

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кудрявцев Максим Геннадьевич  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 27.06.2023 20:38:56  
Уникальный программный ключ:  
790a1a8df2525774421adc1fc96453f0e902bfb0

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ЗАОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО РГАЗУ)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕПЛОТЕХНИКА**

(наименование учебной дисциплины)

Уровень основной образовательной программы СПО

Направление подготовки 35.02.07-«Механизация сельского хозяйства»

Направленность (профиль) «Техник-механик»

Форма обучения заочная

Институт РГАЗУ

Кафедра «Эксплуатация и технический сервис машин»

Курс 3

Рассмотрена и рекомендована к использованию кафедрой эксплуатации и технического сервиса машин (протокол № 5 от «25» января 2021г.), методической комиссией факультета электроэнергетики и технического сервиса (протокол № 3 от «09» февраля 2021 г.)

**Составитель:** Ю.Б. Юдин, ст. преподаватель кафедры эксплуатации и технического сервиса машин

**Рецензент:** А.С. Сметнев, к.т.н., доцент кафедры эксплуатации и технического сервиса машин

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана в соответствии с учебным планом по специальности СПО 35.02.07 Механизация сельского хозяйства.

## **Цели и задачи дисциплины**

**Цель** - теоретически и практически подготовить будущих специалистов методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты в такой степени оптимизации, чтобы они могли выбирать и при необходимости могли эксплуатировать необходимое теплотехническое оборудование отраслей народного хозяйства в целях максимальной экономии ТЭР и материалов, интенсификации, технологических процессов и выявления использования вторичных энергоресурсов, защиты окружающей среды.

**Задачи** - формирование у студентов: знаний основ преобразования энергии, законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств существенных для отрасли рабочих тел, горения, энерготехнологии, энергосбережения, расчета теплообменных аппаратов, способов теплообмена, принципа действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств, применяемых в отрасли, систем теплоснабжения; умения рассчитывать состояния рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные технические устройства отрасли, определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения, рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Теплотехника» относится к базовой части профессионального цикла (Б.3.П.Б.), изучается после изучения математики, физики, химии и опирается на освоенные бакалаврами при изучении этих дисциплин знания и умения.

## **3. Требования к уровню освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих общепрофессиональных компетенций (ПК) в соответствии с ФГОС и РУП:

### **Категория универсальных компетенций:**

#### **Код и наименование универсальной компетенции**

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. ИД-1<sub>УК-1</sub> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи.  
ИД-2<sub>УК-1</sub> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.

#### **Код и наименование общепрофессиональной компетенции:**

- **ОПК-1.** Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий. ИД-1<sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности

- **ОПК – 5.** Готов к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности. ИД-1<sub>ОПК-5</sub> Участвует в экспериментальных исследованиях по испытанию сельскохозяйственной техники.

#### **Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский**

- **ПКО-1** Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы. ИД-1<sub>ПК-1</sub> Проводит научные исследования, описывает их и формулирует выводы

#### **Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский.**

**ПКР-1** Способен участвовать в испытаниях сельскохозяйственной техники по стандартным методикам. ИД-1<sub>ПКР-1</sub> Участвует в испытаниях сельскохозяйственной техники по стандартным методикам

**Расчетно-проектная деятельность:**

– способность к использованию основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и моделирования (ПК – 1);

**Производственно-технологическая деятельность:**

– способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена; знанием устройств и правил эксплуатации гидравлических машин и теплотехнического оборудования (ПК – 3);

**Экспериментально-исследовательская деятельность:**

- знанием устройства и правил эксплуатации теплотехнического оборудования;

– способность проводить и оценивать результаты измерений (ПК – 5);

– способность использовать информационные технологии и базы данных в агроинженерии (ПК – 10);

**Организационно-управленческая деятельность:**

– готовность изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК – 19);

**Сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-22).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- основные законы преобразования энергии, законы термодинамики и тепло- и массообмена;
- термодинамические процессы и циклы;
- основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли;
- принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли;
- основные способы энергосбережения;
- связь теплоэнергетических установок с проблемой защиты окружающей среды;

**Уметь:**

- проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в сельскохозяйственной отрасли;
- проводить теплогидравлические расчеты теплообменных аппаратов;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии, рациональные системы охлаждения и термостатирования оборудования, применяемого в отрасли;
- рассчитывать тепловые режимы энергоустановок, их узлов и элементов.

**Владеть:**

- представлением о современных энергоресурсах Земли и перспективах их реального использования;
- пониманием принципов работы применяемых в отрасли устройств, связанных с получением, преобразованием, передачей и использованием теплоты;

- знанием о влиянии этих устройств на состояние окружающей среды.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы

Вид учебной работы	Всего часов	Курс/Семестры			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	12*/18	2*	3		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	4*/6	2*	3		
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	8*/10	2*	3		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	132*/128	2*	3		
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат					
Контрольная работа	15*/15	2*	3		
	экзамен				
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		2*	3		
Общая трудоемкость	час зач. ед.	144*/144 час 4 зач.ед.			

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Модули (разделы) дисциплины и виды занятий

#### 5.1. Модули (разделы) дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование модуля (раздела) дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	<b>Модуль 1. Введение. Техническая термодинамика</b>	<b>2*/2</b>		<b>2*/2</b>		<b>26*/26</b>	<b>30*/30</b>
	. Тема 1.1. Введение в теплотехнику. Основные понятия и определения термодинамики.	0,5*/0,5				7*/7	7,5*/7,5
	Тема 1.2. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы	1*/1		2*/2		10*/10	13*/13
	Тема 1.3. Второй закон термодинамики.	0,5*/0,5				9*/9	9,5*/9,5
2.	<b>Модуль 2. Термодинамические циклы.</b>	<b>2*/2</b>		<b>2*/2</b>		<b>26*/26</b>	<b>30*/30</b>
	Тема 2.1. Циклы тепловых двигателей.	2*/2		2*/2		7*/7	11*/11
	Тема 2.2. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров					7*/7	7*/7
	Тема 2.3. Циклы холодильных установок					6*/6	6*/6
	Тема 2.4. Новые способы преобразования энергии. Прямые преобразователи энергии					6*/6	6*/6
3.	<b>Модуль 3. Теория теплообмена.</b>	<b>-*/2</b>		<b>2*/2</b>		<b>28*/26</b>	<b>30*/30</b>
	Тема 3.1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность.	-*/0,5				6*/5	5*/5,5
	Тема 3.2. Конвективный теплообмен.	-*/0,5		2*/2		6*/5	8*/7,5
	Тема 3.3. Теплообмен излучением					5*/5	5*/5
	Тема 3.4. Теплопередача	-*/0,5				5*/5	5*/5,5
	Тема 3.5. Основы расчета теплообменных аппаратов	-*/0,5				6*/6	5*/6,5
4.	<b>Модуль 4. Промышленная теплоэнергетика.</b>			<b>2*/4</b>		<b>25*/23</b>	<b>27*/27</b>
	Тема 4.1. Топливо, основы теории горения					7*/6	7*/6
	Тема 4.2. Котельные установки			-*/2		7*/5	7*/7
	Тема 4.3. Тепловые двигатели			2*/2		5*/6	7*/8
	Тема 4.4. Тепловые электрические станции.					6*/6	6*/6
5.	<b>Модуль 5. Применение теплоты в сельском хозяйстве</b>					<b>27*/27</b>	<b>27*/27</b>
	Тема 5.1. Теплоснабжение предприятий сельского хозяйства.					5*/5	5*/5
	Тема 5.2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха					6*/6	6*/6
	Тема 5.3. Теплоснабжение защищенного грунта					5*/5	5*/5
	Тема 5.4. Тепловая сушка с.-х. продукции.					6*/6	6*/6
	Тема 5.5. Холодильные машины					5*/5	5*/5

## 5.2. Содержание модулей (разделов) дисциплины

№ пп	Наименование модуля (раздела)	Содержание раздела	Трудоёмкость (час)	Формируемые компетенции (ОК,ПК)
1.	<b>Модуль 1. Введение. Техническая термодинамика.</b>	<p><b>Тема 1.1. Введение. Основные понятия и определения термодинамики.</b> Предмет теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологий. Значение теплотехники в сельском хозяйстве.</p> <p>Основные положения Энергетической программы РФ. Проблема экономии топливно-энергетических ресурсов, снижение норм расхода теплоты и топлива, использование вторичных энергоресурсов, защита окружающей среды. Использование возобновляемых источников энергии. Основные задачи курса. Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термическое и калориметрическое уравнения состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы). Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов.</p> <p>Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкости при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от вида термодинамического процесса, температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.</p> <p><b>Тема 1.2. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы</b></p> <p>Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое</p>	30*/30	ПК-1, ПК-3, ПК-19, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		<p>выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. <math>p</math>-<math>v</math> и <math>T</math>-<math>s</math> диаграммы.</p> <p>Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов.</p> <p>Изображение в координатах <math>p</math>-<math>v</math> и <math>T</math>-<math>s</math>. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.</p> <p>Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в <math>p</math>-<math>v</math> и <math>T</math>-<math>s</math>-координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, <math>p</math>-<math>v</math>, <math>T</math>-<math>s</math> и <math>h</math>-<math>s</math> -диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и <math>h</math>-<math>s</math> -диаграммы.</p> <p>Влажный воздух. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. <math>h</math>-<math>d</math>-диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха.</p> <p><b>Тема 1.3. Второй закон термодинамики.</b> Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его анализ. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы.</p>		
2.	<b>Модуль 2. Термодинамические циклы</b>	<p><b>Тема 2.1. Циклы тепловых двигателей.</b></p> <p><b>Циклы двигателей внутреннего</b></p>	<b>30*/30</b>	ПК-1, ПК-19, ПК-22



	<p><b>сгорания (ДВС).</b> Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в <math>p-v</math> и <math>T-s</math>-диаграммах. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.</p> <p><b>Циклы газотурбинных установок (ГТУ).</b> Принцип действия ГТУ. Цикл ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Регенеративные циклы. Изображение циклов в <math>p-v</math> и <math>T-s</math>-диаграммах. Термические и эксергетические КПД ГТУ.</p> <p><b>Циклы паросиловых установок.</b> Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на величину термического КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в <math>p-v</math>, <math>T-s</math> <math>h-s</math> диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. Эксергетический анализ циклов паросиловых установок.</p> <p><b>Термодинамический анализ процессов в компрессорах.</b> Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в <math>p-v</math> и <math>T-s</math>-диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах.</p> <p><b>Тема 2.2. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.</b> Основные положения. Уравнение истечения. Располагаемая работа и скорость истечения. Секундный расход при истечении. Связь критической скорости истечения с местной скоростью распространения звука. Критическое отношение давлений. Расчет скорости истечения и секундного массового расхода для критического режима. Условия перехода через критическую скорость. Сопло Лавала. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью <math>h-s</math> диаграммы.</p> <p>Дросселирование газов и паров.</p>	<p>УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1</p>
--	---	---

		<p>Сущность процесса дросселирования и его уравнение. Изменение параметров в процессе дросселирования. Понятие об эффекте Джоуля-Томпсона. Особенности дросселирования идеального и реального газов. Понятие о температуре инверсии. Практическое использование процесса дросселирования. Условное изображение процесса дросселирования в <math>h-s</math> – диаграмме.</p> <p><b>Тема 2.3. Циклы холодильных установок</b> Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожеторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.</p> <p><b>Тема 2.4. Новые способы преобразования энергии. Прямые преобразователи энергии.</b> Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.</p>		
3.	<b>Модуль 3. Теория теплообмена.</b>	<p><b>Тема 3.1. Основные понятия и определения теории теплообмена.</b> <b>Теплопроводность.</b> Основные понятия и определения теории теплообмена. Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен. Теплопроводность. Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.</p> <p>Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.</p>	<b>30*/30</b>	ПК-5, ПК-10, ПК-19, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		<p><b>Тема 3.2. Конвективный теплообмен.</b>  Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена:  Уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости (уравнение Фурье-Кирхгофа), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (уравнение Био-Фурье), уравнение закона сохранения, однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена. Основные положения теории пограничного слоя. Исследование теплоотдачи методами теории пограничного слоя.</p> <p>Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.</p> <p>Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплообмен при движении жидкости вдоль плоской поверхности; теплоотдача при ламинарном и турбулентном пограничном слое; решение задач методом теории подобия; критериальные уравнения.</p> <p>Конвективный теплообмен в каналах. Теплообмен в трубах при течении теплоносителей с переменными теплофизическими свойствами. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения. Теплообмен в каналах некруглого поперечного сечения. Интенсификация теплообмена в каналах.</p> <p>Теплоотдача при поперечном смывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном смывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения.</p> <p>Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб.</p>		
--	--	---	--	--

		<p>Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах.</p> <p>Теплообмен при изменении агрегатного состояния, теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения.. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.</p> <p>Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.</p> <p>Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсация. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.</p> <p><b>Тема 3.3. Теплообмен излучением</b></p> <p>Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.</p> <p><b>Тема 3.4. Теплопередача.</b> Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.</p> <p><b>Тема 3.5. Основы расчета теплообменных аппаратов.</b> Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Конструктивный и поверочный тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы гидродинамического расчета теплообменных аппаратов. Применение ЭВМ для расчета, моделирования и оптимизации</p>		
--	--	--	--	--

		<p>процессов теплообмена в теплообменных аппаратах.</p> <p>Способы интенсификации теплообмена при однофазном течении газов и жидкости, при кипении и конденсации применительно к высокоэффективным теплообменным аппаратам. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов. Методы оценки эффективности интенсификации теплообмена и оптимизация теплообменных аппаратов.</p>		
4.	<b>Модуль 4. Промышлен- ная тепло- энергетика</b>	<p><b>Тема 4.1. Топливо, основы теории горения.</b> Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Классификация топлив. Перспективы применения различных топлив в промышленности. Твердое, жидкое и газообразное топлива и их основные характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Структура топливного баланса страны и отрасли. Проблема экономии топлива и пути ее решения.</p> <p>Основы теории горения и организация сжигания топлив. Основы сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива, а также отходов производств. Очистка дымовых газов.</p> <p>Расчеты процессов горения жидкого, твердого и газообразного топлива. Определение теоретически необходимого количества воздуха для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. Коэффициент избытка воздуха. Определение объемов и энтальпии продуктов сгорания топлива. <math>H-t</math> - диаграмма продуктов сгорания.</p> <p>Проблема защиты окружающей среды от выбросов продуктов сгорания топлива.</p> <p>Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Общие положения и классификация ВЭР, Возможность использования ВЭР в отрасли. Роль ВЭР в топливно- и теплотреблении отрасли. Источники ВЭР отрасли и их использования.</p> <p><i>Возобновляемые источники энергии.</i> Перспективы использования возобновляемых источников в народном хозяйстве страны. Пути использования возобновляемых источников энергии. Основные направления применения солнечной и геотермальной энергии. Использование</p>	27*/27	ПК-1, ПК-3, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		<p>биомассы для получения энергии.</p> <p>Гидроэнергетика. Ветроэнергетика. Фотосинтез. Энергия волн. Энергия приливов.</p> <p>Преобразование тепловой энергии океана..</p> <p><b>Тема 4.2. Котельные установки.</b> Основные понятия. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Теплоносители.</p> <p>Основы теплового расчета котельных агрегатов. Задачи и методы теплового расчета. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Расход топлива, удельный расход топлива.</p> <p>Расчет теплопередачи в топках паровых котлов и в поверхностях нагрева котлоагрегата.</p> <p>Основы аэродинамического расчета котельного агрегата. Водоподготовка. Сепарация пара. Питательные устройства котельных установок. Тягодутьевые устройства.</p> <p>Общие положения об эксплуатации котельных установок. Правила Ростехнадзора и техники безопасности. Мероприятия по защите окружающей среды при эксплуатации котельных установок.</p> <p><b>Тема 4.3. Тепловые двигатели</b></p> <p><i>Двигатели внутреннего сгорания.</i> Классификация и основные характеристики ДВС. Тепловые процессы в двигателях. Индикаторная мощность двигателя. Эффективная мощность двигателя. Механический и эффективный КПД двигателя. Удельный индикаторный и эффективный расход топлива. Энергетический и эксергетический балансы ДВС. Особенности рабочих процессов в двигателях, работающих на газообразном топливе. Показатели экономичности работы ДВС.</p> <p><i>Паровые турбины.</i> Работа пара в турбине. Процессы в сопловом аппарате и на лопатках. Активный и реактивный принцип работы. Кинематика потока в ступени. Основные геометрические параметры ступени. Тепловые потери и коэффициенты полезного действия. Конденсационные устройства паровых турбин. Тепловой баланс паротурбинной</p>		
--	--	---	--	--

		<p>установки. Турбины с противодавлением и промежуточным отбором пара.</p> <p><i>Газовые турбины.</i> Регенерация теплоты. Промежуточное охлаждение и промежуточный подвод теплоты в многовальном газотурбинном двигателе. Удельная работа и КПД. Удельный баланс газотурбинного двигателя. Оптимальные степени повышения давления в компрессоре по максимуму удельной работы и КПД. Использование теплоты уходящих газов для внешних нужд. Технико-экономические показатели турбины и методы их повышения. Применение газотурбинных установок в отраслях народного хозяйства. Схемы ГТУ, технико-экономические показатели, вопросы техники безопасности, охраны труда и окружающей среды.</p> <p><i>Компрессорные установки.</i> Поршневые компрессоры. Использование сжатого воздуха. Устройство и работа поршневого компрессора. Коэффициенты полезного действия. Многоступенчатые компрессоры. Турбокомпрессоры и турбовоздуходувки. Многоступенчатые, центробежные и осевые машины. Процессы сжатия в турбокомпрессорах и турбовоздуходувках. Изоэнтропийный, изотермический и политропный КПД.</p> <p><i>Вентиляторы.</i> Назначение, основные характеристики и принцип действия центробежных и осевых вентиляторов. Потери и КПД. Эффективная и полезная мощности вентиляторов. Выбор вентиляторов, их регулирование и совместная работа.</p> <p><b>Тема 4.4. Тепловые электрические станции (ТЭС).</b></p> <p>Типы электростанций и их роль в развитии энергетики страны. Классификация ТЭС. Паротурбинные конденсационные станции (КЭС, ГРЭС) и электростанции с комбинированной выработкой теплоты и электрической энергии, их принципиальная схема и показатели тепловой эффективности. Регенеративный подогрев воды. Теплофикация, ее роль в развитии энергетики. Дизельные электростанции. Атомные электростанции</p>		
--	--	--	--	--

5.	<b>Модуль 5.</b> <b>Применение</b> <b>теплоты в</b> <b>сельском</b> <b>хозяйстве</b>	<p><b>Тема 5.1. Теплоснабжение предприятий сельского хозяйства.</b> Особенности использования теплоты в сельском хозяйстве.</p> <p>Характеристика систем теплоснабжения. Основные потребители теплоты на сельскохозяйственных предприятиях. Структура потребления теплоты на с.-х. предприятиях. Определение расходов теплоты на технологические и вспомогательные нужды, горячее водоснабжение, отопление и вентиляцию. Суточные и годовые графики потребления теплоты на с.-х. предприятиях. Расчет и подбор основных элементов систем теплоснабжения. Пути повышения эффективности систем теплоснабжения. Себестоимость производства единицы теплоты и пара. Снижение удельных расходов теплоты и топлива. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды при эксплуатации систем теплоснабжения.</p> <p><b>Тема 5.2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.</b> Отопление. Температура зданий и их тепловая характеристика. Источники тепловыделений. Тепловой баланс помещений. Дежурное отопление. Расчет поверхности нагрева отопительных приборов. Вентиляция. Классификация и основные элементы систем вентиляции. Воздухообмен, кратность вентиляции. Определение производительности вентиляционных систем. Определение расхода теплоты. Расчет поверхности нагрева калорифера. Кондиционирование воздуха. Сущность и задачи кондиционирования. Системы кондиционирования воздуха. Охлаждение, нагревание, осушение и увлажнение воздуха. Рециркуляция. Расчет процессов кондиционирования с помощью H-d диаграммы.</p> <p><b>Тема 5.3. Теплоснабжение защищенного грунта.</b></p> <p><b>Тема 5.4. Сушильные установки.</b></p> <p>Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Процессы сушки на</p>	27*/27	ПК-1, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1



		<p>предприятиях отрасли. Основные элементы сушильной установки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влага материала. Равновесная влажность. Максимальная и гигроскопическая влажность материала. Тепло- и массоперенос в процессе сушки. Кинетика сушки. Кривые сушки. Кривые скорости сушки. Термограмма сушки. Поля влагосодержаний и температур в зависимости от способа сушки. Типы сушильных установок. Тепловой расчет сушильных установок. Сушильный процесс для теоретической и действительной сушилок. Техничко-экономические показатели сушилок. Техника безопасности.</p> <p><b>Тема 5.5. Холодильные установки.</b> Применение холода в сельском хозяйстве. Трансформаторы теплоты. Потребители холода в отрасли. Физическая сущность процессов охлаждения. Основы получения искусственного холода. Классификация холодильных машин и установок. Холодильные агрегаты, их основные характеристики. Воздушные и паровые компрессорные холодильные машины. Пароэжекторные и абсорбционные холодильные установки. Холодильные установки с гелионагревателями. Действительная холодопроизводительность установки. Тепловые насосы и трансформаторы теплоты. Применение трансформаторов теплоты и тепловых насосов в сельском хозяйстве.</p>		
--	--	---	--	--

**5.3. Модули (разделы) дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) дисциплин	№ модулей (разделов) данной дисциплины, для которой необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1.	Математика	+	+	+	+	+
2.	Физика	+	+	+	+	+
3.	Химия				+	

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины и видов занятий**

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Пр	Лаб	КР/КП	СРС	
ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-10, ПК-19, ПК-22	+				+	Тест, конспект
ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-10, ПК-19, ПК-22			+			Отчет по лабораторной работе
ПК-1, ПК-3, ПК-5, ПК-10, ПК-19, ПК-22				+	+	Устный ответ на лабораторном занятии. Контрольная работа

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

## 6. Образовательные технологии, методы и формы организации обучения.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- информационные технологии – использование электронных образовательных ресурсов (учебно-методический комплекс (УМК) дисциплины в электронном виде, компьютерных программ AutoCAD, КОМПАС, тестовых заданий, инженерных калькуляторов,) при выполнении контрольной и лабораторных работ.

- работа в команде – совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ;

В учебном процессе рекомендуется использовать наглядные пособия в виде приборов для измерения физических величин, деталей, макетов, плакатов, диафильмов, видеофильмов, слайдов и т.д. Важно выработать у студентов навыки работы с технической литературой, теплотехническими справочниками по выбору теплотехнических характеристик рабочих сред, теплотехнического оборудования и др.

Программное обеспечение подразумевает использование компьютерной техники и специальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины. Для этого разрабатываются анимационные обучающие программы и презентации по изучаемой дисциплине и отдельным её разделам.

Одной из новых форм применения программного обеспечения является чтение лекций с применением презентаций, видеоклипов, размещение электронных учебных пособий и контрольных заданий и примерных вопросов на сайте вуза, компьютерное тестирование по разделам дисциплин.

### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Формы				
	Лекции	Лабораторные /семинарские занятия	Тренинг Мастер-класс	СРС	
IT-методы	+				+
Работа в команде		+			
Case-study (метод конкретных ситуаций)					
Мини-лекция		+			
Поисковый метод					+
Решение ситуационных задач					
Исследовательский метод		+			

## Примеры вопросов для самоконтроля и заданий для самостоятельной работы студентов:

### Модуль 1. Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термодинамических параметров состояния газа.
2. Объясните понятие киломоля вещества. Напишите уравнение состояния для киломоля идеального газа.
2. Что называется средней и истинной теплоемкостями газа?
3. Дайте определение и объясните физическую сущность величин, входящих в уравнение первого закона термодинамики.
4. Что называют политропным термодинамическим процессом?
5. Как определяется теплоемкость идеального газа в политропном процессе?
6. Каковы основные формулировки второго закона термодинамики?
7. Что называется термическим коэффициентом полезного действия цикла тепловой машины?
8. Какие термодинамические процессы составляют цикл Карно?

### Задания для самостоятельной работы

1. Из трех уравнений состояния идеального газа выберите уравнение состояния 1 моля идеального газа:

- 1)  $pV = RT$ ;
- 2)  $pV_{\mu} = 8314T$ ;
- 3)  $pV = mRT$ .

2. Выберите значение показателя политропы для следующих процессов:

- 1) Изотермический процесс                      а)  $n = \pm\infty$ ;
- 2) Изобарный процесс                              б)  $n = 1$ ;
- 3) Изохорный процесс                              в)  $n = k$ ;
- 4) Адиабатный процесс                            г)  $n = 0$ .

3. Выберите уравнение первого закона термодинамики для следующих процессов:

- 1) Изотермический процесс                      а)  $q = \Delta u + l$ ;
- 2) Изобарный процесс                              б)  $\Delta u + l = 0$ ;
- 3) Изохорный процесс                              в)  $q = l$ ;
- 4) Адиабатный процесс                            г)  $q = \Delta u$ .

4. Из четырех формулировок выберите одну, не относящуюся к формулировке второго закона термодинамики:

- 1) невозможно построить непрерывно действующую тепловую машину.
- 2) невозможно построить вечный тепловой двигатель 1 рода.
- 3)  $\eta < 1$ .
- 4) для того, чтобы построить периодически действующую тепловую машину, необходимо иметь два источника теплоты: горячий и холодный.

5. Уберите два неверных определения цикла тепловой машины.

Циклом тепловой машины называют:

- 1) цикл, в котором процессы расширения располагаются выше процессов сжатия;
- 2) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся по часовой стрелке,
- 3) цикл, соответствующий последовательности процессов, чередующихся против часовой стрелки,
- 4) цикл, в котором процессы расширения располагаются ниже процессов сжатия.

6. Какое из двух математических выражений термодинамического коэффициента полезного действия справедливо для цикла действительного двигателя:

$$1) \eta_t = 1 - \frac{T_1}{T_2}; \quad 2) \eta_t = 1 - \frac{Q_1}{Q_2}.$$

### 7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ модуля (раздела) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоёмкость (час)	ОК, ПК
1.	1	Исследование термодинамических процессов	2,0*/2,0	ПК-1, ПК-3, ПК-5
2.	2	Исследование циклов двигателей внутреннего сгорания	2,0*/2,0	ПК-1, ПК-3, ПК-5
3.	2	Тепловой баланс котельного агрегата	*/2,0	ПК-5; ПК-22
4.	3	Определение коэффициента теплоотдачи при естественном движении воздуха	2,0*/2,0	ПК-5; ПК-22
5.	4	Определение теплового баланса двигателя внутреннего сгорания.	2,0*/2,0	ПК-5; ПК-22

**8. Практические занятия** – не предусмотрены учебным планом.

### 9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ модуля (раздела) дисциплины	Тематика самостоятельной работы	Трудоёмкость (час)	ОК, ПК
1.	1	Тема 1, тема 2, тема 3	26*/25	ПК-1, ПК-3, 10
2.	2	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4	26*/25	ПК-1, ПК-3, 10
3.	3	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5	26*/25	ПК-1, ПК-3, 10
4.	4	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5, тема 6	27*/25	ПК-1, ПК-3, 10
5.	5	Тема 1, тема 2, тема 3, тема 4, тема 5	27*/26	ПК-1, ПК-3, 10

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)** - учебным планом курсовые проекты не предусмотрены.

### 11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Самостоятельное изучение курса «Теплотехника» студентами сопровождается постоянным контролем работы, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий и контрольных работ, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляет ведущий дисциплину преподаватель, который проверяет рабочую тетрадь студента и выставляет оценку по каждому разделу.

Занятия в группе также ведутся с оценкой работы студента. Для контроля самостоятельной работы студентов служат тесты.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### а) основная литература

- 1.Круглов Г.А. Теплотехника: учеб.пособие для вузов/ Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова.- СПб., 2010. – 207 стр.
2. Луканин В.Н. Теплотехника: Учебник для вузов /Под ред. В.Н. Луканина. М.:Высшая школа, 2009. - 671 с.

### б) дополнительная литература

3. Рудобашта С.П. Теплотехника: учеб. для вузов/ С.П.Рудобашта.-М.,КолосС, 2010.- 600 с.
4. Теплотехника: учеб. для вузов/под ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева.-М.:МГТУ, 2004.-711с.
5. Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.П. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. Учебник для вузов по инженерным специальностям сельского хозяйства. М.: Агропромиздат, 1990. - 463 с.
6. Рудобашта С.П. и др. Тепло- и водоснабжение сельского хозяйства / Под ред. С.П. Рудобашты. М.: Колос, 1997. - 508 с.

### в) программное обеспечение

Для обеспечения учебного процесса используется приобретенное, свободно-распространяемое, закупленное по лицензии и разработанное в университете программное обеспечение. Оно позволяет студентам приобрести знания, умения и навыки использования информационных технологий в предметных областях деятельности.

Программное обеспечение свободного доступа:

1. Компас 3D Lite (инженерное черчение),
2. SciLab (аналог мат.када) математические расчеты,
3. nvu (аналог MS FrontPage) редактор Интернет страниц,
4. Операционная система Linux, и др.

### г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы Интернета :

1. Интернет- ресурс «Теплотехника». Форма доступа: [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org).
2. Электронные учебные пособия для студентов университетов и абитуриентов <http://www.bez-dvoek.ru/>

Могут использоваться при самостоятельной проработке студентами различных разделов курса, выполнении контрольных работ и лабораторных работ. В первую очередь рекомендуется применение этих программ при преподавании термодинамики и теории теплообмена. Основное внимание должно быть обращено на физическую сущность рассматриваемых тепловых процессов и изучаемых физических параметров.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- 13.1. Лаборатория теплотехники.
- 13.2. Учебные плакаты.
- 13.3. Персональные компьютеры и компьютерные классы.
- 13.4. Мультимедийные материалы.

## **14. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Методические рекомендации преподавателю**

В рабочем учебном плане заочного обучения на изучение дисциплины «Теплотехника» выделено минимальное количество часов для аудиторных занятий. Поэтому преподавателю дисциплины необходимо уделить основное внимание при чтении лекций и лабораторных занятий на основные теоретические положения технической термодинамики и теории теплообмена, по наиболее сложным темам проводить занятия в часы, предусмотренные учебным планом для индивидуальных занятий.

Лабораторные работы должны быть тщательно подготовлены к проведению занятий, снабжены методическими разработками, оснащены необходимыми приборами. Одной из основных задач преподавателей, ведущих занятия по дисциплине «Теплотехника», является выработка у студентов осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшего их обучения в высшем учебном заведении и последующей их инженерной работе.

Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор эффективных методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения качества обучения;
- обеспечение активного участия студентов в учебном процессе;
- проведение лабораторных занятий, способствующих приобретению навыков определения основных эксплуатационных показателей топлив и смазочных материалов;
- организация балльно- рейтинговой системы аттестации студентов.

*Используемые методы преподавания:* лекционные и лабораторные занятия по изучению: основных законов преобразования энергии, законов термодинамики и тепло- и массообмена; термодинамических процессов и циклов; принципов действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли.

Лабораторные занятия проводятся в группах. Для контроля знаний студентов по дисциплине необходимо проводить оперативный и итоговый контроль.

*Рекомендуемые образовательные технологии:*

на лекциях вместе с традиционной формой представления лекционной информации используется визуально-демонстративный материал в виде плакатов и мультимедийных презентаций;

на лабораторных занятиях используются лабораторные установки, приборы, наглядные средства и мультимедийные материалы. Студенты защищают выполненные лабораторные работы.

В качестве итогового контроля учебным планом предусмотрен экзамен.

Самостоятельная работа студентов включает: самостоятельное изучение теоретического материала тем модулей, подготовку к лабораторным занятиям, выполнение контрольной работы и подготовку к зачету по контрольной работе, подготовку к экзамену по дисциплине (УМК, презентации лекций, аудиторские лекции, лабораторные занятия, индивидуальные и групповые консультации, экзамен по дисциплине).

#### **14.2. Методические указания студентам**

Самостоятельная работа студентов включает: самостоятельное изучение теоретического материала тем модулей, подготовку к лабораторным работам и зачету по ним, выполнение контрольной работы и подготовку к зачету по контрольной работе, подготовку к экзамену по дисциплине. Методические указания по изучению дисциплины оформляются отдельно:

Теплотехника. Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы. Авторы В.П. Мороз, Т.В. Смородина, А.С. Сметнев. М.: РГАЗУ, 2012.