

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

Балашиха 2021

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 приобретенные 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_{УК-1} Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. ИД-2_{УК-1} 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_{ОПК-1} 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_{ОПК-5} 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_{ПК-1} 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_{ПКР-1} 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			
Аудиторные занятия (всего)	12*/18	2*	3		
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	4*/6	2*	3		
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	8*/10	2*	3		
Самостоятельная работа (всего)	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	144*/144				
час зач. ед.	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.	Пра кт. зан	Лаб. зан.	Се ми н	СРС	Всего час.
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Модуль 1. Введение. Техническая термодинамика	2*/2		2*/2		26*/26	30*/30
	. 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.	Модуль 2. Термодинамические циклы.	2*/2		2*/2		26*/26	30*/30
	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.	Модуль 3. Теория теплообмена.	-*/2		2*/2		28*/26	30*/30
	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.	Модуль 4. Промышленная теплоэнергетика.			2*/4		25*/23	27*/27
	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.	Модуль 5. Применение теплоты в сельском хозяйстве					27*/27	27*/27
	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	Трудо- ёмкость (час)	Формиру- емые ком Петенции (ОК,ПК)
1.	Модуль 1. Введение. Техническая термодина- мика.	Тема 1.1. Введение. Основные понятия и определения термодинамики. Предмет теплотехники, роль теплотехники в научно-техническом прогрессе, развитии новой техники и технологий. Значение теплотехники в сельском хозяйстве. 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. 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. Тема 1.2. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое	30*/30	ПК-1, ПК-3, ПК-19, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. p-v и T-s диаграммы. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах p-v и T-s. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса. Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в p-v и T-s координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Термодинамические таблицы воды и водяного пара, p-v, T-s и h-s -диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и h-s -диаграммы. Влажный воздух. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. h-d-диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха. Тема 1.3. Второй закон термодинамики..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.		
2.	Модуль 2. Термодинамические циклы	Тема 2.1. Циклы тепловых двигателей. Циклы двигателей внутреннего	30*/30	ПК-1, ПК-19, ПК-22

	сгорания (ДВС). Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в $p-v$ и $T-s$-диаграммах. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС. Циклы газотурбинных установок (ГТУ). Принцип действия ГТУ. Цикл ГТУ с изобарным и изохорным подводом теплоты. Регенеративные циклы. Изображение циклов в $p-v$ и $T-s$-диаграммах. Термические и эксергетические КПД ГТУ. Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на величину термического КПД цикла Ренкина. Изображение цикла в $p-v$, $T-s$ $h-s$ диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок. Эксергетический анализ циклов паросиловых установок. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Классификация компрессоров и принцип действия. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие. Полная работа, затраченная на привод компрессора. Многоступенчатое сжатие. Изображение в $p-v$ и $T-s$-диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах. Тема 2.2. Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. 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 Лаваля. Расчет процесса истечения водяного пара с помощью $h-s$ диаграммы. Дросселирование газов и паров.	УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1
--	---	---

		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 $h-s$ – диаграмме. Тема 2.3. Циклы холодильных установок Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожетторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур. Тема 2.4. Новые способы преобразования энергии. Прямые преобразователи энергии. Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.		
3.	Модуль 3. Теория теплообмена.	Тема 3.1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность. 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. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.	30*/30	ПК-5, ПК-10, ПК-19, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		Тема 3.2. Конвективный теплообмен. 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. 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. 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. 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. Теплоотдача при поперечном смывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном смывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных. Критериальные уравнения. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объеме; ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей. Естественная конвекция у горизонтальных труб.		
--	--	--	--	--

		Критериальные уравнения. Теплообмен при свободной конвекции в замкнутых объемах. 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. Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах. 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. Тема 3.3. Теплообмен излучением 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. Тема 3.4. Теплопередача. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Тема 3.5. Основы расчета теплообменных аппаратов. 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		
--	--	--	--	--

		процессов теплообмена в теплообменных аппаратах. 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.		
4.	Модуль 4. Промышлен- ная тепло- энергетика	Тема 4.1. Топливо, основы теории горения. 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. Основы теории горения и организация сжигания топлив. Основы сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива, а также отходов производств. Очистка дымовых газов. 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. $H-t$ - диаграмма продуктов сгорания. Проблема защиты окружающей среды от выбросов продуктов сгорания топлива. Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР). Общие положения и классификация ВЭР, Возможность использования ВЭР в отрасли. Роль ВЭР в топливо- и теплопотреблении отрасли. Источники ВЭР отрасли и их использования. <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	27*/27	ПК-1, ПК-3, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		биомассы для получения энергии. Гидроэнергетика. Ветроэнергетика. Фотосинтез. Энергия волн. Энергия приливов. Преобразование тепловой энергии океана.. Тема 4.2. Котельные установки. Основные понятия. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Теплоносители. Основы теплового расчета котельных агрегатов. Задачи и методы теплового расчета. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Расход топлива, удельный расход топлива. Расчет теплопередачи в топках паровых котлов и в поверхностях нагрева котлоагрегата. Основы аэродинамического расчета котельного агрегата. Водоподготовка. Сепарация пара. Питательные устройства котельных установок. Тягодутьевые устройства. Общие положения об эксплуатации котельных установок. Правила Гостехнадзора и техники безопасности. Мероприятия по защите окружающей среды при эксплуатации котельных установок. Тема 4.3. Тепловые двигатели <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. <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		
--	--	---	--	--

		установки. Турбины с противодавлением и промежуточным отбором пара. <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. Техно-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. <i>Компрессорные установки.</i> Поршневые компрессоры. Использование сжатого воздуха. Устройство и работа поршневого компрессора. Коэффициенты полезного действия. Многоступенчатые компрессоры. Турбокомпрессоры и турбовоздуховоды. Многоступенчатые, центробежные и осевые машины. Процессы сжатия в турбокомпрессорах и турбовоздуховодах. Изобарный, изотермический и политропный КПД. <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. Тема 4.4. Тепловые электрические станции (ТЭС). 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		
--	--	---	--	--

5.	Модуль 5. Применение теплоты в сельском хозяйстве	Тема 5.1. Теплоснабжение предприятий сельского хозяйства. Особенности использования теплоты в сельском хозяйстве. 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. Тема 5.2. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. 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. Тема 5.3. Теплоснабжение защищенного грунта. Тема 5.4. Сушильные установки. Общие сведения. Основные типы процессов сушки. Процессы сушки на	27*/27	ПК-1, ПК-22 УК-1 ОПК-1 ОПК-5 ПКО-1 ПКР-1

		предприятиях отрасли. Основные элементы сушильной установки. Сушилки периодического и непрерывного действия. Влажность 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. Тема 5.5. Холодильные установки. 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.		
--	--	---	--	--

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

T_2 q_2 **7. Лабораторный практикум**

№ п/п	№ модуля (раздела) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-ёмкость (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	Трудо-ёмкость (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.

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.