

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

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

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Декан агроинженерного факультета  
Оробинский В.И.

«30» августа 2017 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине Б1.Б.13 «Теплотехника»**

для направления 35.03.06 Агроинженерия, профиль «Технические системы в агробизнесе»,  
профиль «Технический сервис в АПК» – прикладной бакалавриат

квалификация выпускника – бакалавр

Факультет агроинженерный

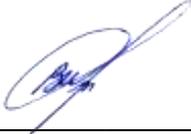
Кафедра сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей

Преподаватель, подготовивший рабочую программу: \_\_\_\_\_

к.с.х.н., доцент Манойлина С.З.

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015 года № 1172 и зарегистрированным в Министерстве юстиции Российской Федерации 12 ноября 2015 г, регистрационный номер №39687.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей (протокол № 1 от 30 августа 2017 года).

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ **В.И. Орбинский**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 1 от 30 августа 2017 года).

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

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

**Предметом** дисциплины являются основные положения и законы технической термодинамики, теплообмена и основ теплопередачи, теория тепловых машин и энергосиловых установок.

**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. Б.13 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 Б1. Б.13 относится к базовой части блока образовательных программ.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОПК-4	способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знать:</b> методики расчета термодинамических параметров циклов ДВС, цикла Ренкина, основных характеристик влажного воздуха и газовых потоков</li> <li>- <b>уметь:</b> осуществлять сбор необходимой информации для расчета процессов теплопроводности, конвекции, излучения</li> <li>- <b>иметь навыки и / или опыт деятельности:</b> термодинамического расчета циклов тепловых машин с целью их форсирования и повышения экономичности</li> </ul>
ОПК-6	способностью проводить и оценивать результаты измерений	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знать:</b> основные законы технической термодинамики и теплообмена и теплопередачи; термодинамических процессов</li> <li>- <b>уметь:</b> анализировать и оценивать результаты термодинамического анализа циклов ДВС, ГТУ, теплообменных аппаратов, испытаний компрессора, холодильной установки;</li> <li>- <b>иметь навыки и / или опыт деятельности:</b> проведения исследований процессов теплопроводности, конвекции, излучения, применения теории теплового подобия для стационарных условий теплообмена</li> </ul>

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	объём часов	всего часов
		4 семестр	2 курс
Общая трудоёмкость дисциплины	4/144	4/144	4/144
Общая контактная работа*	66,75	66,75	18,75
Общая самостоятельная работа (по учебному плану)	77,25	77,25	125,25
Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч.	66,5	66,5	18,5
лекции	34	34	10
практические занятия			
лабораторные работы	32	32	8
групповые консультации	0,5	0,5	0,5
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий ***	59,25	59,25	108
Контактная работа текущего контроля, в т.ч.			
защита контрольной работы			
защита расчетно-графической работы			
Самостоятельная работа текущего контроля, в т.ч.			
выполнение контрольной работы			
выполнение расчетно-графической работы			
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч.	0,25	0,25	0,25
курсовая работа			
курсовой проект			
зачет			
экзамен	0,25	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч.	17,75	17,75	17,75
выполнение курсового проекта			
выполнение курсовой работы			
подготовка к зачету			
подготовка к экзамену	17,75	17,75	17,75
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен, курсовой проект (работа))	экзамен	экзамен	экзамен

## 4. Содержание дисциплины

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СР
очная форма обучения					
1.	Теоретические основы термодинамики	20	-	12	28
2.	Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей	10	-	14	18
3.	Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики	4	-	6	13,25
заочная форма обучения					
1.	Теоретические основы термодинамики	4	-	6	48
2.	Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей	4	-	2	36
3.	Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики	2	-	-	24

### 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, изотермический 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
<b>Раздел 1. Теоретические основы термодинамики</b>			
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	–
8.	Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.	2	2
9.	Циклы газотурбинных двигателей.	2	–
10.	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных установок.	2	–
<b>Итого по разделу 1</b>		<b>20</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и сушка.</b>			
11.	Основы теплопередачи. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности.	2	–
12.	Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.	2	2
13.	Теплообмен излучением.	2	–
14.	Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.	2	2
15.	Общие сведения о системах отопления. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сушка.	2	–
<b>Итого по разделу 2</b>		<b>10</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.</b>			
16.	Котельные установки. Тепловой баланс и эффективность котельной установки.	–	2
17.	Топливо-энергетические ресурсы. Топлива: его виды и характеристика. Альтернативные топлива.	2	–
18.	Потребление и сбережение топливо-энергетических ресурсов. Экологические проблемы теплотехники.	2	–
<b>Итого по разделу 3</b>		<b>4</b>	<b>2</b>
<b>Всего</b>		<b>34</b>	<b>10</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
<b>Раздел 1. Теоретические основы термодинамики.</b>			
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	–
<b>Итого по разделу 1</b>		<b>12</b>	<b>6</b>
<b>Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.</b>			
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	–
<b>Итого по разделу 2</b>		<b>14</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.</b>			
13.	Изучение теплотехнической части котла парообразователя КТ-500.	2	–
14.	Изучение устройство и принципа работы теплогенератора ТГ-1.	2	–
15.	Решение задач	2	–
<b>Итого по разделу 3</b>		<b>6</b>	<b>–</b>
<b>Всего</b>		<b>32</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	Объём, ч форма обучения	
			очная	заочная
<b>Раздел 1. Теоретические основы термодинамики.</b>				
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	2	2
2	Газовые смеси. Теплоемкости газов и смесей.	там же С. 21-34	2	4
3	Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.	там же С. 45-51	2	4
4	Основные термодинамические процессы.	там же С. 51-52	2	4
5	Изменение энтропии в изолированной системе. Методологические выражения второго закона термодинамики.	там же С.118-120	2	2
6	Эксергия.	там же С. 116	2	4
7	Уравнение состояния реальных газов. Водяной пар. Диаграммы водяного пара.	там же С. 75-82	2	4
8	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха и процессы с ним.	там же С.84-89	2	4

9	Термодинамика газовых потоков. Сопла и диффузоры.	там же С. 89-106	3	4
10	Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно.	там же С. 122-132	3	4
11	Циклы газотурбинных двигателей.	там же С. 148-159	2	4
12	Циклы паросиловых установок.	там же С. 159-166	2	4
13	Циклы холодильных установок.	там же С. 168-176	2	4
<b>Итого по разделу 1</b>			<b>28</b>	<b>48</b>
<b>Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей.</b>				
14	Основы теплопередачи. Теплопроводность.	там же С. 214-220	2	4
15	Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.	там же С. 193-194	2	4
16	Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.	там же С. 195	2	4
17	Теплообмен излучением.	там же С. 203-212	2	4
18	Сложный теплообмен. Излучение между животными и ограждающими конструкциями.	там же С. 210	2	4
19	Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.	там же С. 195	2	4
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	4
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	4
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	4
<b>Итого по разделу 2</b>			<b>18</b>	<b>36</b>
<b>Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики.</b>				

23	Котельные установки. Тепловой баланс и эффективность котельной установки.	Теплотехника: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / М.Г. Шатров.– С.166-168	2	4
24	Топливо-энергетические ресурсы. Топлива: его виды и характеристика. Альтернативные топлива.	там же С. 246-255	2	4
25	Паровые и газовые турбины. Газовые турбины. Принципиальная тепловая схема газотурбинной установки. Конструкции газотурбинной установки.	там же С. 148-156	3,25	4
26	Паротурбинные электростанции (конденсационные и с комбинированной выработкой электроэнергии и теплоты). Принципиальные тепловые схемы. КПД тепловых электростанций, расход топлива.	там же С. 159-166	2	4
27	Потребление и сбережение топливо-энергетических ресурсов.	там же С. 246-256	2	4
28	Экологические проблемы теплотехники.	там же С. 256-260	2	4
<b>Итого по разделу 3</b>			<b>13,25</b>	<b>24</b>
<b>Всего</b>			<b>59,25</b>	<b>108</b>

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

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1.	Оформление рабочих тетрадей и отчетов по лабораторным работам

#### 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 за-	Определение коэффициента теплоотдачи при свободной	Компьютерная симуляция	2

	нятие	конвекции (метод струны)		
6	Лабораторно-практическое за-нятие	Системы жидкостного отопле-ния.	Дискуссия	2
7	Лабораторно-практическое за-нятие	Определение параметров теп-лообменных аппаратов.	Дискуссия	2
8	Практическое за-нятие	Анализ цикла Тринклера-Саботэ	Мозговой штурм	2

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в фонде оценочных средств по данной дисциплине (в виде отдельного документа).

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература.

#### 6.1.1. Основная литература.

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Апальков А. Ф. Теплотехника: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 190207 - "Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды / А. Ф. Апальков - Ростов н/Д: Феникс, 2008 - 187 с.	46
2	Журавец И. Б. Конспект лекций по теплотехнике: учебное пособие [для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки 35.03.06 "Агроинженерия"] / И. Б. Журавец, С. В. Манойлина; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016 - 286 с. [ЦИТ 15127] [ПТ]	75
3	Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подготовки "Эксплуатация назем. транспорта и назем. оборудования" / [М.Г. Шатров] [и др.] - М.: Академия, 2011 - 288 с.	26

#### 6.1.2. Дополнительная литература.

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Ерофеев В. Л. Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Эксплуатация транспортных средств" ... / В. Л. Ерофеев, П. Д. Семенов, А. С. Пряхин - М.: Академкнига, 2008 - 488 с.	30
2	Журавец И. Б. Термодинамика и теплотехнические устройства: учебное пособие для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки "Агроинженерия" / И. Б. Журавец, А. В. Ворохобин, С. З. Манойлина; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015 - 308 с. [ЦИТ 12041] [ПТ]	71
3	Круглов Г. А. Теплотехника [электронный ресурс]: учеб. пособие / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова - Москва: Лань, 2012 - 208 с. [ЭИ] [ЭБС Лань]	ЭИ

4.	Практикум по теплотехнике: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине "Теплотехника" для студентов агроинженерного факультета, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 (110800) "Агроинженерия" профили: "Технические системы в Агробизнесе", "Электрооборудование и электротехнологии в АПК", "Технологическое оборудование для хранения и переработки сельхозпродукции", "Технический сервис в АПК" / И. Б. Журавец [и др.]; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015 - 200 с. [ЦИТ 13117] [ПТ]	58
5.	Термодинамика и теплопередача: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине "Термодинамика и теплопередача" для студентов 2 курса агроинженерного факультета / И. Б. Журавец [и др.]; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2015 - 212 с. [ЦИТ 12800] [ПТ]	21

### 6.1.3. Методические издания.

№ п/п	Перечень и реквизиты литературы (автор, название, год и место издания)	Кол-во экз. в библиотеке.
1	Теплотехника [Электронный ресурс]: рабочая тетрадь и методические указания для выполнения лабораторных работ для обучающихся 2 курса очной и заочной формы обучения агроинженерного факультета по направлению 35.03.06 "Агроинженерия" / Воронежский государственный аграрный университет ; [сост. : И. Б. Журавец, А. В. Ворохобин, С. З. Манойлина] - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2019 [ПТ]	ЭИ

### 6.1.4. Периодические издания.

№ п/п	Перечень периодических изданий
1.	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-
2.	Механизация и электрификация сельского хозяйства - Москва: Б.и., 1980-
3.	Сельский механизатор: [журнал] / учредитель : ООО "Нива" - Москва: Нива, 1958-
4.	Техника в сельском хозяйстве: Производственно-технический журнал / Учредитель : АНО "Редакция журнала "Техника в сельском хозяйстве" - Москва: Редакция журнала "Техника в сельском хозяйстве", 1958-
5.	Тракторы и сельхозмашины: ежемесячный научно-практический журнал: [16+] / учредитель: ООО "Редакция журнала "ТСМ" - Москва: Редакция журнала "ТСМ", 1958-

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

1. 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 «Перспектив науки»	ООО «Перспектив 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.cnsheb.ru/terminal/">http://www.cnsheb.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>

### Порталы заводов

1. Минский тракторный завод [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.belarus-tractor.com/>.
2. Концерн «Тракторные заводы» [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.tplants.com/>.
3. Ростсельмаш [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Ростов- на-Дону, 2015. – Режим доступа: <http://www.rostselmash.com>.
4. John Deere [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – USA: Illinois, 2015. – Режим доступа: <http://www.deere.com>.
5. New Holland [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Global Web Site, 2015. – Режим доступа: <http://www.newholland.com>.
6. Claas [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Germany: Harsewinkel, 2015. – Режим доступа: <http://www.claas.com>.

### Агроресурсы

1. Росинформагротех: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. – <http://www.rosinformagrotech.ru/>
2. Стандартинформ. Группа 65 «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО». – <http://www.gostinfo.ru/>

### Зарубежные агроресурсы

1. AGRICOLA: — Национальная сельскохозяйственная библиотека США (National Agricultural Library) создает самую значительную в мире аграрную библиотеку AGRICOLA. В

этой БД свыше 4 млн. записей с рефератами, отражающими мировой информационный поток. — <http://agricola.nal.usda.gov/>

2. AGRIS : International Information System for the Agricultural Sciences and Technology : Международная информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям. — <http://agris.fao.org/>

3. Agriculture and Farming : agricultural research, farm news, pest management policies, and more : Официальные информационные сервисы Правительства США по сельскому хозяйству. — <http://www.usa.gov/Citizen/Topics/Environment-Agriculture/Agriculture.shtml>

4. CAB Abstracts создает сельскохозяйственное бюро британского Содружества (Agricultural Bureau of the British Commonwealth — CAB International). CAB International проводит экспертизу научной значимости журналов, издаваемых в разных странах, приобретает 11 тыс. журналов, признанных лучшими, и реферировать статьи из них. В БД около 5 млн. записей с 1973 г. на английском языке. — <http://www.cabdirect.org/>

5. Food Science and Technology Abstracts (FSTA): Международный информационный центр по проблемам продовольствия (International Food Information System) . В БД отражены и реферированы около 1 млн. публикаций, имеющих отношение к производству и безопасности продуктов питания. — <http://www.fstadirect.com/>

6. PubMed Central (PMC) : Электронный архив полнотекстовых журналов по биологии и медицине. — <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>

7. ScienceResearch.com: Поисковый портал. — <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/about.html>

### Сайты и порталы по агроинженерному направлению

1. АгроБаза: портал о сельхозтехнике и сельхозоборудовании. — <https://www.agrobase.ru/>
2. АгроСервер.ру: российский агропромышленный сервер. — <http://www.agroserver.ru/>
3. ВИМ: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. — <http://vim.ru/>
4. Все ГОСТы. — <http://vsegost.com/>
5. Каталог всех действующих в РФ ГОСТов. — <http://www.gostbaza.ru/>
6. Российское хозяйство. Сельхозтехника. — <http://rushoz.ru/selhoztehnika/>
7. Сборник нормативных материалов на работы, выполняемые машинно-технологическими станциями (МТС). — <http://library.sgau.ru/public/normatin.pdf>
8. Сельхозтехника хозяину. — <http://hoztehnikka.ru/>
9. Система научно-технической информации АПК России. — <http://snti.aris.ru/>
10. TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники. — <http://techserver.ru/>

### Журналы

1. Автосервис. — <http://панор.рф/journals/avtoservis/>
2. Самоходные машины и механизмы. — <http://панор.рф/journals/smm/>
3. Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. — <http://панор.рф/journals/selhoztehnika/>

#### 6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины.

##### 6.3.1. Программное обеспечение общего назначения.

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux (ALT Linux)	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice / LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader ПК	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer	ПК в локальной сети ВГАУ

5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

### 6.3.2. Специализированное программное обеспечение.

Не предусмотрено

### 6.3.3. Профессиональные базы данных и информационные системы.

№	Название	Размещение
1	Справочная правовая система Гарант	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 6.3.4. Аудио- и видеопособия.

№ п/п	Вид пособия	Наименование пособия
1.	Видеофильм	Большой скачок. Альтернативное топливо
2.	Видеофильм	Сжиженные газы
3.	Видео нарезка	Реактивные двигатели
4.	Видеофильм	Энергетика

### 6.3.5. Компьютерные презентации учебных курсов.

№ п/п	Темы лекций, по которым подготовлены презентации
Раздел 1. Теоретические основы термодинамики	
1.	Введение. Параметры состояния и основные законы идеальных газов
2.	Газовые смеси. Теплоемкости газов и смесей.
3.	Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
4.	Основные термодинамические процессы.
5.	Уравнение состояния реальных газов. Водяной пар. Диаграммы водяного пара.
6.	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха и процессы с ним
7.	Термодинамика газовых потоков. Сопла и диффузоры.
8.	Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Цикл Карно. Циклы газотурбинных двигателей. Циклы паросиловых установок.
9.	Циклы газотурбинных двигателей.
10.	Циклы паросиловых установок.
11.	Циклы холодильных установок.
Раздел 2. Основы теплопередачи. Теплоснабжение и теплотехнические устройства автомобилей	
12.	Основы теплопередачи. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
13.	Конвекция. Уравнение Ньютона. Подобие процессов теплоотдачи.
14.	Теплообмен излучением. Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.
15.	Критериальные уравнения конвекции. Коэффициент теплоотдачи. Теплопередача.
16.	Общие сведения о системах отопления. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Сушка.
Раздел 3. Теплоэнергетические установки. Проблемы и перспективы теплоэнергетики	

17.	Котельные установки. Тепловой баланс и эффективность котельной установки.
18.	Топливо-энергетические ресурсы. Топлива: его виды и характеристика. Альтернативные топлива.
19.	Потребление и сбережение топливо-энергетических ресурсов.
20.	Экологические проблемы теплотехники

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

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13
	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а. 218
	Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: компрессор двухступенчатый поршневой ГСВ 0,6/12; лабораторная установка для изучения теплоотдачи горизонтального цилиндра в свободном потоке газа; весы почтовые РП-100; холодильная установка АКФВ-4; паровой котел КТ-500; двигатель Д-37; дизель-генератор 2ч 8,5/11 с оборудованием для снятия теплового баланса; измеритель температурной влажности ТКА и ПКМ-20; пушка тепловая; стенд КИ-1363Б; тепловентилятор; теплогенератор ТГ-1А; установка абразивоструйная; электродвигатель; прилавок холодильный; станок настольно-сверлильный; станок токарно-винторезный; тиски поворотные; шкаф электрический	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 6А, лаборатория теплотехники
	Лаборатория, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций,	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.219 (с 16 до 20 ч.)

<p>учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: тракторы (разрезы), автомобили (разрезы), вал отбора мощности трактора (разрез)</p> <p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: комплект мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test, мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия</p> <p>Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test</p>	<p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 13, а.321 (с 16 до 20 ч.)</p> <p>394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а (читальный зал студентов)</p>
--	---

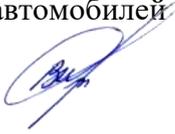
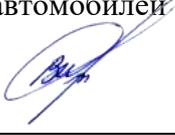
## 8. Междисциплинарные связи

### 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
Машины и оборудование в растениеводстве	Сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей	нет  согласовано
Диагностика и техническое обслуживание машин	Эксплуатации транспортных и технологических машин	нет  согласовано
Технология ремонта машин	Эксплуатации транспортных и технологических машин	нет  согласовано



**Приложение 2**  
**Лист периодических проверок рабочей программы**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	30.08.2017	Нет Рабочая программа актуализирована для 2017-2018 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	22.06.2018	Нет Рабочая программа актуализирована для 2018-2019 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	17.06.2019	Нет Рабочая программа актуализирована для 2019-2020 учебного года	нет
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	14.05.2020	Есть Рабочая программа актуализирована для 2020-2021 учебного года	п. 6.1
Оробинский В.И., зав. кафедрой сельскохозяйственных машин, тракторов и автомобилей 	08.06.2021	Нет Рабочая программа актуализирована для 2021-2022 учебного года	нет