии.
Применение тепла в животноводческих помещениях. Микроклимат и его значение. Основные параметры микроклимата.
28. Основы расчета теплообменных аппаратов.
Перспективы использования тепловых насосов в с.х. производстве.
29. Кипение жидкости, давление насыщения. Связь между температурой и давлением насыщения.
30. «Точка росы». Её определение на диаграмме I-d.
31. Цикл холодильной установки – поршневой компрессионной холодильной машины.
Холодильный коэффициент. Холодильные агенты.
32. TS-диаграмма. Изображение циклов и основных процессов в TS-диаграмме.

3.4.2. Задачи

Задача № 1

Каков максимальный КПД тепловой машины работающей между температурами 400°C и 18°C.

Задача № 2

1 кг пара расширяется по адиабате от начальных параметров $P_1=50$ бар, $t_1=350^\circ\text{C}$ до $P_2=1$ бар. Определить недостающие начальные и конечные параметры.

Задача № 3

Психрометр показывает $t_m=30^\circ\text{C}$ $t_c=50^\circ\text{C}$. Определить параметры воздуха и температуру точки росы по H-d диаграмме.

Задача № 4

Задано состояние пара $P=25$ бар $X=0,95$. Определить остальные параметры по H-S диаграмме.

Задача № 5

Влажный насыщенный пар имеет параметры $P=30$ бар $X=0,85$. Определить остальные параметры по H-S диаграмме.

Задача № 6

Психрометр показывает $t_m=25^\circ\text{C}$ $t_c=35^\circ\text{C}$. Определить параметры воздуха и температуру точки росы по H-d диаграмме.

Задача № 7

Каково давление кислорода в баллоне емкостью 10 л, если масса кислорода $m=0,25$ кг, а температура $t=17^\circ\text{C}$?

Задача № 8

1 кг пара расширяется по адиабате от начальных параметров $P_1=80$ бар, $t_1=400^\circ\text{C}$ до $P_2=0,2$ бар. Определить недостающие начальные и конечные параметры.

Задача № 9

Давление в начале адиабатического сжатия $P_1=0,15$ МПа, а в конце $P_2=3,5$ МПа. Определить показатель адиабаты, если степень сжатия $\frac{v_1}{v_2}=12$.

Задача № 10

Определить работу адиабатического расширения 1 кг воздуха, если температура его при этом понижается на 50°C .

Задача № 11

3 м^3 воздуха при давлении $4 \cdot 10^5$ Па расширяются до трехкратного объема и давления $P_2=10^5$ Па. Считая процесс политропным, вычислить показатель политропы, работу расширения, количество теплоты и изменение внутренней энергии в этом процессе $m=1$ кг.

Задача № 12

При какой максимальной температуре подводится теплота к 1 кг воздуха в изотермическом процессе цикла Карно, если количество теплоты $q=500$ кДж/кг, а относительное изменение

е объема $\frac{v_1}{v_2}=4$.

Задача № 13

1 кг воздуха, начального состояния $P_1=1$ бар, $t=30^\circ\text{C}$ сжимается до $P_2=10$ бар адиабатно. Определить работу, тепло, конечный объем и конечную температуру.

Задача № 14

В резервуаре емкостью 100 литров находится воздух под давлением 2 бар и при температуре 30°C . Какое количество теплоты необходимо сообщить воздуху, чтобы повысить его давление до 4 бар? Изобразить процессы в PV и TS – диаграммах.

Задача № 15

1 кг воздуха, начального состояния $P_1=1$ бар, $t=30^\circ\text{C}$ сжимается до $P_2=10$ бар изотермически. Определить работу, тепло, конечный объем, конечную температуру и изменение энтропии. Изобразить процессы в PV и TS – диаграммах.

Задача № 16

Как изменится плотность газа в сосуде, если при постоянной температуре показания манометра $P_1=0,7$ Мн/м² уменьшатся до $0,1$ Мн/м².

Задача № 17

Определить работу адиабатического расширения 1 кг воздуха, если температура его при этом понижается на 50°C .

Задача № 18

Определить термический КПД цикла G_T теплового двигателя, если отводимая теплота $q_2=190$ кДж/кг, а полезная работа $l=300$ кДж/кг.

Задача № 19

Компрессор сжимает 100 м³/час воздуха температурой $t_1=27^\circ\text{C}$ от давления $P_1=0,098$ МПа до $P_2=0,8$ Мпа. Определить мощность, необходимую для привода идеального компрессора, считая сжатие изотермическим с $n=1,2$.

Задача № 20

Компрессор сжимает 100 м³/час воздуха температурой $t_1=27^\circ\text{C}$ от давления $P_1=0,098$ МПа до $P_2=0,8$ Мпа. Определить мощность, необходимую для привода идеального компрессора, считая сжатие адиабатическим с $n=1,2$.

Задача № 21

Компрессор сжимает 100 м³/час воздуха температурой $t_1=27^\circ\text{C}$ от давления $P_1=0,098$ МПа до $P_2=0,8$ Мпа. Определить мощность, необходимую для привода идеального компрессора, считая сжатие политропным с $n=1,2$.

Задача № 22

1 литр воды нагревается с помощью электрического нагревателя мощностью 300 Вт. За какое время вода нагреется до температуры кипения, если теплообмен с окружающей средой отсутствует, а начальная температура воды равна 20°C .

Задача № 23

Во сколько раз изменится теоретическая скорость истечения сухого насыщенного пара ($P_1=4,5$ Мпа) в атмосферу, если суживающееся сопло заменить соплом Лавалья?

Задача № 24

Расход теплоты при нагревании воздуха на 100°C составляет 100 кДж/с (кВт). Принимая мольную теплоемкость воздуха $C=30$ кДж/кмоль $^\circ\text{K}$, определить нагреваемый объем газа.

Задача № 25

Как можно использовать теплоту воды с температурой 4°C для отопления помещения имеющего температуру 20°C .

Задача № 26

Определить степень понижения давления воздуха $\frac{P_2}{P_1}$ при адиабатическом расширении, если температура его снижается вдвое по сравнению с первоначальной.

3.4.3. Методические материалы

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. Обучающийся выбирает билет с двумя вопросами и одной задачей. Дается время на подготовку, не менее 45 мин. После чего, он в устной форме отвечает на вопросы, содержащиеся в билете. Ответ оценивается по выше приведенным критериям.

К экзамену каждый обучающийся должен представить преподавателю законченные и защищенные контрольные и лабораторные работы.

Экзамен проводится по экзаменационным билетам, сформированными преподавателем ведущим дисциплину из перечня экзаменационных вопросов и задач (см. Приложение П.3.1.1, П.3.1.2) и в соответствии с ПВД-07 «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся». Каждый экзаменационный билет формируется из двух теоретических вопросов и одной задачи.