

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
и цифровизации

\_\_\_\_\_ А.В. Кубышкина  
«18» июня 2024 г.

## Теплотехника

(Наименование дисциплины)

### рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой **технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств**

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль (направленность) Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная, заочная
Год начала подготовки	2024
Общая трудоёмкость	<b>3 з.е.</b>
Часов по учебному плану	<b>108</b>

Брянская область  
2024

Программу составил(и):

*д.т.н., профессор Купреенко А.И.*

\_\_\_\_\_ *подпись*

Рецензент:

*заместитель генерального директора  
ООО «ППК «ВРЕМЯ ЕСТЬ» Газин А.Д.*

\_\_\_\_\_ *подпись*

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 года № 813

составлена на основании учебных планов 2024 года набора:

Направление подготовки 35.03.06 Агроинженерия

Профиль (направленность) Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, утвержденного учёным советом вуза от 18 июня 2024 г., протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на расширенном заседании кафедры технологического оборудования животноводства и перерабатывающих производств

Протокол № 11 от 18 июня 2024 г.

Заведующий кафедрой, к.э.н., доцент Исаев Х.М. \_\_\_\_\_

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Получение знаний по основам технической термодинамики, теплообмена, а также по вопросам рационального использования теплоты в машинах, аппаратах и технологических процессах.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО: **Б1.О.15**

### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин. Для освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по основным дисциплинам математического и естественно-научного цикла (математика, физика).

### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Дисциплина «Теплотехника» является базовой для освоения ряда других дисциплин профессионального цикла по подготовке бакалавров направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, Профиль Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции и формирования соответствующих компетенций.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Общепрофессиональные компетенции		
<b>ОПК-1</b> Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	<b>ОПК-1.2</b> Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии.	<b>Знать</b> основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в области теплотехники. <b>Уметь</b> применять основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в области теплотехники. <b>Владеть</b> методами применения основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области автоматизи.

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы: в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП.

#### 4. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ

##### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПО СЕМЕСТРАМ (очная форма)

Вид занятий	1		2		3		4		5		6		7		8		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции									16	16							16	16
Лабораторные									32	32							32	32
Практические																		
КСР									2	2							2	2
Консультация перед экзаменом									1	1							1	1
Прием экзамена									0,25	0,25							0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)									51,25	51,25							51,25	51,25
Сам. работа									31	31							31	31
Контроль									25,75	25,75							25,75	25,75
Итого									108	108							108	108

##### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПО КУРСАМ (заочная форма)

Вид занятий	1		2		3		4		5		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции					2	2	2	2			4	4
Лабораторные					2	2	4	4			6	6
Практические												
КСР												
Консультация перед экзаменом							1	1			1	1
Прием экзамена							0,25	0,25			0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)					4	4	7,25	7,25			11,25	11,25
Сам. работа					32	32	58	58			90	90
Контроль							6,75	6,75			6,75	6,75
Итого					36	36	72	72			108	108

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## ОЧНАЯ ФОРМА

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикатор достижения компетенции
<b>Раздел 1</b>	<b>Введение. Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел</b>			
Лек. 1	Введение. Основные понятия и определения Технической термодинамики (термодинамическая система, рабочее тело, теплота и работа как формы проявления и передачи энергии). Термодинамические параметры состояния и уравнение состояния для идеальных газов.	5	2	ОПК-1.2
Лек. 2	Функции состояния (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия). Теплоемкость, виды удельной теплоемкости и факторы, влияющие на удельную теплоемкость. Газовые смеси.	5	2	ОПК-1.2
Лаб. 1	Приборы и оборудование для измерения основных термодинамических параметров (температуры и давления).	5	2	ОПК-1.2
Лаб. 2	Расчеты термодинамических систем с использованием уравнения состояния.	5	2	ОПК-1.2
Лаб. 3	Расчет систем с газовыми смесями.	5	2	ОПК-1.2
Ср. 1	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 2</b>	<b>Термодинамические процессы в идеальных газах</b>			
Лек. 3	Общие сведения о термодинамических процессах. Первый закон термодинамики для закрытых систем. Определение теплоты и работы в общем случае.	5	2	ОПК-1.2
Лек. 4	Термодинамические процессы в идеальных газах и их анализ. Политропные процессы в газах	5	1	ОПК-1.2
Лаб. 4	Анализ основных термодинамических процессов (изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного) в идеальных газах.	5	2	ОПК-1.2
Лаб. 5	Расчет политропного процесса	5	2	ОПК-1.2
Ср. 2	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 3</b>	<b>Круговые термодинамические процессы или циклы</b>			
Лек. 4	Общие сведения о круговых термодинамических процессах или цикла. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы и их основные показатели. Цикл Карно и второй закон термодинамики	5	1	ОПК-1.2
Лек. 5	Идеальные циклы поршневых ДВС. Основные показатели и сравнительный анализ идеальных циклов поршневых ДВС.	5	1	ОПК-1.2
Лаб. 6,7	Расчет цикла с комбинированным подводом теплоты (цикла Тринклера).	5	4	ОПК-1.2
Ср. 3	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 4</b>	<b>Термодинамика систем с реальными газами</b>			
Лек. 5	Фазовые превращения и диаграмма фазовых переходов. Уравнения состояния реальных газов. Течение газов и первый закон термодинамики для потока газа. Адиабатное истечение газов.	5	1	ОПК-1.2
Лек. 6	Холодильные установки. Принцип действия холодильных установок и их термодинамические циклы.	5	1	ОПК-1.2

Лаб. 8,9	Определение параметров влажного пара методом дросселирования.	5	4	ОПК-1.2
Лаб. 10,11	Исследование процессов во влажном воздухе.	5	4	ОПК-1.2
Лаб. 12	Расчет цикла паросиловой установки	5	2	ОПК-1.2
Ср. 4	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 5</b>	<b>Основы теплообмена</b>			
Лек. 6	Общие сведения о теплообмене. Количественные оценки процессов теплообмена. Виды переноса теплоты.	5	1	ОПК-1.2
Лек. 7	Основные законы теплообмена теплопроводностью, при теплоотдаче и теплообмене излучением. Теплопередача. Виды теплообменников и тепловой расчет рекуперативного теплообменника	5	1	ОПК-1.2
Лаб. 13	Расчет процессов переноса теплоты теплопроводностью и при теплоотдаче	5	2	ОПК-1.2
Лаб. 14	Расчет рекуперативного теплообменника	5	2	ОПК-1.2
Ср. 5	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 6</b>	<b>Производство теплоты</b>			ОПК-1.2
Лек. 7	Виды топлив и их характеристики. Основы расчета процесса сгорания. Общие сведения о теплогенерирующих установках.	5	1	ОПК-1.2
Лаб. 15	Теплогенерирующие установки.	5	2	ОПК-1.2
Ср. 6	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 7</b>	<b>Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды</b>			
Лек. 8	Обеспечение микроклимата в производственных и бытовых помещениях.	5	1	ОПК-1.2
Лек. 8	Технологическое применение теплоты в АПК. Основные пути экономии энергоресурс и применение возобновляемых источников энергии.	5	1	ОПК-1.2
Лаб. 16	Расчет теплопотерь здания и тепловой мощности системы отопления.	5	2	ОПК-1.2
Ср. 7	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	5	7	ОПК-1.2
К	Контроль	5	25,75	
К	КСР	5	2	
К	Консультация перед экзаменом	5	1	
К	Контактная работа при приеме экзамена	5	0,25	

**ЗАОЧНАЯ ФОРМА**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Индикатор достижения компетенции
<b>Раздел 1</b>	<b>Введение. Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел</b>			
Лек. 1	Введение. Основные понятия и определения Технической термодинамики (термодинамическая система, рабочее тело, теплота и работа как формы проявления и передачи энергии). Термодинамические параметры состояния и уравнение состояния для идеальных газов.	3	2	ОПК-1.2
Ср.	Функции состояния (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия). Теплоемкость, виды удельной теплоемкости и факторы, влияющие на удельную теплоемкость. Газовые смеси.	3	3	ОПК-1.2
Ср.	Приборы и оборудование для измерения основных термодинамических параметров (температуры и давления).	3	4	ОПК-1.2
Лаб. 1	Расчеты термодинамических систем с использованием уравнения состояния.	3	2	ОПК-1.2
Ср.	Расчет систем с газовыми смесями.	3	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 2</b>	<b>Термодинамические процессы в идеальных газах</b>			
Ср.	Общие сведения о термодинамических процессах. Первый закон термодинамики для закрытых систем. Определение теплоты и работы в общем случае.	3	3	ОПК-1.2
Ср.	Термодинамические процессы в идеальных газах и их анализ. Политропные процессы в газах	3	2	ОПК-1.2
Ср.	Анализ основных термодинамических процессов (изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного) в идеальных газах.	3	3	ОПК-1.2
Ср.	Расчет политропного процесса	3 / 6	3	ОПК-1.2
<b>Раздел 3</b>	<b>Круговые термодинамические процессы или циклы</b>			
Ср.	Общие сведения о круговых термодинамических процессах или циклах. Обратимые и необратимые циклы. Прямые и обратные циклы и их основные показатели. Цикл Карно и второй закон термодинамики	3	3	ОПК-1.2
Ср.	Идеальные циклы поршневых ДВС. Основные показатели и сравнительный анализ идеальных циклов поршневых ДВС.	3	3	ОПК-1.2
Ср.	Расчет цикла с комбинированным подводом теплоты (цикла Тринклера).	3	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 4</b>	<b>Термодинамика систем с реальными газами</b>			
Лек. 2	Фазовые превращения и диаграмма фазовых переходов. Уравнения состояния реальных газов. Течение газов и первый закон термодинамики для потока газа. Адиабатное истечение газов.	4	2	ОПК-1.2
Ср.	Холодильные установки. Принцип действия холодильных установок и их термодинамические циклы.	4	4	ОПК-1.2
Лаб. 2,3	Определение параметров влажного пара методом дросселирования.	4	4	ОПК-1.2
Ср.	Исследование процессов во влажном воздухе.	4	6	ОПК-1.2
Ср.	Расчет цикла паросиловой установки	4	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 5</b>	<b>Основы теплообмена</b>			
Ср.	Общие сведения о теплообмене. Количественные оценки процессов теплообмена. Виды переноса теплоты.	4	4	ОПК-1.2
Ср.	Основные законы теплообмена теплопроводностью, при теплоотдаче и теплообмене излучением. Теплопередача. Виды	4	6	ОПК-1.2

	теплообменников и тепловой расчет рекуперативного теплообменника			
Ср.	Расчет процессов переноса теплоты теплопроводностью и при теплоотдаче	4	4	ОПК-1.2
Ср.	Расчет рекуперативного теплообменника	4	6	ОПК-1.2
<b>Раздел 6</b>	<b>Производство теплоты</b>			
Ср.	Виды топлив и их характеристики. Основы расчета процесса сгорания. Общие сведения о теплогенерирующих установках.	4	4	ОПК-1.2
Ср.	Теплогенерирующие установки.	4	4	ОПК-1.2
<b>Раздел 7</b>	<b>Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды</b>			
Ср.	Обеспечение микроклимата в производственных и бытовых помещениях.	4	4	ОПК-1.2
Ср.	Технологическое применение теплоты в АПК. Основные пути экономии энергоресурс и применение возобновляемых источников энергии.	4	6	ОПК-1.2
Ср.	Расчет теплопотерь здания и тепловой мощности системы отопления.	4	6	ОПК-1.2
К	Контроль	4	6,75	
К	Консультация перед экзаменом	4	1	
К	Контактная работа при приеме экзамена	4	0,25	

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных, лабораторных, практических занятиях.



## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля знаний и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчетные задания, контрольные вопросы по отдельным темам занятий, набор тестовых заданий для рубежного контроля знаний в том числе для использования в компьютерной тестовой системе Visual Testing Studio, вопросы к зачету.

Эти материалы представлены в приложении 1 рабочей программы дисциплины.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

<b>6.1.1. Основная литература</b>	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Амерханов Р.А., Драганов Б.Х. Теплотехника. – М.: Энергоатомиздат, 2006.	19
Рудобашта С.Г. Теплотехника. – М.: КолосС, 2010	15
Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: Учебное пособие. 2е издание стереотипное. СПб: Издательство «Лань» 2012.(эл. ресурс	
Буянов О.Н. Тепло- и хладоснабжение предприятий пищевой промышленности [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Буянов О.Н.— Электрон. текстовые данные.— Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006.— 282 с	
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Драганов Б.Х., Кузнецов А.В., Рудобашта С.Г. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. – М.: Агропромиздат, 1990.	43
Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. Теплотехника: Учебное пособие. 2е издание стереотипное. СПб: Издательство «Лань» 2012	2
<b>6.1.3. Методические разработки</b>	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
Купреенко А.И., Чащинов В.И. Теплотехника в вопросах и ответах. – Брянск: Издательство БГСХА, 2010.	14
Чащинов В.И. Практикум по теплотехнике. – Брянск: Издательство БГСХА, 2009	16
Чащинов В.И. Теплотехника: Учебное пособие.. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2002	5
Чащинов В.И. Теплотехника для агроинженеров в вопросах и ответах:Ч. I :Учебное пособие (издание второе)/ В.И. Чащинов. – Изд. Брянской ГСХА, 2012.	15
Чащинов В.И. Рабочая тетрадь для лабораторных и самостоятельных работ по теплотехнике. – Брянск: Изд. Брянской ГСХА, 2013.	15
В.И. Чащинов. Теплотехника: Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки для предприятий переработки сельскохозяйственной продукции, пищевых производств и предприятий общественного питания. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2015. – 220 с. (эл. ресурс)	
Чащинов В.И. Теплотехника: Учебное пособие.. – Брянск: Изд. Брянского ГАУ, 2015.(эл.версия)	
Купреенко А.И. Теплоэнергоснабжение предприятий. Раздел Электроснабжение и использование электроэнергии на предприятии: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения / А.И. Купреенко, В.И. Чащинов, Х.М. Исаев – Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2017. – 140 с. (эл.версия)	

## **6.2. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Компьютерная информационно-правовая система «КонсультантПлюс»

Профессиональная справочная система «Техэксперт»

Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>

Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru/>

Web of Science Core Collection политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://www.webofscience.com>

Полнотекстовый архив «Национальный Электронно-Информационный Консорциум» (НЭИКОН) <https://neicon.ru/>

Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com/>

## **6.3. Перечень программного обеспечения**

Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Russian

Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian

Офисное программное обеспечение Microsoft Office 2010 Standart

Офисное программное обеспечение Microsoft Office 2013 Standart

Офисное программное обеспечение Microsoft Office 2016 Standart

Офисное программное обеспечение OpenOffice

Офисное программное обеспечение LibreOffice

Программа для распознавания текста ABBYY Fine Reader 11

Программа для просмотра PDF Foxit Reader

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лаборатория теплотехники № 3-410. Оснащенность: Автоклав ВК-30, измеритель теплопроводности, регулятор температур, прибор ВК 7-10, тепловентилятор, стенд для исследования политропных процессов, установка для исследования процессов во влажном воздухе, лабораторная установка теплообменник труба в трубе; барометр, микроамперметры, установка для измерения теплопроводности  $\lambda$ -400, установка для измерения теплоемкости с-400., Р- Н метр-150 МИ плакаты, стенды, методические пособия, наглядные пособия.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**Теплотехника**

**Содержание**

Паспорт фонда оценочных средств.....

Перечень формируемых компетенций и этапы их формирования.....

Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.....

Процесс формирования компетенции в дисциплине «Теплотехника».....

Структура компетенций по дисциплине «Теплотехника».....

Показатели, критерии оценки компетенций и типовые контрольные задания.....

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины.....

Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине.....

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль: Технологическое оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции

Дисциплина: Теплотехника

Форма промежуточной аттестации: экзамен

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИИ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Теплотехника» направлено на формировании следующих компетенций:

#### **общефессиональных компетенций (ОПК):**

**ОПК-1** Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;

### 2.2. Структура компетенций по дисциплине «Теплотехника»

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Общепрофессиональные компетенции		
<b>ОПК-1</b> Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	<b>ИД-2<sub>ОПК-1</sub></b> Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии.	<b>Знать</b> основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в области теплотехники. <b>Уметь</b> применять основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в области теплотехники. <b>Владеть</b> методами применения основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в области автоматизации.

### 2.3.

### 2.4. Процесс формирования компетенций по дисциплине «Теплотехника»

Компетенции в своей структуре содержат такие составляющие как «знание» (З), «умение» (У) и «навыки» (Н). Знания формируются в ходе прослушивания лекций, на лабораторных и практических занятиях, а также в результате самостоятельной работы над предметом. Умения формируются в основном на практических занятиях и при самостоятельном выполнении заданий по темам соответствующих разделов. Навыки формируются путем неоднократного использования определенных методов и способов познавательной деятельности и практических действий в ходе лабораторных, практических занятий и самостоятельной работы.

№ раздела	Наименование разделов	Компетенции
		ОПК-1.2
1	Введение. Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел	+
2	Термодинамические процессы в идеальных газах.	+
3	Круговые термодинамические процессы или циклы.	+
4	Термодинамика систем с реальными газами.	+
5	Основы теплообмена.	+
6	Производство теплоты.	+
7	Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды.	+

### **3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПРИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ**

При оценке знаний и контроля текущей работы студентов по освоению дисциплины используется рейтинговая система, разработанная в соответствии с утвержденным Ученым Советом ВУЗа положением о рейтинговой системе оценки деятельности студентов в Брянском ГАУ.

#### **3.1. Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине «Теплотехника» и контроля текущей работы студентов над дисциплиной**

##### **3.1.1. Цель введения рейтинговой системы**

Предлагаемая система направлена на активизацию познавательной деятельности студентов в течение всего периода изучения дисциплины. Путем ее введения предполагается решение следующих основных задач:

- стимулировать регулярность работы над предметом в течение всего периода изучения;
- стимулировать выполнение текущих заданий в срок и качественно;
- обеспечить регулярность текущего контроля знаний и работы студентов над дисциплиной;
- обеспечить большую дифференциацию и объективность в оценке знаний и работы студентов по освоению дисциплины.

##### **3.1.2. Определение рейтинговой оценки или индивидуального кумулятивного индекса (ИКИ)**

В разработанной системе при определении рейтинга или индивидуального кумулятивного индекса (ИКИ) предусматривается, что ИКИ должен нарастающим итогом учитывать **уровень приобретенных знаний** и все стороны работы над освоением дисциплины:

- **посещение занятий;**
- **качество ведения конспекта лекций;**
- **своевременность и качество выполнения текущих заданий;**

- участие в НИРС.

Все перечисленные составляющие, характеризующие текущую учебную работу студента, оцениваются в баллах по следующей системе:

#### Оценка по лекционному курсу

а) посещаемость	- 1 балл за 1 час;
б) качество конспекта (за лекцию)	- 2 балла, если конспект аккуратен и достаточно полно отражает содержание лекции;
	- 1 балл, если конспект недостаточно полный и выполнен небрежно
	- 0 баллов, если конспект отсутствует или содержит лишь отрывочные записи.

#### Оценка по лабораторным и практическим занятиям

а) посещаемость	- 1 балл за 1 час;	Примечания
б) качество выполнения текущего задания или усвоения контролируемой темы. (за задание или тему)	От 10 до 15 баллов в зависимости от сложности лабораторной работы, контрольного задания задания или контролируемой темы.	<p>Баллы, получаемые студентом, зависят от уровня ответов на контрольные вопросы по теме. Сдача работы засчитывается при оценке не ниже 50% от максимальной.</p> <p>При сдаче работы с повторной попытки или позже установленного срока количество баллов за неё, учитываемых в ИКИ, умножается на коэффициент 0,8.</p> <p>При сдаче работы с третьей попытки понижающий коэффициент составляет 0,5. При сдаче работы после третьей попытки или работ позже <u>четырёхнедельного</u> срока баллы в ИКИ не учитываются.</p>

Знания и умения по предмету, кроме текущего контроля при защите лабораторных работ и по отдельным темам дисциплины, контролируются на письменных коллоквиумах (проводятся 2 коллоквиума) и на зачете.

#### Оценка знаний на коллоквиумах

Максимальная оценка за коллоквиум – 50 баллов. Билет коллоквиума содержит пять вопросов. Все вопросы коллоквиума по сложности разбиты на 3 группы, и каждый билет содержит по одному вопросу из первой и третьей группы и три вопроса второй группы сложности.

Оценка за правильный и полный ответ по группам:

- 1 -5 баллов
- 2 -10 баллов
- 3 -15 баллов

Неправильный ответ на вопрос оценивается в 0 баллов. При неполных ответах или наличии неточностей в ответе они могут быть оценены определенной долей от максимума за ответ. **Результаты коллоквиума засчитываются при общей оценке не ниже 30 баллов.**

При повторном написании коллоквиума полученная оценка в ИКИ умножается на коэффициент 0,75, а при написании в 3-й раз – на коэффициент 0,5. Если коллоквиум переписывался более 3 раз или был написан позже четырехнедельного срока, баллы в ИКИ не начисляются.

### **НИРС и кружковая работа**

НИРС и кружковая работа заключается в углубленном изучении предмета, подготовке рефератов по отдельным вопросам курса или докладов, с которыми студент может выступить.

Количество баллов за кружковую работу выставляется в конце семестра из расчёта максимального количества-50 баллов за семестр. Фактическое количество баллов зависит от объема и качества выполненных работ.

### **3.1.3. Периодичность контроля**

Контроль текущей работы и выполнения учебных заданий осуществляется во время практических занятий и на еженедельных консультациях с представлением ИКИ с периодичностью в две недели. Коллоквиумы проводятся перед 1-й и 2-й текущими аттестациями, сроки которых устанавливаются дирекцией института.

### **3.1.4. Учет рейтинговой оценки при плановой текущей и итоговой за семестр аттестации студентов**

При текущей аттестации оценка в ведомость выставляется в зависимости от количества набранных баллов (ИКИ) на момент аттестации по следующему правилу:

Значение ИКИ в % от максимально возможного	Оценка
90...100	отлично
75...89	хорошо
55...74	удовлетворительно
< 55	неудовлетворительно

Количество рейтинговых баллов, проставляемых в аттестационную ведомость деканата, находится путем умножения ИКИ студента на момент аттестации на переводной коэффициент  $k_{п}$ , который рассчитывается по формуле

$$k_{п} = \frac{ИКИ_{м}}{R_{м}},$$

где  $ИКИ_{м}$  – значение максимально возможного ИКИ на момент аттестации;

$R_M$  – значение максимального рейтингового балла по ведомости дирекции института.

*В конце семестра по результатам итоговой рейтинговой оценки решается вопрос о выставлении зачета по дисциплине. Для получения зачета необходимо до сессии набрать не менее 55 % от максимально-возможного значения ИКИ. При этом, безусловно, должны быть выполнены все работы, предусмотренные календарным учебным планом и оба коллоквиума.*

При недостаточном для зачета количестве баллов студент должен дополнительно отвечать по билетам коллоквиума (за каждые 15 недостающих баллов - один билет). Дополнительные коллоквиумы засчитываются по той же системе, что и в семестре (т.е. необходимо набрать не менее 30 баллов).

В итоговом ИКИ по семестрам учитываются баллы, набранные за кружковую работу. Кроме того, в конце каждого семестра студентам, не пропустившим ни одного занятия, начисляются "бонусные" 10 баллов, а написавшим с первой попытки все коллоквиумы дополнительно начисляется 10 % от баллов, набранных за эти коллоквиумы.

### 3.1.5. Расчет максимально возможного ИКИ за семестр

Расчет максимально возможного ИКИ выполняется в соответствии с выше приведенным положением. Результаты расчета приведены в таблице.

Оцениваемая единица		Максимальный балл за единицу	Количество единиц за семестр	ИКИ
Лекция	посещение (час)	1	16	16
	Конспект (за лекцию)	2	16	16
Лабораторные	посещение (час)	1	32	32
Темы лабораторных и для текущего контроля знаний	Тема № 1,2	10	1	14
	Тема № 3,4	10	1	14
	Тема № 5,6	15	1	15
	Тема № 7,8	10	1	14
	Тема № 9,10	15	1	15
	Тема № 11,12	15	1	15
	Тема № 13,14	15	1	15
	Тема № 15,16	10	1	14
Всего				180
Коллоквиумы		50	2	100
<b>Итого</b>				<b>280</b>

## 4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



В качестве основных оценочных средств для контроля знаний по дисциплине используются контрольные вопросы по отдельным темам разделов, вопросы коллоквиумов, экзаменационные вопросы и тестовые задания для контроля остаточных знаний.

Оценочное средство	Применение	Примечания
Контрольные вопросы для текущего контроля знаний по отдельным темам дисциплины.	Текущий контроль.	Контроль проводится путем письменных ответов на вопросы билетов, составленных из контрольных вопросов по соответствующей теме. Билет содержит 5 вопросов. Время на ответы -15 минут, выделяемых на практических занятиях (один раз по каждой теме). Для студентов, не сдавших тему с первого раза, повторная попытка осуществляется в неаудиторное время на консультациях по дисциплине.
Вопросы коллоквиумов.	Рубежный контроль перед промежуточными аттестациями в семестре и при зачете.	Контроль осуществляется по билетам, содержащим пять вопросов из числа вопросов, предназначенных для коллоквиумов, и проводится перед 1-й и 2-й промежуточными аттестациями студентов в семестре. Коллоквиум проводится по условиям, указанным в положении о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине. Время, отводимое на коллоквиум – 15 минут.
Тестовые задания по дисциплине.	Контроль остаточных знаний.	Вариант контрольного задания состоит из 10 тестовых заданий и формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине, приведенных в приложении 2. Общее количество тестовых заданий разного типа в фонде – 225.

**Контрольные вопросы для текущего контроля знаний  
по отдельным темам дисциплины**

№	Тема	Контрольные вопросы по теме
---	------	-----------------------------

темы		
1	Основные понятия и определения технической термодинамики.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что является предметом изучения технической термодинамики?</li> <li>2. Что собой представляет теплота?</li> <li>3. Что собой представляет механическая работа?</li> <li>4. Что называют термодинамической системой?</li> <li>5. В чем состоит особенность термомеханических систем?</li> <li>6. Приведите классификацию термодинамических систем по условиям взаимодействия с окружающей средой.</li> <li>7. Что собой представляет открытая термодинамическая система?</li> <li>8. Что собой представляет закрытая термодинамическая система?</li> <li>9. Что такое адиабатная система?</li> <li>10. Что называется замкнутой или изолированной системой?</li> <li>11. Что в термодинамике называют рабочим телом?</li> <li>12. Что чаще всего используется в качестве рабочего тела в термомеханических системах?</li> <li>13. Что собой представляет идеальный газ?</li> <li>14. Назовите параметры состояния термодинамической системы.</li> <li>15. Что собой представляет температура, и в каких единицах она измеряется?</li> <li>16. Что такое давление, и в каких единицах оно измеряется?</li> <li>17. Какова природа давления в жидкостях и газах?</li> <li>18. Напишите уравнение Клапейрона для 1кг газа.</li> <li>19. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного в кмольях.</li> <li>20. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного массой.</li> <li>21. Каков физический смысл газовой постоянной и универсальной газовой постоянной?</li> <li>22. Каково значение универсальной газовой постоянной?</li> <li>23. Что такое внутренняя энергия, и в каких единицах она измеряется?</li> <li>24. Что такое энтальпия, и в каких единицах она измеряется?</li> <li>25. Что такое энтропия, и в каких единицах она измеряется?</li> </ol>
	Приборы и оборудование для измерения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет температура?</li> <li>2. Что такое давление и какова его природа в жидкостях и газах?</li> <li>3. В каком соотношении находятся единицы измерения температуры – К и °С?</li> <li>4. Каким образом по значению температуры <math>t, ^\circ\text{C}</math> находят термодинамическую температуру <math>T, \text{K}</math>?</li> <li>5. Что собой представляет единица измерения паскаль?</li> <li>6. Что такое бар?</li> <li>7. Что собой представляет техническая атмосфера?</li> <li>8. Что собой представляет физическая атмосфера?</li> <li>9. Сколько паскалей составляет 1мм ртутного столба?</li> <li>10. Сколько паскалей составляет 1мм водяного столба?</li> <li>11. Каким образом по показаниям жидкостного манометра определяется давление в паскалях?</li> <li>12. Каким образом измеряется давление жидкостным U-образным манометром?</li> <li>13. Как по показаниям манометра определяется абсолютное дав-</li> </ol>

2	термодинамических параметров. (л.р.).	<p>ление?</p> <p>14. Как по показаниям вакуумметра определяется абсолютное давление?</p> <p>15. Назовите приборы для измерения температуры.</p> <p>16. Как устроены и на каком принципе основана работа жидкостных термометров?</p> <p>17. Что собой представляет и на каком принципе работает манометрический термометр?</p> <p>18. Что собой представляет и как работает дилатометрический термометр?</p> <p>19. На каком принципе основана работа биметаллического термометра?</p> <p>20. Что собой представляет и как работает термометр сопротивления?</p> <p>21. Что собой представляет и как работает термоэлектрический термометр?</p> <p>22. Что собой представляет пирометр, и на каком принципе работают пирометры?</p> <p>23. Назовите виды манометров.</p> <p>24. Что такое вакуумметр?</p> <p>25. С какой целью используются жидкостные чашечные манометры с наклонной трубкой?</p> <p>26. Что является чувствительным элементом пружинного манометра, и как он действует?</p> <p>27. Что собой представляет и с какой целью грузопоршневой манометр?</p> <p>28. Как устроен и как работает пьезоэлектрический манометр?</p> <p>29. Как устроен и как работает емкостной манометр?</p> <p>30. В каких случаях и каким образом используют термосопротивление для измерения давления?</p>
3	Термодинамические процессы и первый закон термодинамики для закрытых систем.	<p>1. Что называют термодинамическим процессом?</p> <p>2. Что собой представляют обратимые процессы?</p> <p>3. Что собой представляют необратимые процессы?</p> <p>4. Назовите основные термодинамические процессы.</p> <p>5. Что собой представляет изохорный процесс?</p> <p>6. Что собой представляет изобарный процесс?</p> <p>7. Что собой представляет изотермический процесс?</p> <p>8. Что собой представляет адиабатный процесс?</p> <p>9. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах <math>p-v</math> и почему?</p> <p>10. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах <math>T-s</math> и почему?</p> <p>11. Что такое теплоёмкость?</p> <p>12. Какие виды удельной теплоёмкости вы знаете? Приведите их размерность.</p> <p>13. От каких факторов зависит удельная теплоёмкость?</p> <p>14. Какой из факторов оказывает наибольшее влияние на теплоёмкость газов?</p> <p>15. Какими соотношениями связана изобарная и изохорная теплоёмкости газов?</p> <p>16. Как рассчитываются процессы в газовых смесях?</p> <p>17. Каким способом могут задаваться газовые смеси?</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>18. Что называется массовой долей компонента в смеси?</li> <li>19. Что называется объемной долей компонента в смеси?</li> <li>20. Что такое приведенный объем газа, входящего в смесь?</li> <li>21. Что называется парциальным давлением газа, входящего в смесь?</li> <li>22. Как определяется кажущаяся (средняя) молярная масса смеси?</li> <li>23. Как можно найти газовую постоянную смеси, зная газовые постоянные компонентов?</li> <li>24. Как найти массовые доли компонентов смеси, зная их объемные доли?</li> <li>25. Как найти объемные доли компонентов смеси, зная их массовые доли?</li> <li>26. Как определяется удельная массовая теплоемкость смеси?</li> <li>27. Как определяется удельная объемная теплоемкость смеси?</li> <li>28. Дайте формулировку первого закона термодинамики для закрытых систем.</li> <li>29. Напишите выражение первого закона термодинамики в дифференциальной форме.</li> <li>30. Напишите выражение первого закона термодинамики в конечной форме.</li> <li>31. Как определяется количество теплоты в любом процессе с использованием теплоемкости?</li> <li>32. Как в общем случае рассчитывается механическая работа в любом процессе?</li> <li>33. Как определяется изменение внутренней энергии в любом процессе?</li> <li>34. Как определяется изменение энтальпии в любом процессе?</li> <li>35. Как определяется изменение энтропии в любом процессе?</li> </ol>
4	Круговые термодинамические процессы или циклы.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют круговым термодинамическим процессом (термодинамическим циклом)?</li> <li>2. Приведите классификацию термодинамических циклов.</li> <li>3. В чем состоит отличие обратимых и необратимых циклов?</li> <li>4. Чем отличаются прямой и обратный циклы?</li> <li>5. В каких устройствах реализуются прямые и обратные циклы?</li> <li>6. Каким показателем оценивается эффективность прямого цикла, и как он определяется?</li> <li>7. Каким показателем оценивается эффективность обратного цикла, и как он определяется?</li> <li>8. Представьте прямой цикл Карно в координатах <math>p-v</math> и <math>T-s</math>. Назовите процессы, составляющие цикл.</li> <li>9. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) в координатах <math>p-v</math> и <math>T-s</math> с указанием процессов его составляющих.</li> <li>10. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля) в координатах <math>p-v</math> и <math>T-s</math> с указанием процессов его составляющих.</li> <li>11. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с комбинированным подводом теплоты (цикл Тринклера) в координатах <math>p-v</math> и <math>T-s</math> с указанием процессов его составляющих.</li> <li>12. Что такое степень сжатия?</li> <li>13. Что такое степень повышения давления в цикле поршневого</li> </ol>

		<p>ДВС?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Что такое степень предварительного расширения в цикле поршневого ДВС?</li> <li>15. От какого показателя в большей степени зависит термический КПД цикла поршневого ДВС, и каково это влияние?</li> <li>16. Приведите выражение для термического КПД цикла Отто.</li> <li>17. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при одинаковой степени сжатия?</li> <li>18. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при одинаковом значении максимального давления в цикле?</li> <li>19. Изобразите идеальный цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты в координатах <math>p-v</math> и <math>T-s</math> с указанием процессов его составляющих.</li> <li>20. Приведите расшифровку позиций на схеме газотурбинной установки (ГТУ).</li> </ol>
5	<p>Определение параметров пара методом дросселирования. (л.р.)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называется процессом дросселирования?</li> <li>2. Перечислите виды пара?</li> <li>3. Что называется сухим насыщенным паром?</li> <li>4. Что называется перегретым паром?</li> <li>5. Что называется влажным паром?</li> <li>6. Что называется степенью сухости пара?</li> <li>7. Что называется теплотой парообразования?</li> <li>8. Как изменяется температура кипения от величины давления?</li> <li>9. Как зависит температура влажного пара от степени сухости?</li> <li>10. Как изменяется степень сухости пара при подводе теплоты?</li> <li>11. Как изменяется теплота парообразования в зависимости от давления?</li> <li>12. Как определяется абсолютное давление по показаниям манометра?</li> <li>13. По какой формуле можно рассчитать степень сухости влажного пара?</li> <li>14. Как рассчитывается энтальпия влажного пара?</li> <li>15. Каким образом по диаграмме <math>i-s</math> пара при отсутствии на ней нижней пограничной кривой можно определить теплоту парообразования?</li> <li>16. Каким образом по диаграмме <math>i-s</math> пара можно определить температуру кипения воды?</li> <li>17. Схематично представьте структуру диаграммы <math>i-s</math> для пара.</li> <li>18. Перечислите параметры, характеризующие состояние влажного пара.</li> <li>19. Какое количество влаги в граммах содержится в 2-х кг влажного пара со степенью сухости <math>x = 0,8</math>?</li> <li>20. Каким образом с использованием диаграммы <math>i-s</math> можно определить внутреннюю энергию пара?</li> </ol>
6	<p>Исследование процессов во влажном воздухе. (л.р.).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет влажный воздух?</li> <li>2. Что называется абсолютной влажностью воздуха, и какова ее размерность?</li> <li>3. Что называется относительной влажностью, и какова ее раз-</li> </ol>

		<p>мерность?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Что такое влагосодержание и какую размерность оно имеет?</li> <li>5. Что называется влагоемкостью воздуха, и какова ее размерность?</li> <li>6. Что называется парциальным давлением газа в смеси?</li> <li>7. Что называется ненасыщенным воздухом?</li> <li>8. Что называется насыщенным воздухом?</li> <li>9. Почему отличаются показания «сухого» и «мокрого» термометров?</li> <li>10. Могут ли совпадать показания «сухого» и «мокрого» термометров? И если могут, то в каком случае?</li> <li>11. Что называется точкой росы?</li> <li>12. Как изменяется влагоемкость воздуха с ростом температуры?</li> <li>13. Как изменяется относительная влажность воздуха при нагревании?</li> <li>14. Как изображается процесс нагрева воздуха (при отсутствии увлажнения) на диаграмме <math>i - d</math> ?</li> <li>15. Как изображается процесс испарения (сушки ) во влажном воздухе при отсутствии потерь теплоты?</li> <li>16. Каким образом по диаграмме <math>i - d</math> можно найти влагоемкость воздуха?</li> <li>17. Каким образом по диаграмме <math>i - d</math> можно найти парциальное давление пара в воздухе?</li> <li>18. С какой целью воздух перед сушильной камерой подогревается?</li> <li>19. Как изменяется относительная влажность воздуха при его нагреве?</li> <li>20. Каким образом можно понизить влагосодержание воздуха?</li> <li>21. Как можно рассчитать влагосодержание по парциальному давлению пара в воздухе?</li> <li>22. Каким образом можно рассчитать парциальное давление пара по влагосодержанию воздуха?</li> <li>23. Как рассчитывается удельная энтальпия влажного воздуха?</li> <li>24. Как можно рассчитать относительную влажность воздуха по парциальному давлению пара?</li> <li>25. Как определяется количество влаги, поглощаемое воздухом в процессе сушки?</li> </ol>
7	Основы теплообмена	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что собой представляет теплообмен?</li> <li>2. Какими параметрами характеризуется температурное поле?</li> <li>3. Что такое градиент температуры?</li> <li>4. В чем состоит отличие стационарного и нестационарного температурного поля</li> <li>5. Что такое тепловой поток, и какова его размерность?</li> <li>6. Что такое плотность теплового потока, и какова ее размерность?</li> <li>7. Назовите способы или механизмы переноса теплоты.</li> <li>8. Что собой представляет теплопроводность?</li> <li>9. Что собой представляет конвективный теплообмен?</li> <li>10. Что собой представляет теплообмен излучением?</li> <li>11. Приведите выражение закона Фурье для теплопроводности.</li> </ol>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Приведите дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.</li> <li>13. Что такое коэффициент теплопроводности, и какова его размерность?</li> <li>14. Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопроводности через плоскую многослойную стенку?</li> <li>15. Напишите выражение закона Ньютона-Рихмана для конвективной теплоотдачи.</li> <li>16. Что такое коэффициент теплоотдачи, и какова его размерность?</li> <li>17. Как обычно определяют коэффициент теплоотдачи?</li> <li>18. Какой процесс теплообмена называют теплопередаче в узком смысле этого слова?</li> <li>19. Что такое коэффициент теплопередачи, и какова его размерность?</li> <li>20. Назовите три вида теплообменников по их принципу действия.</li> <li>21. Что собой представляет рекуперативный теплообменник?</li> <li>22. Напишите развернутое уравнение теплового баланса для рекуперативного теплообменника.</li> <li>23. Приведите основное уравнение теплопередачи, используемое для расчета теплообменника.</li> <li>24. Приведите выражение коэффициента теплопередачи для плоской разделяющей стенки.</li> <li>25. Как рассчитывается среднелогарифмический температурный напор для теплообменника?</li> </ol>
8	Производство теплоты	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что называют топливом</li> <li>2. Назовите основные горючие элементы органического топлива.</li> <li>3. Каким образом задается состав органического топлива?</li> <li>4. Что такое теплота сгорания топлива?</li> <li>5. Чем отличается высшая и низшая теплота сгорания топлива? Укажите количественную связь между ними.</li> <li>6. Что такое условное топливо?</li> <li>7. Напишите формулу пересчета массы любого топлива на массу условного топлива.</li> <li>8. Что такое коэффициент избытка воздуха?</li> <li>9. Перечислите виды теплогенерирующих установок, применяемых в сельском хозяйстве.</li> <li>10. Что является теплоносителем в теплогенераторах?</li> <li>11. В чем заключается принципиальная особенность газовых горелок инфракрасного излучения, как отопительных приборов?</li> <li>12. Что собой представляет к.п.д. котла?</li> <li>13. Что собой представляет тепловая мощность котла?</li> <li>14. В чем заключаются конструктивные и эксплуатационные достоинства секционных чугунных водогрейных котлов?</li> <li>15. Какие средства обеспечения безопасности имеют теплогенераторы?</li> <li>16. Какова величина предельного давления пара в паровых котлах низкого давления сельскохозяйственного назначения?</li> </ol>

		<p>ния?</p> <p>17. С какой целью применяются газовые горелки инфракрасного излучения?</p> <p>18. Каким образом можно рассчитать тепловую мощность теплогенератора?</p> <p>19. Назовите основные элементы парового котельного агрегата.</p> <p>20. Что собой представляет экономайзер в котельном агрегате и для чего он служит?</p>
--	--	---

### Вопросы коллоквиумов по дисциплине

#### Вопросы коллоквиума № 1

1. Что собой представляет теплота?
2. Что является потенциалом теплоты как вида энергии?
3. Что собой представляет механическая работа?
4. Что является предметом изучения технической термодинамики?
5. Что называют термодинамической системой?
6. В чем состоит особенность термомеханических систем?
7. Приведите классификацию термодинамических систем по условиям взаимодействия с окружающей средой.
8. Что собой представляет открытая термодинамическая система?
9. Что собой представляет закрытая термодинамическая система?
10. Что такое адиабатная система?
11. Что называется замкнутой или изолированной системой?
12. Что в термодинамике называют рабочим телом?
13. Что чаще всего используется в качестве рабочего тела в термомеханических системах и почему?
14. Что собой представляет идеальный газ?
15. Назовите параметры состояния термодинамической системы.
16. Что собой представляет температура, и в каких единицах она измеряется?
17. Что такое давление, и в каких единицах оно измеряется?
18. Какова природа давления в жидкостях и газах?
19. Единицей измерения какого параметра является **Па**? Напишите выражение этой единицы через основные единицы СИ.
20. Что такое **бар**?
21. В каком соотношении находятся единицы измерения температуры **К** и **°С**.
22. Как определяется температура в **К** при известном её значении в **°С**.
23. Напишите уравнение Клапейрона для 1 кг газа.
24. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного в кмольях.
25. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного массой.
26. Каков физический смысл газовой постоянной и универсальной газовой постоянной?
27. Каково значение универсальной газовой постоянной?
28. В каком соотношении находятся газовая постоянная и универсальная газовая постоянная?
29. Что такое внутренняя энергия, и в каких единицах она измеряется?
30. Что такое энтальпия, и в каких единицах она измеряется?
31. Что такое энтропия, и в каких единицах она измеряется?
32. Что такое теплоёмкость?



33. Какие виды удельной теплоёмкости вы знаете? Приведите их размерность.
34. От каких факторов зависит удельная теплоёмкость?
35. Какой из факторов оказывает наибольшее влияние на теплоёмкость газов?
36. Какими соотношениями связана изобарная и изохорная теплоёмкости газов?
37. В каком соотношении для идеального газа находятся удельная массовая изохорная теплоёмкость и газовая постоянная?
38. Приведите формулировку первого закона термодинамики для закрытых систем.
39. Приведите математическое выражение первого закона термодинамики для закрытых систем в дифференциальной форме.
40. Приведите математическое выражение первого закона термодинамики для закрытых систем в конечной форме.
41. Как определяется количество теплоты в процессе с использованием теплоемкости?
42. Как в общем случае определяется механическая работа, совершаемая в процессе?
43. Что называют термодинамическим процессом?
44. Что собой представляют обратимые процессы?
45. Что собой представляют необратимые процессы?
46. Назовите основные термодинамические процессы.
47. Что собой представляет изохорный процесс?
48. Что собой представляет изобарный процесс?
49. Что собой представляет изотермический процесс?
50. Что собой представляет адиабатный процесс?
51. Как определяется изменение внутренней энергии в любом процессе?.
52. Как определяется изменение энтальпии в любом процессе?.
53. Как определяется изменение энтропии в любом процессе?
54. Как рассчитываются процессы в газовых смесях?
55. Каким способом могут задаваться газовые смеси?
56. Что называется массовой долей компонента в смеси?
57. Что называется объемной долей компонента в смеси?
58. Что такое приведенный объем газа, входящего в смесь?
59. Что называется парциальным давлением газа, входящего в смесь?
60. Как определяется кажущаяся (средняя) молярная масса смеси?
61. Как можно найти газовую постоянную смеси, зная газовые постоянные компонентов?
62. Как найти массовые доли компонентов смеси, зная их объемные доли?
63. Как найти объемные доли компонентов смеси, зная их массовые доли?
64. Как определяется удельная массовая теплоемкость смеси?
65. Как определяется удельная объемная теплоемкость смеси?

## **Вопросы коллоквиума № 2**

1. Что такое теплота?
2. Что собой представляет механическая работа?
3. Назовите параметры состояния термодинамической системы.
4. Что собой представляет температура, и в каких единицах она измеряется?
5. Что такое давление, и в каких единицах оно измеряется?
6. Какова природа давления в жидкостях и газах?
7. Напишите уравнение Клапейрона для 1кг газа.
8. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного массой.
9. Каков физический смысл газовой постоянной и универсальной газовой постоянной?
10. Каково значение универсальной газовой постоянной?

11. Что такое внутренняя энергия, и в каких единицах она измеряется?
12. Что такое энтальпия, и в каких единицах она измеряется?
13. Что такое энтропия, и в каких единицах она измеряется?
14. Что такое теплоёмкость?
15. Какие виды удельной теплоёмкости вы знаете? Приведите их размерность.
16. Какой из факторов оказывает наибольшее влияние на теплоёмкость газов?
17. Какими соотношениями связана изобарная и изохорная теплоёмкости газов?
18. В каком соотношении для идеального газа находятся удельная массовая изохорная теплоёмкость и газовая постоянная?
19. Как определяется количество теплоты в процессе с использованием теплоемкости?
20. Как в общем случае определяется механическая работа, совершаемая в процессе?
21. Дайте формулировку первого закона термодинамики.
22. Напишите выражение первого закона термодинамики в конечной форме.
23. Что называется термодинамическим процессом?
24. Назовите основные термодинамические процессы и укажите особенность каждого процесса.
25. Как определяется изменение внутренней энергии в любом процессе?
26. Как определяется изменение энтальпии в любом процессе?
27. Как в общем случае определяется изменение энтропии в процессе?
28. Дайте определение политропного процесса.
29. Как рассчитывается теплоемкость в политропном процессе?
30. Изобразите изохорный процесс в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .
31. Изобразите изобарный процесс в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .
32. Изобразите изотермический процесс в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .
33. Изобразите адиабатный процесс в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .
34. Что называют круговым термодинамическим процессом (термодинамическим циклом)?
35. Приведите классификацию термодинамических циклов.
36. В чем состоит отличие обратимых и необратимых циклов?
37. Чем отличаются прямой и обратный циклы?
38. В каких устройствах реализуются прямые и обратные циклы?
39. Каким показателем оценивается эффективность прямого цикла, и как он определяется?
40. Каким показателем оценивается эффективность обратного цикла, и как он определяется?
41. Представьте прямой цикл Карно в координатах  $p-v$  и  $T-s$ . Назовите процессы, составляющие цикл.
42. Изобразите цикл паровой компрессорной холодильной установки и назовите процессы, составляющие цикл.
43. Что собой представляет теплообмен?
44. Какими параметрами характеризуется температурное поле?
45. Что такое градиент температуры?
46. В чем состоит отличие стационарного и нестационарного температурного поля?
47. Что такое тепловой поток, и какова его размерность?
48. Что такое плотность теплового потока, и какова ее размерность?
49. Назовите способы или механизмы переноса теплоты.
50. Что собой представляет теплопроводность?
51. Что собой представляет конвективный теплообмен?
52. Что собой представляет теплообмен излучением?
53. Приведите выражение закона Фурье для теплопроводности.
54. Что такое коэффициент теплопроводности, и какова его размерность?
55. Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопроводности через плоскую многослойную стенку?
56. Напишите выражение закона Ньютона-Рихмана для конвективной теплоотдачи.

57. Что такое коэффициент теплоотдачи, и какова его размерность?
58. Какой процесс теплообмена называют теплопередачей в узком смысле этого слова?
59. Что такое коэффициент теплопередачи, и какова его размерность?
60. Назовите три вида теплообменников по их принципу действия.
61. Что собой представляет рекуперативный теплообменник?
62. Напишите развернутое уравнение теплового баланса для рекуперативного теплообменника.
63. Приведите основное уравнение теплопередачи, используемое для расчета теплообменника.
64. Приведите выражение коэффициента теплопередачи для плоской разделяющей стенки.
65. Как рассчитывается среднелогарифмический температурный напор для теплообменника?

### Тестовые контрольные задания

Тестовые контрольные задания могут использоваться для проверки остаточных знаний по дисциплине. Вариант контрольного тестового задания состоит из 10 тестовых заданий и формируется из 225 тестовых заданий, содержащихся в фонде тестовых заданий по дисциплине (Приложение 2). Пример контрольного тестового задания приведен ниже.

Критерием оценки при контроле остаточных знаний является количество правильных ответов на тестовые задания:

Количество правильных ответов	Оценка
9...10	<b>Отлично</b>
7...8	<b>Хорошо</b>
5...6	<b>Удовлетворительно</b>
< 5	<b>Неудовлетворительно</b>

Вариант № \_\_\_\_\_

**В заданиях 1 – 4 необходимо дополнить**

1. Термодинамическая система называется \_\_\_\_\_, если она обменивается с окружающей средой и энергией, и веществом.
2. Функция состояния, дифференциалом которой является выражение  $\frac{dq}{T}$  (здесь  $q$  – теплота,  $T$  – термодинамическая температура), называется \_\_\_\_\_.
3. Обобщающий термодинамический процесс, в котором доля теплоты, идущая на изменение внутренней энергии системы, остается постоянной, называется \_\_\_\_\_.

4. Отношение массы компонента газовой смеси к массе всей смеси называется \_\_\_\_\_.

**В заданиях 5 и 6 требуется обвести кружком номер правильного ответа:**

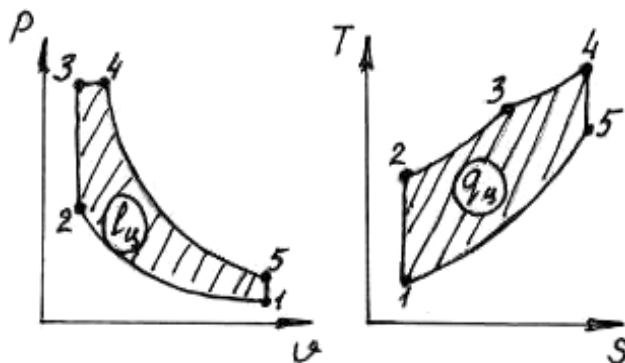
5. В термомеханических системах происходит взаимное превращение
- |                                   |                            |
|-----------------------------------|----------------------------|
| 1) теплоты и внутренней энергии.  | 2) температуры и давления. |
| 3) теплоты и механической работы. | 4) температуры и объема.   |
| 5) энтальпии и энтропии.          | 6) теплоты и энтропии.     |

6. Для изотермического процесса показатель политропы равен

- 1)  $n = 0$ .    2)  $n = 1$ .    3)  $n = -1$ .    4)  $n = \pm \infty$ .

**В заданиях 7–9 установить соответствие:**

7. В представленном на диаграммах цикле Тринклера



обозначения	процессы
1) 1-2	А) изохорный подвод теплоты
2) 2-3	Б) изобарный подвод теплоты
3) 3-4	В) изохорный отвод теплоты
4) 4-5	Г) изобарный отвод теплоты
5) 5-1	Д) изотермический подвод теплоты
	Е) изотермический отвод теплоты
	Ж) адиабатное расширение
	З) адиабатное сжатие

**Ответы:** 1.\_\_\_\_, 2.\_\_\_\_, 3.\_\_\_\_, 4.\_\_\_\_, 5.\_\_\_\_.

8. В приведенном выражении работы в изотермическом процессе

$$l = RT \cdot \ln \frac{p_1}{p_2} = RT \cdot \ln \frac{v_2}{v_1} = p_1 v_1 \cdot \ln \frac{v_2}{v_1}$$

обозначения	содержание	размерность
$l$	1) удельный объём в начале процесса	А) Па
$R$	2) кинематическая вязкость	Б) °С

$T$	3) удельная работа	В) $\text{м}^3/\text{кг}$
$p_1$	4) изменение внутренней энергии	Г) $\text{м}^3$
$p_2$	5) термодинамическая температура	Д) Дж
$v_1$	6) удельный объём в конце процесса	Е) $\text{кПа}$
$v_2$	7) давление в конце процесса	Ж) $K$
	8) давление в начале процесса	З) $\text{МПа}$
	9) газовая постоянная	И) Дж /кг $K$
	10) удельная теплота	К) Дж /кг
		Л) Дж /кмоль $K$

ответы:  $l$ —.;  $R$ —.;  $T$ —.;  $p_1$ —.;  $p_2$ —.;  $v_1$ —.;  $v_2$ —.

9. В приведенном выражении для расчёта площади поверхности рекуперативного теплообменника

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}$$

обозначения	содержание	размерность
$Q$	1) градиент температуры	А) $\text{Вт}$
$K$	2) плотность теплового потока	Б) $^{\circ}\text{C}$
$F$	3) средний температурный напор	В) $\text{Вт}/\text{м } K$
$\Delta t_{cp}$	4) коэффициент температуропроводности	Г) $K/\text{м}$
	5) коэффициент теплопроводности	Д) $\text{Вт}/\text{м}^2$
	6) коэффициент теплопередачи	Е) $\text{Вт}/\text{м}^2 K$
	7) тепловой поток	Ж) $\text{м}^2$
	8) коэффициент теплоотдачи	З) —
	9) площадь поверхности теплопередачи	И) Дж /кг $K$
		К) кДж /кг

ответы:  $Q$ —.;  $K$ —.;  $F$ —.;  $\Delta t_{cp}$ —.

**В задании 10 дополнить и установить соответствие:**

10. В приведенном выражении \_\_\_\_\_.

$$i = t + 0,001d \cdot i_n$$

обозначения	содержание	размерность
$i$	1) относительная влажность	А) $\text{г}/\text{кг с.в.}$
$d$	2) степень сухости влажного пара	Б) $^{\circ}\text{C}$
$i_n$	3) удельная энтальпия влажного пара	В) $\text{м}^3/\text{кг}$
	4) удельная энтальпия влажного воздуха	Г) %
	5) теплота парообразования	Д) кДж /кг с.в.
	6) удельная энтальпия кипящей жидкости	Е) $\text{кПа}$
	7) влагосодержание	Ж) $K$

8) температура воздуха

- 3) –
- И) Дж /кг К
- К) кДж /кг

ответы:  $i$ —\_\_\_\_,\_\_\_\_;  $d$ —\_\_\_\_,\_\_\_\_;  $i_n$ —\_\_\_\_,\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Дата

\_\_\_\_\_  
Подпись