

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Оробинский В.И.  
«18» ноября 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1. Б.13 «Теплотехника» для направления 35.03.06 Агроинженерия,  
профилей подготовки бакалавра «Технические системы в агробизнесе»,  
«Технический сервис в агропромышленном комплексе»  
академический бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр  
Факультет агроинженерный  
Кафедра «Тракторы и автомобили»

Форма обучения	Всего зач.ед./ часов	Курс	Семестр	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовая работа (проект), (указать)	Самостоятельная работа	Зачет (указать семестр)	Экзамен (указать семестр/часы)
очная	4/144	2	4	40	–	–	34	–	43	–	4/27
заочная	4/144	2	4	10	–	–	8	–	97	–	4/27

Преподаватель, подготовивший рабочую программу:  
к.с-х.н., доцент Манойлина С.З.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 г № 1172.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры «Тракторы и автомобили» (протокол № 5 от 16.11.2015 года).

Заведующий кафедрой  **О.И. Поливаев**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол №3 от 18.11.2015 года).

Председатель методической комиссии  **О.М. Костиков**

## 1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

**Цель** изучения дисциплины – теоретически и практически подготовить будущих специалистов по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, эксплуатации необходимого теплотехнического оборудования, максимальной экономии топливно-энергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов и выявления использования вторичных энергоресурсов, защиты окружающей среды.

**Задачи** дисциплины:

- формирование знаний свойств рабочих тел, способности анализировать термодинамические процессы и циклы тепловых машин;
- освоение законов теплопроводности, конвекции, излучения, теплопередачи, расчетов теплообменных аппаратов;
- ознакомление со свойствами энергетических топлив и основам его горения, энерготехнологий, энергосбережения, выявления и использования вторичных энергоресурсов и защиты окружающей среды.

Место дисциплины в структуре образовательной программы: Б1. Б13 в системе подготовки обучающегося по направлению 35.03.06 Агроинженерия, профилей подготовки бакалавра «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии в агропромышленном комплексе», «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

Данная дисциплина относится к базовой части блока образовательных программ.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Таблица 1 – Требования к уровню освоения дисциплины

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	Способностью к самоорганизации и самообразованию	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать: назначение принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств, применяемых в отрасли;</li> <li>- уметь: с помощью специальной литературы самостоятельно изучить принципы работы применяемых в отрасли устройств, связанных с получением, преобразованием, передачей и использованием теплоты;</li> <li>- иметь навыки и /или опыт деятельности: самоорганизации и самообразования, а также понимание социальной значимости своей будущей профессии.</li> </ul>
ОПК-4	Способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать: основные законы преобразования энергии, законы термодинамики и тепломассообмена; термодинамические процессы и циклы;</li> <li>- основные свойства рабочих тел, применяемых в отрасли;</li> <li>- уметь: решать задачи по определению параметров теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнологических устройств;</li> </ul>

		- иметь навыки и /или опыт деятельности: по расчету параметров циклов двигателей, теплообмену, теплопроводности и применять эти навыки на практике;
ПК-1	Готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	- знать: современную научно-техническую литературу по отечественным и зарубежным источникам в области теплотехники; - уметь: применить полученную информацию для практических и теоретических исследований; - иметь навыки и /или опыт деятельности: нахождения необходимой информации.

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2 – Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	всего часов	объём часов	объём часов
		4 семестр	2 курс
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч.	76	76	20
Аудиторная занятость	76	76	20
Лекции	40	40	12
Практические занятия	-	-	-
Семинары	-	-	-
Лабораторные работы	34	34	8
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.	70	70	124
Подготовка к аудиторным занятиям	30	30	24
Выполнение курсовой работы (курсового проекта)	-	-	-
Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ	-	-	-
Другие виды самостоятельной работы	40	40	100
Экзамен / часы	Э/27	Э/27	Э/27
Формы промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	Экзамен	Экзамен у	Экзамен у

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

п/п	Раздел дисциплины	Л	СЗ	ПЗ	ЛР	СР
Очная форма обучения						
1.	Теоретические основы термодинамики.	22	-	-	14	10
2.	Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.	10	-	-	14	14
3.	Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.	8	-	-	6	7
Заочная форма обучения						
1.	Теоретические основы термодинамики.	6	-	-	6	13
2.	Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.	4	-	-	2	9
3.	Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.	2	-	-	-	2

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

#### 4.2.1. Теоретические основы термодинамики.

Основные понятия и определения. Предмет термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Параметры и уравнения состояния. Термодинамический процесс.

Первый закон термодинамики. Вычисление работы и количества теплоты в термодинамическом процессе. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Анализ термодинамических процессов идеального газа. Изохорный, изобарный, изотермный и адиабатный процессы. Политропный процесс и его обобщающее значение.

Второй закон термодинамики. Содержание закона и его формулировки. Прямой и обратный циклы. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Математические выражения второго закона термодинамики. Изменение энтропии в изолированной системе. Методологические выражения второго закона термодинамики. Эксергия.

Термодинамические свойства и процессы реальных газов. Общие свойства реальных газов. Процессы парообразования. Основные понятия и определения. Диаграмма  $P, v$  —,  $T, s$  —,  $i, s$  — для воды и водяного пара. Процессы подогрева воды, парообразования и перегрева пара. Определение параметров воды и водяного пара; термодинамические процессы водяного пара.

Влажный воздух. Основные определения и влажного воздуха.  $h, d$  — диаграмма. Основные процессы влажного воздуха: нагрев, охлаждение, адиабатное увлажнение, смешивание воздуха различных состояний.

Термодинамика потока газов и паров. Уравнение первого закона термодинамики для потока. Истечение газов и паров. Скорость истечения. Массовый расход газа. Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах. Процесс истечения в  $i-s$  диаграмме.

Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Термодинамический анализ в компрессорах. Процессы сжатия в идеальном компрессоре. Работа компрессора. Многоступенчатое сжатие.

Цикл теплосиловых установок. Термодинамическая эффективность циклов. Циклы двигателей внутреннего сгорания: с подводом теплоты при постоянном объеме и со смешанным подводом теплоты. Термодинамический КПД циклов. Сравнение циклов.

Цикл паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловых установок. Цикл Ренкина. Термический КПД. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Термодинамические основы теплофикации.

Циклы холодильных установок и тепловых насосов. Принципиальная схема паровой компрессорной холодильной установки. Цикл теплового насоса. Коэффициент преобразования теплоты.

#### 4.2.2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.

Основные понятия и определения. Роль теплообмена и массообмена в производственных процессах. Способы передачи теплоты. Количественные характеристики переноса теплоты.

Теплопроводность. Основные положения теплопроводности. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Температуропроводность. Условия однозначности решения. Теплопроводность плоской стенки и цилиндрической стенки. Термическое сопротивление.

Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Моделирование. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Конвективный теплообмен в производственных помещениях.

Теплообмен излучением. Основные определения и законы теплообмена излучением. Теплообмен излучением системы тел в прозрачной среде. Коэффициент облученности тела. Излучение газов. Коэффициент теплоотдачи излучением. Сложный теплообмен. Излучение между животными и ограждающими конструкциями.

Теплопередача и расчет теплообменных аппаратов. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенку. Коэффициент теплопередачи. Средний температурный напор. Особенности расчета теплообменных аппаратов с внутренними источниками теплоты.

Теплотехнические устройства автомобилей. Устройства для подогрева. Устройства для облегчения холодного пуска двигателя. Устройства для прогрева воздуха на входе в цилиндры. Устройства для предпускового прогрева масла. Устройства для предпускового прогрева топлива. Устройства для подогрева аккумуляторов. Предпусковые подогреватели. Устройства для подачи пусковой жидкости. Воздушные отопители. Подогрев омывающей жидкости и сидений. Промежуточные охладители наддувочного воздуха. Автомобильные кондиционеры. Краткий обзор истории холодильной техники. История создания автомобильных кондиционеров. Принципы устройства и схемы кондиционеров и холодильных установок. Кондиционеры с вихревой трубкой. Циклы компрессорных воздушных холодильных установок и кондиционеров. Парокомпрессорные кондиционеры и холодильные установки. Автомобильные парокомпрессорные кондиционеры. Основные схемы парокомпрессорных кондиционеров. Основные детали и агрегаты парокомпрессорных кондиционеров. Конденсатор. Испаритель. Вентиляторы системы кондиционирования. Дросселирующие элементы. Ресивер-осушитель и аккумулятор. Компрессор. Элементы системы управления кондиционером. Системы кондиционирования воздуха.

Отопление и вентиляция. Назначение и классификация систем отопления. Расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха. Тепловые потери и теплопоступления в помещения. Удельные тепловые характеристики. Нагревательные приборы. Типы и характеристики. Расчет площади поверхности нагрева и подбор нагревательных приборов. Системы водяного, парового и воздушного отопления. Использование возобновляемых источников теплоты в системах отопления.

Горячее водоснабжение. Классификация и принципиальные схемы. Основы расчета систем горячего водоснабжения.

Санитарно-гигиенические требования к оборудованию и системам микроклимата. Подбор и компоновка оборудования для очистки воздуха от пыли, систем кондиционирования, расчет аэрационных шахт и воздушно-тепловых завес.

Требования к микроклимату в производственных помещениях. Параметры микроклимата. Балансовые уравнения, характеризующие энергетический режим помещений. Тепловые потери, источники тепло- и влаговыведений. Расчет воздухообмена. Угловой коэффициент тепло- и влагообмена. Испарительное охлаждение помещений. Повышение эффективности систем отопления производственных помещений путем утилизации теплоты удаляемого воздуха.

Схемы отопительно-вентиляционных систем, их анализ. Основы автоматического регулирования микроклимата производственных помещений.

Технологическое потребление теплоты. Горячее водоснабжение.

Расчетные часовые, суточные и годовые тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды. Коэффициент одновременности тепловых нагрузок. Графики расходов теплоты. Удельные нормы теплоснабжения. Определение расчетной тепловой

мощности котельной. Подбор котлов и выбор вспомогательного оборудования котельной. Годовой расход топлива.

Виды систем теплоснабжения. Характеристика различных систем теплоснабжения.

Классификация тепловых сетей. Способы прокладки теплопроводов. Основы гидравлического и теплового расчета сетей. Изоляция теплопроводов.

#### 4.2.3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.

Котельные установки. Типы и назначение. Принципиальная схема котельной установки. Состав котельного агрегата. Тепловой баланс котельного агрегата. КПД котельного агрегата. Определение часового расхода топлива.

Топочные устройства. Классификация топочных устройств. Слоевой, факельный и вихревой способы сжигания топлива. Характеристики топочных устройств.

Котлы. Классификация. Котлы водогрейные и паровые малой и средней мощности для отопительных и отопительно-производственных котельных.

Основные способы и схемы обработки котловой и питательной воды. Нормы качества питательной и котловой воды. Тягодутьевые устройства. Естественная и искусственная тяга. Общие сведения о дутьевом устройстве. Основные сведения по эксплуатации котельных установок. Техника безопасности. Обеспечение надежности и экономичности работы котельных установок. Защита окружающей среды.

Способы очистки котлов и хранение их в межсезонный период.

Теплогенераторы. Назначение и устройство. Типы теплогенераторов и их характеристика. Топливная система. Устройства для сжигания жидкого и газообразного топлива. Автоматика управления и безопасности.

Компрессорные машины. Назначение, типы и области применения компрессорных машин. Поршневые компрессоры. Устройство и работа поршневого компрессора. Действительная индикаторная диаграмма. КПД компрессора. Определение подачи компрессора и потребной мощности для привода. Принцип действия, технические характеристики, конструкции ротационных, винтовых, струйных, центробежных и осевых компрессоров и вентиляторов.

Классификация теплосиловых установок. Роль тепловых электростанций в развитии энергетики страны. Паротурбинные электростанции (конденсационные и с комбинированной выработкой электроэнергии и теплоты). Принципиальные тепловые схемы. КПД тепловых электростанций, расход топлива.

Паровые и газовые турбины. Газовые турбины. Принципиальная тепловая схема газотурбинной установки. Конструкции газотурбинной установки.

Энергия в жизненном цикле технического объекта. Топливо-энергетические ресурсы. Топлива для тепловых двигателей. Параметры топлива. Твердые топлива. Жидкие топлива. Газовые топлива. Альтернативные топлива. Теплоносители.

Потребление и сбережение топливо-энергетических ресурсов. Энергопотребление. Энергосбережение. Показатели энергосбережения. Нормы и нормативы расхода энергоресурсов. Показатели энергосбережения различных типовых объектов. Основные пути энергосбережения в технике.

Экологические проблемы теплотехники. Токсическое воздействие тепловых машин на окружающую среду. Тепловое воздействие энергетических установок на окружающую среду. Акустическое воздействие тепловых машин на окружающую среду.

#### 4.3. Перечень тем лекций.

№ п/п	Тема лекции	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Раздел 1. Теоретические основы термодинамики			
1.	Введение. Параметры состояния и основные законы идеальных газов.	2	2

2.	Газовые смеси. Теплоемкости газов и смесей.	2	–
3.	Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.	2	–
4.	Основные термодинамические процессы.	2	–
5.	Уравнение состояния реальных газов. Водяной пар. Диаграммы водяного пара.	2	–
6.	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха и процессы с ним.	2	–
7.	Термодинамика газовых потоков. Сопла и диффузоры.	2	2
8.	Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.	2	2
9.	Циклы газотурбинных двигателей.	2	–
10.	Циклы паросиловых установок.	2	–
11.	Циклы холодильных установок.	2	
Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и сушка.			
12.	Основы теплопередачи. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2	–
13.	Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.	2	2
14.	Теплообмен излучением.	2	–
15.	Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.	2	2
16.	Общие сведения о системах отопления. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сушка.	2	–
Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.			
17.	Котельные установки. Тепловой баланс и эффективность котельной установки.	2	2
18.	Топливо-энергетические ресурсы. Топлива: его виды и характеристика. Альтернативные топлива.	2	–
19.	Потребление и сбережение топливо-энергетических ресурсов.	2	–
20.	Экологические проблемы теплотехники.	2	–
<b>Всего</b>		<b>40</b>	<b>12</b>

#### 4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров).

Не предусмотрены.

#### 4.5. Перечень тем лабораторных работ.

№ п/п	Тема лабораторной работы	Объём, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Теоретические основы термодинамики.			
1.	Изучение циклов холодильных установок.	2	2
2.	Компрессоры.	2	2
3.	Анализ цикла Тринклера-Саботе.	2	2

3.	Термодинамический анализ цикла ДВС с турбонаддувом.	2	–
4.	Анализ цикла Ренкина паросиловой установки.	2	–
5.	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач.	2	–
6.	Определение параметров влажного воздуха.	2	
Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.			
7.	Системы жидкостного отопления.	2	2
8.	Изучение теплоотдачи горизонтального цилиндра в свободном потоке газа.	4	–
9.	Определение параметров теплообменных аппаратов.	2	–
10.	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло.	2	–
11.	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя).	2	–
12.	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны).	2	–
Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.			
13.	Изучение теплотехнической части котла парообразователя КТ-500.	2	–
14.	Изучение устройство и принципа работы теплогенератора ТГ-1.	2	–
15.	Решение задач	2	–
<b>Всего</b>		<b>34</b>	<b>8</b>

#### 4.6. Виды самостоятельной работы обучающихся и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

##### 4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Подготовка обучающихся к аудиторным занятиям по разделам дисциплины «Теплотехника» заключается в изучении ранее прочитанной лектором лекции по теме занятия и подготовке ответов на вопросы, сформулированные в рабочей тетради. Самостоятельная работа может выполняться в специализированной лаборатории, которая снабжена необходимыми теплотехническими установками, стендами, учебными пособиями, методическими материалами и специальной литературой. Литературу выдает лаборант кафедры, а консультации проводят преподаватели по заранее составленному графику. Лабораторные работы на кафедре выполняются циклами. Перед каждым циклом обучающийся знакомится с контрольными вопросами. По этим вопросам после окончания цикла проводится контроль. Необходимые методические указания и специальную литературу обучающиеся могут получить в библиотеке университета в соответствии с перечнем:

1. Практикум по теплотехники: учебное пособие / И.Б. Журавец, В.Д. Бурдыкин, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 287 с.

2. Термодинамика и теплопередача: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине «Термодинамика и теплопередача» для студентов агроинженерного факультета / И.Б. Журавец, В.Д. Бурдыкин, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 215 с.

3. Термодинамика и теплопередача теплотехнических устройств автомобилей и тракторов: монография / И.Б. Журавец, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – 279 с.

Перечень вопросов для самостоятельной работы представлен в рабочей тетради после каждой работы.

**4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов).**

Не предусмотрены.

**4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ.**

Не предусмотрены.

**4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.**

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
Раздел 1. Теоретические основы термодинамики.				
1	Введение. Параметры состояния и основные законы идеальных газов.	Теплотехника: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Г. Шатров, И.Е. Иванов, С.А. Пришвин и др.; под ред. М.Г. Шатрова. – 3-е изд. стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013 .– С. 8-17	-	1
2	Газовые смеси. Теплоемкости газов и смесей.	там же С. 21-34	-	1
3	Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.	там же С. 45-51	-	1
4	Основные термодинамические процессы.	там же С. 51-52	-	1
5	Изменение энтропии в изолированной системе. Методологические выражения второго закона термодинамики.	там же С.118-120	2	1
6	Эксергия.	там же С. 116	1	1
7	Уравнение состояния реальных газов. Водяной пар. Диаграммы водяного пара.	там же С. 75-82	-	1
8	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха и процессы с ним.	там же С.84-89	2	1
9	Термодинамика газовых потоков. Сопла и диффузоры.	там же С. 89-106	2	1
10	Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.	там же С. 122-132	2	1
11	Циклы газотурбинных двигателей.	там же С. 148-159	1	1
12	Циклы паросиловых установок.	там же С. 159-166	-	1
13	Циклы холодильных установок.	там же С. 168-176	-	1

Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомоби-				
14	Основы теплопередачи. Теплопроводность.	там же С. 214-220	-	1
15	Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.	там же С. 193-194	-	1
16	Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.	там же С. 195	2	1
17	Теплообмен излучением.	там же С. 203-212	2	1
18	Сложный теплообмен. Излучение между животными и ограждающими конструкциями.	там же С. 210	2	1
19	Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.	там же С. 195	2	1
20	Общие сведения о системах отопления. Вентиляция и кондиционирование воздуха.	Практикум по теплотехники: учебное пособие / И.Б. Журавец, В.Д. Бурдыкин, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С.	2	1
21	Автомобильные кондиционеры. Краткий обзор истории холодильной техники. История создания автомобильных кондиционеров. Принципы устройства и схемы кондиционеров и холодильных установок.	Журавец, И.Б. Термодинамика и теплопередача теплотехнических устройств автомобилей и тракторов: монография / И.Б. Журавец, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2015. – С. 165-172.	2	1
22	Кондиционеры с вихревой трубкой. Циклы компрессорных воздушных холодильных установок и кондиционеров. Парокомпрессорные кондиционеры и холодильные установки. Автомобильные парокомпрессорные кондиционеры. Основные схемы парокомпрессорных кондиционеров.	Термодинамика и теплопередача теплотехнических устройств автомобилей и тракторов: монография С.165-172	2	1
Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.				
23	Котельные установки. Тепловой баланс и эффективность котельной установки.	Теплотехника: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Г. Шатров.– С.166-168	1	1
24	Топливо-энергетические ресурсы. Топлива: его виды и характеристика. Альтернативные топлива.	там же С. 246-255	1	1

25	Паровые и газовые турбины. Газовые турбины. Принципиальная тепловая схема газотурбинной установки. Конструкции газотурбинной установки.	там же С. 148-156	1	-
26	Паротурбинные электростанции (конденсационные и с комбинированной выработкой электроэнергии и теплоты). Принципиальные тепловые схемы. КПД тепловых электростанций, расход топлива.	там же С. 159-166	1	-
27	Потребление и сбережение топливно-энергетических ресурсов.	там же С. 246-256	2	-
28	Экологические проблемы теплотехники.	там же С. 256-260	1	-
<b>Всего</b>			<b>30</b>	<b>24</b>

#### 4.6.5. Другие виды самостоятельной работы обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Объем, ч	
		Форма обучения	
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения
1.	Оформление рабочих тетрадей и отчетов по лабораторным работам	40	40
2.	Выполнение контрольной работы	–	60

#### 4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	Лабораторно-практическое занятие	Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач.	Компьютерная симуляция	2
2	Лабораторно-практическое занятие	Определение параметров влажного воздуха.	Компьютерная симуляция	2
3	Лабораторно-практическое занятие	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло.	Компьютерная симуляция	2
4	Лабораторно-практическое занятие	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя).	Компьютерная симуляция	2
5	Лабораторно-практическое занятие	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)	Компьютерная симуляция	2
6	Лабораторно-практическое занятие	Системы жидкостного отопления.	Дискуссия	2
7	Лабораторно-практическое занятие	Определение параметров теплообменных аппаратов.	Дискуссия	2
8	Практическое занятие	Анализ цикла Тринклера-Саботэ	Мозговой штурм	2

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в соответствующем разделе УМК.

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Рекомендуемая литература.

#### 6.1.1. Основная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз. в библи.
1.	Шатров М.Г., Иванов И.Е., Пришвин С.А.	Теплотехника	УМО	Академия	2011	27
2.	Апальков А.Ф.	Теплотехника	УМО	Феникс	2008	50

#### 6.1.2. Дополнительная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1.	Круглов Г.А.	Теплотехника	Лань	2010
2.	Ерофеев В.Л.	Теплотехника	Академкнига	2008
<b>Периодические издания</b>				
3		Теплоэнергетика		
4		Теоретические основы теплотехники. Промышленная теплотехника (Россия)		
5		Вестник Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I <a href="http://www.vsau.ru/files/vestnik">http://www.vsau.ru/files/vestnik</a>		

#### 6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз. в библи.
1	И.Б. Журавец, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина	Термодинамика и теплотехнические устройства: учебно-методическое пособие	Гриф УМО по направлению подготовки «Агроинженерия»	ФГОУ ВПО ВГАУ	2015	100
2	И.Б. Журавец, В.Д. Бурдыкин, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина	Практикум по теплотехнике	–	ФГОУ ВО ВГАУ	2015	50
3	И.Б. Журавец, В.Д. Бурдыкин, А.В. Ворохобин, С.З. Манойлина	Термодинамика и теплопередача: учебно-методическое пособие	–	ФГОУ ВО ВГАУ	2015	25

4	И.Б. Журавец, С.З. Манойлина	Конспект лекций по теплотехнике	–	ФГОУ ВО ВГАУ	2016	50
---	---------------------------------	------------------------------------	---	-----------------	------	----

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины.

1. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс] / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – С. Петербург: Лань, 2012. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=3900](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900).
2. Синявский Ю.В. Сборник задач по курсу теплотехника [электронный ресурс] / Ю.В. Синявский. – М.: ГИОРД, 2010. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=4907](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4907).
3. Кудинов А.А. Теплообмен [электронный ресурс] / А.А. Кудинов. – М.: Издательский Дом "ИНФРА-М", 2012. – Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=238920>.
4. Гордеев А.С. Энергосбережение в сельском хозяйстве [электронный ресурс] / А.С. Гордеев, Д.Д. Огородников, И.В. Юдаев. – С. Петербург: Лань, 2014. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42194](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42194).
5. Новиков И.И. Термодинамика [электронный ресурс] / И.И. Новиков. – С. Петербург, 2009. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=286](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=286).
6. Гидравлика, пневматика и термодинамика: Курс лекций.— Москва ; Москва : Издательский Дом "ФОРУМ": ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2013.— Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=372195>.
7. Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ (<http://library.vsau.ru/>)

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет
ЭБС «Znanium.com»	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
ЭБС издательства «Перспектива науки»	ООО «Перспектива науки»	<a href="http://www.prospektnauki.ru">www.prospektnauki.ru</a>
ЭБС «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a>
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnshb.ru/terminal/">http://www.cnshb.ru/terminal/</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Электронный архив журналов зарубежных издательств	НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru/">http://archive.neicon.ru/</a>
Национальная электронная библиотека	Российская государственная библиотека	<a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>

### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (\*).

**6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1.	Лабораторные занятия, лекции	PowerPoint, Word, Excel, ИСС Кодекс"/"Техэксперт"			+
2.	Самостоятельная работа	Internet Explorer, ИСС "Кодекс"/"Техэксперт"			+
3.	Промежуточный контроль	АСТ-Тест	+		

**6.3.2. Аудио- и видеоматериалы.**

Не предусмотрены.

**6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов.**

Темы лекций, по которым подготовлены презентации:

1. Введение. Параметры состояния и основные законы идеальных газов.
2. Газовые смеси. Теплоемкости газов и смесей.
3. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
4. Уравнение состояния реальных газов. Водяной пар. Диаграммы водяного пара.
5. Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха и процессы с ним.
6. Термодинамика газовых потоков. Сопла и диффузоры.
7. Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Циклы газотурбинных двигателей. Циклы паросиловых установок.
8. Основы теплопередачи. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
9. Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.
10. Теплообмен излучением. Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.

**7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Лекционные аудитории (№109 м.к., №218 м.к., аудитории главного корпуса и модуля)	№109 м.к. и №218 м.к., а также аудитории главного корпуса и модуля, оснащенные: - видеопроекционным оборудованием для презентаций; - средствами звуковоспроизведения; - экраном; - выходом в локальную сеть и Интернет. Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин.
2	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий (лаборатория тепло-	Лаборатория теплотехники (гаражный парк ВГАУ) – Компрессор двухступенчатый поршневой ГСВ 0,6/12 – Лабораторная установка для изучения теплоотдачи го-

	техники, гаражный парк ВГАУ)	<p>ризонтального цилиндра в свободном потоке газа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Весы почтовые РП-100</li> <li>– Холодильная установка АКФВ-4</li> <li>– Паровой котел КТ-500</li> <li>– Двигатель Д-37</li> <li>– Дизель-генератор 2ч 8,5/11 с оборудованием для снятия теплового баланса</li> <li>– Измеритель температурной влажности ТКА и ПКМ-20</li> <li>– Компрессор</li> <li>– Пушка тепловая</li> <li>– Стенд КИ-1363Б</li> <li>– Тепловентилятор</li> <li>– Теплогенератор ТГ-1А</li> <li>– Установка абразивоструйная</li> <li>– Электродвигатель</li> <li>– Прилавок холодильный</li> <li>– Станок настольно-сверлильный</li> <li>– Станок токарно-винторезный</li> <li>– Тиски поворотные</li> <li>– Шкаф электрический</li> </ul>
3	Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации (№219 м.к. и №321 м.к.)	15 компьютеров в каждой аудитории с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3
4	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. №205 м.к., лаборатория теплотехники)	2 компьютеров, принтер, сканер;
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (№219 м.к. и №321 м.к., читальный зал ауд. 232а, читальный зал научной библиотеки)	50 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, профессиональным базам данных ИСС "Кодекс"/"Техэксперт", Гарант, Консультант+, Компас, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу.
6	Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (лаборантские ауд. №204 м.к. отдел оперативного обеспечения учебного процесса ауд. 115а)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 компьютера, сканер, принтера;</li> <li>- специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники</li> </ul>

## 8. Междисциплинарные связи

### Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Машины и оборудование в растениеводстве	СХМ	нет  согласовано	 В.И. Орбинский
Диагностика и техническое обслуживание машин	ЭМТП	нет  согласовано	 Е.В. Пухов

## Приложение 1

## Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Перечень компонен- тов рабочей про- граммы, требующих корректировки	Вид корректировки
Зав. кафедрой тракторов и автомобилей  О.И. Поливаев	июнь 2016 г.	нет	нет
Зав. кафедрой тракторов и автомобилей  О.И. Поливаев	05.09.2016	нет	нет
И.о. зав. кафедрой сель- скохозяйственных машин, тракторов и автомобилей  В.И. Орбинский	16.01.2017	Титульный лист	Изменить название кафедры

