


Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный аграрный университет»

СОГЛАСОВАНО

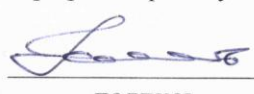
Декан инженерного факультета

  
\_\_\_\_\_ Д.Н. Пирожков  
подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ И.А. Косачев  
подпись

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.

Кафедра «Сельскохозяйственная техника и технологии»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Теплотехника»

Направление подготовки  
35.03.06 – «Агроинженерия»

Профили подготовки  
«Технические системы в агробизнесе»  
«Технический сервис в агропромышленном комплексе»  
«Электрооборудование и электротехнологии»  
«Технологическое оборудование для хранения и переработки  
сельскохозяйственной продукции»

Квалификация (степень) выпускника – «бакалавр»

Барнаул 2015

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования от 20.10.2015 по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия», в соответствии с учебным планом, утвержденным ученым советом университета в 2015 г. по профилям:

- «Технические системы в агробизнесе»;
- «Технический сервис в агропромышленном комплексе»;
- «Электрооборудование и электротехнологии»;
- «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

Рассмотрена на заседании кафедры,  
протокол № 3 от 25 ноября 2015 г.

Зав. кафедрой  
д.т.н., профессор  
ученая степень, ученое звание



подпись

В.И. Беляев

И.О. Фамилия

Одобрена на заседании методической комиссии инженерного факультета,  
протокол № 5 от 25 ноября 2015 г.

Председатель методической комиссии  
к.т.н., доцент  
ученая степень, ученое звание



подпись

В.В. Садов

И.О. Фамилия

Составители:

к.т.н., доцент, доцент  
ученая степень, ученое звание, должность



подпись

В.В. Щербинин

И.О. Фамилия

Лист внесения дополнений и изменений  
в рабочую программу учебной дисциплины  
«Теплотехника»

**на 2016 - 2017 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Изменений нет.
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

<u>К.И. Солдатов</u> ученая степень, должность	<u>[подпись]</u> подпись	<u>В.В. Шереметев</u> И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

<u>д.т.н., проф.</u>	<u>[подпись]</u>	<u>В.И. Белев</u>
_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

**на 2017 - 2018 учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Изменений нет.
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

<u>К.И. Солдатов</u> ученая степень, должность	<u>[подпись]</u> подпись	<u>В.В. Шереметев</u> И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

<u>д.т.н., проф.</u>	<u>[подпись]</u>	<u>В.И. Белев</u>
_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

**на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

**на 201\_\_ - 201\_\_ учебный год**

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Составители изменений и дополнений:

_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия
_____	_____	_____
ученая степень, должность	подпись	И.О. Фамилия

Зав. кафедрой

_____	_____	_____
ученая степень, ученое звание	подпись	И.О. Фамилия

## Оглавление

1. Цель и задачи освоения дисциплины.....	5
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО.....	5
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	6
4. Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий.....	7
5. Тематический план изучения дисциплины.....	8
6. Образовательные технологии.....	13
7. Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	14
7.1 Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости.....	14
7.2 Характеристика фондов оценочных средств для промежуточной аттестации.....	18
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	21
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – формирование у студентов совокупности знаний по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты.

**Задачи дисциплины:** изучение основных законов термодинамики и тепломассообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств рабочих тел, основ расчета теплообменных аппаратов, горения, энергосбережения, вторичных энергоресурсов, возобновляемых источников энергии, теплоэнергетических и холодильных установок, использования теплоты в сельскохозяйственном производстве, теплоснабжения, связи теплоэнергетических и теплоиспользующих установок с проблемой защиты окружающей среды.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б3.Б.4 «Теплотехника» входит в базовую часть профессионального цикла федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 110800 – Агроинженерия, профили подготовки 110801 – Технические системы в агробизнесе, 110802 – Электрооборудование и электротехнологии, 110803 – Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, 110804 – Технический сервис в агропромышленном комплексе.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Теплотехника», являются физика, математика, конструкция тракторов и автомобилей.

Полученные знания по дисциплине «Теплотехника» используются в процессе освоения дисциплин: тракторы и автомобили, сельскохозяйственные машины, топливо и смазочные материалы, техника и технологии в сельском хозяйстве, машины и технологии в животноводстве, электрические машины, электропривод, электроснабжение, технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, технология технического сервиса машин, технология ремонта машин.

Таблица 2.1 – Сведения о дисциплинах, на которые опирается содержание данной дисциплины

Наименование дисциплины, других элементов учебного плана	Перечень разделов
Физика	Термодинамика
Математика	Основные понятия и методы математического анализа, дифференциального и интегрального исчисления, теории вероятностей и математической статистики, статистических методов обработки экспериментальных данных
Конструкция тракторов и автомобилей	Рабочие процессы и устройство ДВС. Устройство поршневого компрессора

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки по рациональному использованию теплоэнергетических установок и теплоиспользующего оборудования, преобразованию и использованию энергии, тепловой защите зданий и сооружений.

Для достижения данного результата необходимо сформировать следующие компетенции (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Сведения о компетенциях и результатах обучения, формируемых данной дисциплиной

Содержание компетенций, формируемых полностью или частично данной дисциплиной	Коды компетенций в соответствии с ФГОС ВПО	Перечень результатов обучения, формируемых дисциплиной		
		По завершении изучения данной дисциплины выпускник должен		
		знать	уметь	владеть
Способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена	ОПК-4	Способы преобразования энергии; законы термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств рабочих тел, используемых в сельскохозяйственном производстве, горения, энергосбережения; способы теплообмена; принципы действия и устройство теплоэнергетических установок и теплоиспользующего оборудования, применяемых в отрасли; системы теплообеспечения.	Рассчитывать состояние рабочих тел, термодинамические процессы и циклы, теплообменные процессы, аппараты и другие основные теплотехнические устройства отрасли; определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения; рассчитывать и выбирать рациональные системы теплообеспечения, преобразования и использования энергии.	Методикой выбора рабочих тел, теплогенерирующего и теплоиспользующего оборудования, теплоизоляционных материалов; методов интенсификации процессов теплообмена, тепловой защиты зданий, сооружений и оборудования, контроля качества теплотехнических процессов и участвующих в них сред; средствами и методами повышения безопасности и экологичности теплотехнических средств технологических процессов.

#### 4. Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Для освоения программы предусматриваются следующие виды занятий: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа. Распределение программного материала по видам занятий и последовательность его изучения определяются рабочим учебным планом (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий, реализуемой по учебным планам, указанным на обороте титульного листа настоящего документа.

Вид занятий	очное	заочное
	семестр	курс
	3	2
1. Аудиторные занятия, часов, всего	66	
в том числе:		
1.1. Лекции	34	8
1.2. Лабораторные работы	16	6
1.3. Практические (семинарские) занятия	16	4
2. Самостоятельная работа, часов, всего	15	81
в том числе:		
2.1. Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		
2.2. Расчетно-графическое задание (РГР)		
2.3. Самостоятельное изучение разделов	8	24
2.4. Текущая самоподготовка	7	24
2.5. Подготовка и сдача зачета (экзамена)	27	9
2.6. Контрольная работа (К)		24
Итого часов (стр. 1 + стр. 2)	108	108
Форма промежуточной аттестации	Э	Э
Общая трудоемкость, зачетных единиц	3	3

## 5. Тематический план изучения дисциплины

Таблица 5.1 – Тематический план изучения дисциплины, реализуемой по учебным планам, указанным на обороте титульного листа настоящего документа.

Наименование темы	Изучаемые вопросы	Объем часов				Форма текущего контроля
		Лекции	Лабораторные работы	Практические (семинарские) занятия	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Техническая термодинамика</b>						
Введение. Общие вопросы. Основные понятия и определения.	Предмет. Связь теплотехники с другими отраслями знаний. Основные исторические этапы становления теплотехники. Значение теплотехники в с.-х. производстве. Основные понятия и определения. Теплота и работа как формы передачи энергии. Предмет и методы технической термодинамики. Термодинамическая система. Уравнение состояния идеальных газов.	1	2	2		ЛР
Газовые смеси.	Смеси идеальных газов. Состав смеси. Определение параметров смеси. Закон Дальтона.	1		1		
Теплоёмкость газов.	Теплоемкость. Массовая, объемная и мольная теплоемкость газа. Формулы и таблицы для определения теплоемкости газов. Теплоемкости смеси газов.	1		1		
Первый закон термодинамики.	Первый закон термодинамики. Содержание закона и его формулировка. Внутренняя энергия и ее свойства. Энтальпия газов. Работа газа, ее определение и графическое изображение.	1		1		
Термодинамические процессы идеального газа.	Исследование термодинамических процессов. Политропный процесс. Основные термодинамические процессы. Их графическое изображение.	2		2		
Энтропия идеального газа.	Энтропия газов. Система координат $s$ - $T$ .	1				
Второй закон термодинамики.	Второй закон термодинамики. Содержание закона и его формулировки. Цикл Карно. Понятие об эксэргии.	1		1		



1	2	3	4	5	6	7
Циклы тепловых двигателей.	Термодинамические циклы поршневых ДВС и ГТУ. Термический к.п.д. цикла. Сравнение циклов.	2		2	4	
Компрессорные машины. Циклы компрессоров.	Компрессорные машины. Назначение, типы, области, применения компрессорных машин. Устройство и принцип работы поршневого компрессора. Рабочий процесс одноступенчатого поршневого компрессора и изображение его в координатах V-P. Термодинамическое обоснование многоступенчатого сжатия. Работа и привод компрессора. Действительная индикаторная диаграмма. К.П.Д. компрессора. Определение работы, расходуемой на сжатие и подачу воздуха в одноступенчатом компрессоре. Определение производительности и потребности мощности для привода. Многоступенчатые компрессоры, промежуточное охлаждение воздуха. Техника безопасности.	2	6			ЛР
Водяной пар.	Водяной пар. Процесс образования пара. Диаграммы s-T и s-i для водяного пара. Диаграмма водяного пара и изображение в нем основных термодинамических процессов.	1		2		
Истечение газов и паров. Дросселирование.	Истечение газов и паров. Исследование адиабатного процесса истечения. Режимы истечения. Дросселирование газов и паров. Изменение состояния газа и пара при дросселировании. Процесс дросселирования в координатах s-i. Понятие о температуре инверсии.	1	4			ЛР
Паросиловые установки. Цикл Ренкина.	Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина, его исследование.	2		2		
<b>Основы теории теплообмена.</b>						
Основы теплообмена. Теплопроводность. Конвективный теплообмен.	Основы теории теплообмена. Способы распространения теплоты. Теплопроводность. Температурное поле. Температурный градиент. Закон Фурье. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рихмана. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Теплообмен при кипении жидкости и при конденсации пара. Пузырьковое и пленочное кипение. Пленочная и капельная конденсация.	2			1	
Лучистый теплообмен. Теплопередача.	Теплообмен излучением. Теплопередача. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки. Тепловая изоляция.	2				
Расчет теплообменных аппаратов. Основы массообмена.	Классификация теплообменных аппаратов. Расчет теплообменных аппаратов. Теплообмен. Основные положения. Числа подобия в процессах теплообмена.	2		2		

1	2	3	4	5	6	7
<b>Теплоэнергетические установки</b>						
Топливо и процессы горения.	Виды, состав топлива и его характеристики. Теплота сгорания. Коэффициент избытка воздуха.	1				
Котельные установки	Котельные установки. Котельные установки, их типы и назначение. Принципиальная схема котельной установки. Тепловой баланс котельного агрегата. Топливные устройства. Классификация топочных устройств и общие требования к ним. Тепловой баланс топочного устройства и теплопередача в топке. Котлы. Классификация котлов. Внутрикотловые процессы. Элементы котельного агрегата. Пароперегреватели. Водяные экономайзеры и воздухоподогреватели. Каркас и обмуровка котла. Арматура и гарнитура котельных агрегатов. Тягодутьевые устройства и золоулавливание. Естественная и искусственная тяга. Эксплуатация котельных установок. Основные сведения по эксплуатации котельных установок. Техника безопасности. Испытания котельных агрегатов.	2				
Отопительные приборы. Теплогенераторы.	Теплогенераторы. Назначение и устройство теплогенератора. Типы теплогенераторов и их характеристики. Водонагреватели. Типы газовых водонагревателей и области их применения. Газовые отопительные приборы. Назначение, устройство и принцип работы.	0,5			1	
Теплосиловые установки.	Классификация теплосиловых установок. Паротурбинные конденсационные электростанции (КЭС). Теплофикация и пути ее развития. Дизельные и газотурбинные электростанции. Атомные электростанции. Прочие теплосиловые установки. Перспективы развития энергетических установок.	0,5			2	
<b>Применение теплоты в сельском хозяйстве.</b>						
Применение теплоты в сельском хозяйстве.	Применение теплоты в сельском хозяйстве. Роль теплоты в энергетическом балансе сельского хозяйства. Классификация потребителей теплоты в сельском хозяйстве. Основы теплофизики сельскохозяйственных производственных сооружений. Явление тепло-, влажа- и воздухообмена через наружные ограждения и их взаимосвязь. Теплообмен в помещении. Воздухопроницаемость материалов и конструкций, и тепловой режим сельскохозяйственных сооружений.	0,5			2	
Влажный воздух. Процесс сушки продуктов сельскохозяйственного производства.	Влажный воздух. Основные параметры влажного воздуха. Диаграмма d-i. Теоретические и действительные процессы сушки в d-i – диаграмме. Сушка продуктов сельскохозяйственного производства. Классификация сушилок. Основы теории сушки. Кинематика процесса сушки. Тепло- и массообмен в процессе сушки. Принципиальные схемы конвективных сушилок.	2	4	2		ЛР

1	2	3	4	5	6	7
Системы отопления и вентиляции	Общие сведения о системах отопления, вентиляции и кондиционировании. Отопление и вентиляция. Назначение и классификация систем отопления и вентиляции. Определение теплотерь зданием по удельной тепловой характеристике. Кондиционирование воздуха. Назначение и сущность кондиционирования. Классификация систем кондиционирования. Схемы вентиляции зданий. Воздушное отопление. Центральные системы водяного отопления. Водяное отопление с естественной и насосной циркуляцией. Нагревательные приборы. Назначение, типы и характеристики нагревательных приборов для систем отопления. Горячее водоснабжение. Классификация систем и принципиальные схемы.	2			1	
Применение теплоты в животноводческих комплексах.	Применение теплоты в животноводческих фермах и комплексах. Требования к микроклимату животноводческих и птицеводческих помещений. Нормы воздухообмена. Схемы отопительно-вентиляционных систем. Основы расчета систем отопления и вентиляции. Горячее водоснабжение ферм и комплексов. Определение расхода тепла на технологические нужды.	0,5			2	
Применение теплоты в культивационных сооружениях.	Обогрев сооружений защищенного грунта. Типы культивационных сооружений. Различные виды обогрева. Тепловой баланс культивационного сооружения. Местное и центральное теплоснабжение сооружений защищенного грунта.	0,5			2	
Применение холода в сельском хозяйстве. Циклы холодильных машин.	Применение холода в сельском хозяйстве. Потребители холода в сельском хозяйстве. Классификация холодильных машин и установок. Термодинамический цикл паровой компрессорной холодильной установки. Холодильные машины и аппараты, применяемые в сельском хозяйстве. Принцип работы тепловых насосов. Теплотехнические основы хранения сельскохозяйственных продуктов. Народнохозяйственное значение организации хранения сельскохозяйственных продуктов на месте их производства. Классификация предприятий по хранению фруктов, овощей и продуктов животноводства. Оптимальные параметры микроклимата в хранилищах. Способы создания оптимальных условий хранения и состава газовой среды. Тепловые схемы и компоновка технологического оборудования. Основные расчеты, определение расходов воздуха, тепла, холода. Технико-экономические показатели	2			1	

1	2	3	4	5	6	7
Системы теплоснабжения в сельском хозяйстве.	Системы теплоснабжения и тепловые сети в сельском хозяйстве. Расчетные часовые, суточные и годовые тепловые нагрузки на отопление, вентиляцию, горячее водоснабжение и технологические нужды. Виды систем теплоснабжения. Классификация тепловой сети. Техничко-экономическое обоснование выбора системы теплоснабжения. Себестоимость теплоты в сельском хозяйстве. Техничко-экономическая оценка системы теплоснабжения				2	
Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве.	Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве. Использование в сельском хозяйстве природных энергоресурсов: энергии солнца, термальных вод, теплоты земли. Использование вторичных энергоресурсов промышленных и животноводческих предприятий, тепловых и атомных электростанций. Использование биогазов в сельском хозяйстве. Техничко-экономические показатели применения теплоты в сельском хозяйстве	0,5			1	
	Всего по разделу	34	16	16		
	Подготовка к экзамену				27	Э
	<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	34	16	16	15	
		108				

Таблица 5.3. – Перечень лабораторных работ

№ раздела	Перечень лабораторных работ	Кол-во часов
1	Средства теплотехнических измерений	2
	Методы определения расхода газов	4
	Поршневой компрессор и его испытания	6
4	Определение параметров влажного воздуха и расчет процесса сушки.	4

Таблица 5.4. – Перечень практических работ

№ раздела	Перечень практических работ	Кол-во часов
1	Общие вопросы. Смеси газов. Теплоемкость газов.	2
1	Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы.	2
1	Второй закон термодинамики. Циклы ДВС и ГТУ.	2
1	Циклы компрессоров. Водяной пар.	2
1	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных машин.	2
3	Влажный воздух.	2
2	Основы теплопередачи.	4

## 6. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, по ООП «Агроинженерия» должны составлять не менее 20 процентов от всего объема аудиторных занятий (в соответствии с требованиями ФГОС ВПО). По дисциплине «Теплотехника» удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, в соответствии с данной программой составляет 44 процент.

Таблица 6 – Активные и интерактивные формы проведения занятий, используемые на аудиторных занятиях.

Се-местр	Вид занятия	Используемые активные и интерактивные формы проведения занятий	Количество часов
3	Лабораторная работа	Методы определения расхода газов	4
3	Лабораторная работа	Поршневой компрессор и его испытания	6
3	Лабораторная работа	Определение параметров влажного воздуха и расчет процесса сушки.	4
3	Практическая работа	Общие вопросы. Смеси газов. Теплоемкость газов.	2

3	Практическая работа	Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы.	2
3	Практическая работа	Второй закон термодинамики. Циклы ДВС и ГТУ.	2
3	Практическая работа	Циклы компрессоров. Водяной пар.	2
3	Практическая работа	Циклы паросиловых установок. Циклы холодильных машин.	2
3	Практическая работа	Влажный воздух.	2
3	Практическая работа	Основы теплопередачи.	4
		<b>Всего:</b>	<b>30</b>

## **7. Характеристика фондов оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Контроль знаний студентов осуществляется в соответствии с положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

### ***7.1 Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости***

**Текущий контроль** знаний осуществляется в виде устного и письменного опроса по пройденным темам на каждом лабораторном и практическом занятиях.

#### ***Примерный перечень вопросов для оценки усвоения материала лабораторных работ:***

1. Как устроена и работает вентиляционная установка?
2. Назовите основные методы измерения скорости и расхода газа.
3. Что подразумевается под статическим, динамическим и полным напором?
4. Как измерить статический, динамический и полный напор газа в канале?
5. На основании каких уравнений определяется скорость потока и плотность газа в канале, а также массовая производительность вентилятора?
6. Как определяется абсолютная и относительная ошибка измерения?
7. Какие основные правила техники безопасности необходимо соблюдать при использовании вентиляционной установки?
8. Как устроен и работает поршневой компрессор?
9. Какие процессы составляют цикл компрессора?
10. Для чего между ступенями устанавливаются холодильник и коллекторы?
11. Чем ограничивается максимальное давление, развиваемое в ступени компрессора?
12. От чего зависит производительность поршневого компрессора?
13. Что называется вредным пространством поршневого компрессора?

14. Для чего компрессоры выполняются многоступенчатыми?
15. Чем объясняется отличие действительной индикаторной диаграммы от теоретического цикла поршневого компрессора с вредным пространством?
16. Что называется относительной влажностью?
17. Что называют абсолютной влажностью?
18. Что такое влагосодержание?
19. Что такое температура точки росы, и как она определяется на диаграмме  $i - d$ ?
20. Что такое парциальное давление пара, и как оно определяется на диаграмме  $i - d$ ?
21. В чем состоит принцип работы психрометра?
22. Как изменяются параметры состояния воздуха при изменении температуры?
23. Что будет происходить с влажным воздухом при понижении температуры ниже точки росы?
24. Для чего воздух, подаваемый в сушильный агрегат, предварительно нагревается?
25. Как изменяется процесс сушки с изменением температуры подогрева воздуха?

***Примерный перечень вопросов для оценки усвоения материала практических работ:***

1. Назвать основные термодинамические параметры состояния рабочего тела и привести единицы их измерения.
2. Привести характеристическое уравнение состояния идеального газа и пояснить составляющие его величины.
3. Написать выражения для массовых, объемных и мольных долей компонентов смеси с пояснениями.
4. Дать определение парциального давления и привести закон Дальтона.
5. Дать определение парциального объема компонента. Чему равна их сумма?
6. Дать определение удельной теплоемкости и привести единицы ее измерения.
7. Объяснить от чего зависит удельная теплоемкость газов.
8. Привести способы аппроксимации зависимости теплоемкости от температуры.
9. Привести уравнение изохорного процесса, соотношение параметров в нем, выражения для подведенной теплоты и совершенной работы.
10. Привести уравнение изобарного процесса, соотношение параметров в нем, выражения для подведенной теплоты и совершенной работы.
11. Привести уравнение изотермического процесса, соотношение параметров в нем, выражения для подведенной теплоты и совершенной работы.
12. Привести уравнение адиабатного процесса, соотношение параметров в нем, выражения для подведенной теплоты и совершенной работы.
13. Привести уравнение первого закона термодинамики с пояснениями.
14. Привести расчетные выражения для внутренней энергии с пояснениями.
15. Привести выражение для энтальпии с пояснениями.
16. Изобразить цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме в координатах объем-давление; привести выражения для параметров цикла и термического к.п.д.
17. Изобразить цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении в координатах объем-давление; привести выражения для параметров цикла и термического к.п.д.

18. Изобразить цикл ДВС со смешанным подводом теплоты в координатах объём-давление; привести выражения для параметров цикла и термического к.п.д.
19. Изобразить цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении в координатах объём-давление; привести параметры цикла и его термический к.п.д.
20. Привести формулировку второго закона термодинамики и его уравнение с пояснениями.
21. Привести определение прямого термодинамического цикла и область его применения.
22. Привести определение обратного термодинамического цикла и область его применения.
23. Чем оценивается совершенство прямого и обратного термодинамических циклов. Привести выражение с пояснениями.
24. Какими параметрами характеризуется работа компрессора и чем оценивается его совершенство?
25. Что называется вредным пространством компрессора?
26. В чём состоят особенности работы компрессора с вредным пространством?
27. В чём состоят особенности многоступенчатого сжатия в компрессоре?
28. Привести параметры состояния влажного пара.
29. Что называют нижней пограничной линией и что она разделяет?
30. Что называется верхней пограничной линией и что она разделяет?
31. Привести выражение для степени сухости пара с пояснениями и пределы ее изменения.
32. Описать словами принцип действия паросиловой установки, работающей по циклу Карно.
33. Описать словами принцип действия паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина.
34. Описать словами принцип действия воздушной холодильной машины.
35. Описать словами принцип действия паровой холодильной машины.
36. Объяснить, как в холодильной машине достигается температура ниже температуры окружающей среды.
37. Объяснить назначение агрегатов холодильной машины.
38. Объяснить, для чего производится дросселирование пара в паросиловой установке и как это отражается на эффективности работы установки.
39. Объяснить, почему тепловой насос отапливает помещение эффективнее системы отопления.
40. Дать определение температуры точки росы.
41. Перечислить специфические параметры состояния влажного воздуха.
42. Дать определение влагосодержания воздуха.
43. Дать определение относительной влажности воздуха.
44. Привести определение влажного воздуха.
45. Какими приборами измеряются параметры состояния влажного воздуха?
46. Изобразить схему испарительного психрометра.
47. Изобразить схему конденсационного психрометра.
48. Перечислить виды теплопередачи.
49. Чем объясняется теплопроводность?
50. В чём состоит конвективный теплообмен?
51. В чём состоит лучистый теплообмен?



52. Привести классификацию теплообменников по принципу действия с примерами.
53. Привести классификацию теплообменников по направлению движения теплоносителей с примерами.
54. Изобразить график изменения температур теплоносителей в прямоточном теплообменнике с пояснениями.
55. Изобразить график изменения температур теплоносителей в противоточном теплообменнике с пояснениями.

***Примерный перечень вопросов для оценки усвоения материала по темам лекционного курса***

1. Термодинамические параметры состояния рабочего тела.
2. Сущность первого закона термодинамики.
3. Термодинамические процессы идеального газа.
4. Второй закон термодинамики. Круговые термодинамические процессы. Цикл Карно.
5. Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
6. Термодинамический цикл ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
7. Термодинамический цикл ДВС с комбинированным подводом теплоты.
8. Принципиальная схема газотурбинных установок.
9. Термодинамический цикл газотурбинных установок.
10. Принципиальная схема паросиловых установок.
11. Термодинамический цикл паросиловых установок. Цикл Ренкина.
12. Истечение газов и паров. Процесс дросселирования.
13. Поршневой компрессор и его термодинамический цикл.
14. Термодинамические принципы получения холода. Циклы холодильных машин.
15. Влажный воздух и параметры его состояния. Процесс сушки.
16. Виды теплообмена.
17. Основы расчета теплообменных аппаратов.
18. Топливо. Основные понятия и определения.
19. Процессы горения топлив.
20. Схема котельной установки.
21. Топки котельных установок.
22. Основные элементы парового котла.
23. Классификация паровых котлов.
24. Вспомогательные устройства котельной.
25. Подготовка воды для парового котла.
26. Методы очистки котлов.
27. Правила эксплуатации котельных установок.
28. Техническое освидетельствование котельной установки.
29. Теплосиловые установки.
30. Классификация систем отопления.
31. Водяные системы отопления с естественной циркуляцией.
32. Водяные системы отопления с принудительной циркуляцией.
33. Горячее водоснабжение.
34. Отопление и горячее водоснабжение индивидуального дома.

35. Типы культивационных сооружений защищенного грунта.
36. Способы обогрева культивационных сооружений защищенного грунта.
37. Применение теплоты в сельском хозяйстве.
38. Применение теплоты в животноводческих комплексах.
39. Применение холода в сельском хозяйстве.
40. Основы хранения продуктов.
41. Теплоснабжение в сельском хозяйстве.
42. Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве.

## ***7.2 Характеристика фондов оценочных средств для промежуточной аттестации***

Заключительной формой контроля знаний студентов является сдача экзамена по дисциплине.

### ***Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену***

1. Предмет и метод технической термодинамики, её задача и основные определения.
2. Рабочее тело. Основные термодинамические параметры состояния.
3. Характеристическое уравнение Менделеева-Клапейрона. Физический смысл величин, входящих в уравнение, и их единицы измерения.
4. Газовые смеси. Способы задания газовой смеси. Закон Дальтона.
5. Постоянная, переменная, средняя и истинная теплоёмкости.
6. Сущность первого и второго законов термодинамики.
7. Первый закон термодинамики. Работа расширения идеального газа.
8. Энтальпия. Первый закон термодинамики через энтальпию.
9. Второй закон термодинамики. Круговые термодинамические процессы.
10. Энтропия идеального газа. Графики термодинамических процессов в координатах  $s-T$ .
11. Термодинамические процессы идеального газа. Политропный процесс.
12. Изохорный процесс идеального газа. Первый закон термодинамики для изохорного процесса.
13. Изобарный процесс идеального газа. Первый закон термодинамики для изобарного процесса.
14. Изотермический процесс идеального газа. Первый закон термодинамики для изотермического процесса.
15. Адиабатный процесс идеального газа. Первый закон термодинамики для адиабатного процесса.
16. Второй закон термодинамики. Термодинамические циклы.
17. Цикл Карно. Эксергия.
18. Термодинамический цикл поршневого ДВС с подводом теплоты при постоянном объеме.
19. Термодинамический цикл поршневого ДВС с подводом теплоты при постоянном давлении.
20. Термодинамический цикл поршневого ДВС со смешанным подводом теплоты.
21. Сравнительная эффективность термодинамических циклов ДВС.
22. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении.
23. Цикл ГТУ с подводом теплоты при постоянном объёме.
24. Многовальные ГТУ. Область применения многовальных ГТУ.
25. Поршневой компрессор с вредным пространством и принцип его работы.

26. Термодинамический цикл поршневого компрессора.
27. Многоступенчатое сжатие. Особенности работы многоступенчатого поршневого компрессора.
28. Процесс парообразования в паровом котле.
29. Диаграмма водяного пара в координатах  $s-i$ . Параметры состояния влажного, сухого и перегретого пара.
30. Цикл Карно для водяного пара. Принципиальная схема паросиловой установки.
31. Цикл Ренкина для водяного пара. Принципиальная схема паросиловой установки.
32. Принципиальная схема воздушной холодильной машины. Термодинамический цикл.
33. Принципиальная схема паровой холодильной машины. Термодинамический цикл.
34. Влажный воздух. Специфические параметры влажного воздуха.
35. Диаграмма влажного воздуха Рамзина. Приборы для измерения параметров влажного воздуха.
36. Особенности истечения газов и паров через сопла различной формы. Сопло Лаваля. Дросселирование паров.
37. Виды теплообмена. Теплопроводность через плоские однослойную и многослойную стенки.
38. Классификация теплообменных аппаратов. Основы расчета теплообменных аппаратов.
39. Топливо. Основные определения. Состав топлив.
40. Процесс горения топлив. Коэффициент избытка воздуха. Высшая и низшая теплотворная способность топлива.
41. Котельные установки. Классификация котельных установок.
42. Топки котельных установок. Тепловые характеристики топок.
43. Основные элементы парового котла. Тепловой баланс котельного агрегата.
44. Классификация паровых котлов.
45. Схема котельной установки.
46. Дополнительные элементы котельного агрегата.
47. Вспомогательные устройства котельной.
48. Подготовка воды для парового котла.
49. Правила эксплуатации котельных установок.
50. Методы очистки котлов.
51. Техническое освидетельствование парового котла.
52. Применение тепла в сельском хозяйстве.
53. Способы сушки продуктов с.-х. производства.
54. Процесс сушки с.-х. продукции. Методика расчета процесса сушки.
55. Применение теплоты на животноводческих фермах и комплексах.
56. Применение холода в сельском хозяйстве.
57. Классификация систем отопления.
58. Водяные системы отопления с естественной циркуляцией.
59. Водяные системы отопления с принудительной циркуляцией.
60. Воздушные системы отопления. Область применения.
61. Паровые системы отопления. Область применения.
62. Горячее водоснабжение.
63. Отопление и горячее водоснабжение индивидуального дома.
64. Типы культивационных сооружений защищенного грунта.
65. Способы обогрева культивационных сооружений защищенного грунта.
66. Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве. Использование нетрадиционных источников энергии.

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Список имеющихся в библиотеке университета изданий основной учебной литературы по дисциплине «Теплотехника» по состоянию на 1 сентября 2015 г.

№ п/п	Библиографическое описание издания	К-во экз.
1.	Амерханов, Р. А. Теплотехника : учебник для вузов / Р. А. Амерханов , Б. Х. Драганов . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2006. - 432 с.	97
2	Круглов, Г. А. Теплотехника : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова , Е. С. Круглова . - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 208 с.	20
3.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова , Е. С. Круглова . - 2-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. (1 файл). - СПб. : Лань, 2012. - 208 с. : ил. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/3900/">http://e.lanbook.com/view/book/3900/</a> (ЭБС Лань).	ЭБС Лань

Список имеющихся в библиотеке университета изданий дополнительной учебной литературы по дисциплине «Теплотехника», по состоянию на 1 сентября 2015 г.

№ п/п	Библиографическое описание издания	К-во экз.
1	Луканин В.Н. Теплотехника. – М.: Высшая школа, 2003.	4
2	Теплотехника: Учеб. пособие/ Хазен М.М., Матвеев Г.А., Грицевский М.Е., Казакевич Ф.П.; Под ред. Г.А. Матвеева. - М.: Высшая школа, 1981. – 480 с.	197
3	Щербинин В.В. Средства теплотехнических измерений: Учебное пособие. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 88 с.	8
4	Щербинин В.В. Теплотехника: Учебное-методическое пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 48 с.	8

Периодические научные издания		
1	Механизация и электрификация сельского хозяйства	
2	Тракторы и сельскохозяйственные машины	
3	Техника в сельском хозяйстве	
4	Вестник АГАУ	
электронные ресурсы в сети Интернет		

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения учебного процесса по дисциплине имеется специализированная лаборатория, оснащённая в достаточном объеме лабораторным оборудованием.

### Перечень технологического оборудования, приборов и приспособлений

№ п/п	Наименование оборудования и приборов	Количество на группу, шт.
1.	Вентиляционная установка.	1
2.	Компрессорная установка, модель 155-2	1
3.	Приборы для измерения теплотехнических параметров	

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплотехника»

**Цель дисциплины** – формирование у студентов совокупности знаний по методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты.

Освоение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующей компетенции:

Содержание компетенции формируемых полностью или частично данной дисциплиной
Способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий, реализуемой по учебным планам направление подготовки «Агроинженерия» (профили подготовки: «Технические системы в агробизнесе», «Электрооборудование и электротехнологии», «Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Технический сервис в агропромышленном комплексе»)

Вид занятий	очное	заочное
	семестр	курс
	3	2
1. Аудиторные занятия, часов, всего	66	
в том числе:		
1.1. Лекции	34	8
1.2. Лабораторные работы	16	6
1.3. Практические (семинарские) занятия	16	4
2. Самостоятельная работа, часов, всего	15	81
в том числе:		
2.3. Самостоятельное изучение разделов	8	24
2.4. Текущая самоподготовка	7	24
2.5. Подготовка и сдача зачета (экзамена)	27	9
2.6. Контрольная работа (К)		24
Итого часов (стр. 1 + стр. 2)	108	108

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Перечень изучаемых тем:

1. Введение. Общие вопросы. Основные понятия и определения. Газовые смеси. Теплоёмкость газов.
2. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы идеального газа. Энтропия идеального газа.
3. Второй закон термодинамики. Циклы тепловых двигателей.
4. Компрессорные машины. Циклы компрессоров.
5. Водяной пар. Истечение газов и паров. Дросселирование. Паросиловые установки. Цикл Ренкина.
6. Основы теплообмена. Теплопроводность. Конвективный теплообмен. Лучистый теплообмен. Теплопередача. Расчет теплообменных аппаратов. Основы массообмена.
7. Топливо и процессы горения. Котельные установки. Отопительные приборы. Теплогенераторы. Теплосиловые установки.
8. Влажный воздух. Процесс сушки продуктов сельскохозяйственного производства.
9. Системы отопления и вентиляции.
10. Применение теплоты в животноводческих комплексах, культивационных сооружениях.
11. Применение холода в сельском хозяйстве. Циклы холодильных машин.
12. Пути экономии теплоэнергетических ресурсов в сельском хозяйстве.

Приложение № \_\_ к программе дисциплины  
Теплотехника  
Изменения приняты на заседании кафедры  
«Сельскохозяйственная техника и технологии»,  
Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ года

Список имеющихся в библиотеке университета изданий  
основной учебной литературы по дисциплине «Теплотехника»  
по состоянию на 1 сентября 2015 г.

№ п/п	Библиографическое описание издания	К-во экз.
1.	Амерханов, Р. А. Теплотехника : учебник для вузов / Р. А. Амерханов , Б. Х. Драганов . - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2006. - 432 с.	97
2	Круглов, Г. А. Теплотехника : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова , Е. С. Круглова . - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2012. - 208 с.	20
3.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова , Е. С. Круглова . - 2-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. (1 файл). - СПб. : Лань, 2012. - 208 с. : ил. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/3900/">http://e.lanbook.com/view/book/3900/</a> (ЭБС Лань).	ЭБС Лань

Список имеющихся в библиотеке университета изданий дополнительной  
учебной литературы по дисциплине «Теплотехника»,  
по состоянию на 1 сентября 2015 г.

№ п/п	Библиографическое описание издания	К-во экз.
1	Луканин В.Н. Теплотехника. – М.: Высшая школа, 2003.	4
2	Теплотехника: Учеб. пособие/ Хазен М.М., Матвеев Г.А., Грицевский М.Е., Казакевич Ф.П.; Под ред. Г.А. Матвеева. - М.: Высшая школа, 1981. – 480 с.	197
3	Щербинин В.В. Средства теплотехнических измерений: Учебное пособие. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2004. – 88 с.	8
4	Щербинин В.В. Теплотехника: Учебное-методическое пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 48 с.	8

Составители:  
к.т.н., доцент

В.В. Щербинин

Список верен



О.П. Штабель