

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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 и теплоснабжение предприятий
пищевых производств**

(Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

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

Направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного
питания

Профиль (направленность) Технология продуктов общественного питания

Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная, заочная
Год начала подготовки	2024
Общая трудоёмкость	5 з.е.
Часов по учебному плану	180

Брянская область
2024

Программу составил(и):

д.т.н., профессор Купреенко А.И.

подпись

*гл. технолог ООО «ППК «ВРЕМЯ ЕСТЬ»
Кривоножко В.А.*

подпись

Рецензент:

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

подпись

Рабочая программа дисциплины **«Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств»** разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 года № 1047

составлена на основании учебных планов 2024 года набора:

Направление подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Профиль (направленность) Технология продуктов общественного питания, 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 представления о системах теплоснабжения предприятий и 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.1.16

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 и теплоснабжение предприятий пищевых производств» является базовой для освоения ряда других дисциплин профессионального цикла по подготовке бакалавров с направлением подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания, Профиль Технология продуктов общественного питания 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		
ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Знать основные теплофизические характеристики веществ и основные законы технической термодинамики и теплообмена. Уметь составлять уравнения теплового и материального баланса для тепловых процессов, различного теплотехнического оборудования и систем. Владеть методами расчета термодинамических систем, решения уравнений теплового и материального баланса, обработки и оценки результатов измерений параметров тепловых процессов и теплотехнических систем.
ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.2 Использует знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания	Знать принципиальные схемы устройства и принцип действия основного технологического оборудования, используемого в отрасли. Уметь использовать базовые теоретические знания и практические навыки для освоения новых видов приборов и технологического оборудования перерабатывающих отраслей сельскохозяйственной продукции. Владеть методами расчетов основных параметров, характеризующих технологические процессы и аппараты пищевых отраслей.

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					32	32											32	32
Лабораторные					32	32											32	32
Практические					16	16											16	16
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)					83,25	83,25											83,25	83,25
Сам. работа					80	80											80	80
Контроль					16,75	16,75											16,75	16,75
Итого					180	180											180	180

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			8	8							8	8
Лабораторные			6	6							6	6
Практические			4	4							4	4
КСР												
Консультация перед экзаменом			1	1							1	1
Прием экзамена			0,25	0,25							0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)			19,25	19,25							19,25	19,25
Сам. работа			154	154							154	154
Контроль			6,75	6,75							6,75	6,75
Итого			180	180							180	180

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОЧНАЯ ФОРМА

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часов	Индикатор достижения компетенции
Раздел 1	Введение.			
Лекция 1	Теплота как вид энергии. Общие сведения о системах теплоснабжения предприятий и потребителях теплоты на предприятиях переработки и производства продуктов питания.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 1	Теплогенерирующие устройства на предприятиях переработки и производства продуктов питания.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 1	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 2	Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел			
Лекция 2	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-2.2 ОПК-3.2
Лекция 3	Функции состояния (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия). Теплоемкость, виды удельной теплоемкости и факторы, влияющие на удельную теплоемкость. Газовые смеси.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 1,2	Приборы и оборудование для измерения основных термодинамических параметров (температуры и давления).	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 2	Расчет термодинамических систем с использованием уравнения состояния.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 3	Расчет параметров газовой смеси.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 2	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	7	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 3	Термодинамические процессы в идеальных газах.			
Лекция 4	Общие сведения о термодинамических процессах. Первый закон термодинамики для закрытых систем. Определение теплоты и работы в общем случае.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 5	Термодинамические процессы в идеальных газах и их анализ.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 3,4	Исследование политропных процессов в воздухе	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 4	Анализ основных термодинамических процессов (изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного) в идеальных газах.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 5	Расчет политропного процесса.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 3	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	7	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 4	Круговые термодинамические процессы или циклы.			
Лекция 6	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	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 7	Идеальные циклы тепловых двигателей.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 6	Расчет параметров цикла теплового двигателя.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2

Ср. 4	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 5	Термодинамика систем с реальными газами.			
Лекция 8	Фазовые превращения и диаграмма фазовых переходов. Уравнения состояния реальных газов. Течение газов и первый закон термодинамики для потока газа.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 9	Холодильные установки и их циклы.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 5,6	Определение параметров влажного пара методом дросселирования.	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 7,8	Исследование процессов во влажном воздухе.	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 7	Расчет паровых процессов с использованием диаграммы $i-s$ водяного пара	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
ПЗ 8	Принципиальные схемы и циклы холодильных установок	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 5	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 6	Основы теплообмена и массообмена.			
Лекция 10	Общие сведения о теплообмене. Количественные оценки процессов теплообмена. Виды переноса теплоты. Основные законы теплообмена	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 11	Теплопередача. Теплообменники и их расчет.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 12	Массообмен и основные законы массообмена.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 9	Устройство. теплообменников	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 10,11	Испытание теплообменника "труба в трубе"	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 6	Расчет процессов переноса теплоты теплопроводностью и при теплоотдаче	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 7	Расчет процессов теплопередачи через многослойную стенку	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 8	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 9	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 7	Топливо и основы сгорания топлив.			
Лекция 13	Виды топлив и их характеристики. Основы расчета процесса сгорания.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лекция 14	Общие сведения о теплогенерирующих установках. Тепловой баланс котельного агрегата.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 12,13	Теплогенерирующие установки на предприятиях пищевых отраслей	3	4	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 10	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 8	Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды.			
Лекция 15	Обеспечение микроклимата в производственных и бытовых помещениях.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2

Лекция 16	Технологическое применение теплоты на предприятиях переработки и при производстве продуктов питания.. Основные пути экономии энергоресурсов и применение возобновляемых источников энергии.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 14	Устройство оборудования для обеспечения микроклимата на предприятиях пищевых производств	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 15	Устройство теплового технологического оборудования пищевых производств	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 16	Устройство сушильных установок.	3	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 11	Расчет расхода теплоносителей в процессах нагрева и охлаждения.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 12	Расчет сушилки конвективного типа.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 13	Проработка конспектов лекций и рекомендуемой литературы по темам раздела, подготовка к защите лабораторных работ и текущему контролю знаний.	3	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часов	Индикатор достижения компетенции
Раздел 1	Введение.			
Лек. 1	Теплота как вид энергии. Общие сведения о системах теплоснабжения предприятий и потребителях теплоты на предприятиях переработки и производства продуктов питания.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Пр. 1	Теплогенерирующие устройства на предприятиях переработки и производства продуктов питания.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 2	Общие сведения о термодинамических системах, теплофизических свойствах и параметрах состояния рабочих тел			
Ср. 1	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.	2	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 2	Функции состояния (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия). Теплоемкость, виды удельной теплоемкости и факторы, влияющие на удельную теплоемкость. Газовые смеси.	2	6	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 1	Приборы и оборудование для измерения основных термодинамических параметров (температуры и давления).	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 3	Расчет термодинамических систем с использованием уравнения состояния.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 4	Расчет параметров газовой смеси.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 3	Термодинамические процессы в идеальных газах.			
Лек. 2	Общие сведения о термодинамических процессах. Первый закон термодинамики для закрытых систем. Определение теплоты и работы в общем случае.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 5	Термодинамические процессы в идеальных газах и их анализ.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 6	Исследование политропных процессов в воздухе	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 2	Анализ основных термодинамических процессов (изохорного, изобарного, изотермического и адиабатного) в идеальных газах.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2

Пр. 2	Расчет политропного процесса.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 4	Круговые термодинамические процессы или циклы.			
Ср. 7	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	2	7	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 8	Идеальные циклы тепловых двигателей.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 9	Расчет параметров цикла теплового двигателя.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 5	Термодинамика систем с реальными газами.			
Лек. 3	Фазовые превращения и диаграмма фазовых переходов. Уравнения состояния реальных газов. Течение газов и первый закон термодинамики для потока газа.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Пр. 3	Холодильные установки и их циклы.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Лаб. 3	Определение параметров влажного пара методом дросселирования.	2	2	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 10	Исследование процессов во влажном воздухе.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 11	Расчет паровых процессов с использованием диаграммы <i>i-s</i> водяного пара	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 12	Принципиальные схемы и циклы холодильных установок	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 6	Основы теплообмена и массообмена.			
Ср. 13	Общие сведения о теплообмене. Количественные оценки процессов теплообмена. Виды переноса теплоты. Основные законы теплообмена	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 14	Теплопередача. Теплообменники и их расчет.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 15	Массообмен и основные законы массообмена.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 16	Устройство. теплообменников	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 17	Испытание теплообменника "труба в трубе"	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 18	Расчет процессов переноса теплоты теплопроводностью и при теплоотдаче	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 19	Расчет процессов теплопередачи через многослойную стенку	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 20	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 7	Топливо и основы сгорания топлив.			
Ср. 21	Виды топлив и их характеристики. Основы расчета процесса сгорания.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 22	Общие сведения о теплогенерирующих установках. Тепловой баланс котельного агрегата.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 23	Теплогенерирующие установки на предприятиях пищевых отраслей	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Раздел 8	Технологическое применение теплоты и применение теплоты на бытовые нужды.			

Ср. 24	Обеспечение микроклимата в производственных и бытовых помещениях.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 25	Технологическое применение теплоты на предприятиях переработки и при производстве продуктов питания.. Основные пути экономии энергоресурсов и применение возобновляемых источников энергии.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 26	Устройство оборудования для обеспечения микроклимата на предприятиях пищевых производств	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 27	Устройство теплового технологического оборудования пищевых производств	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 28	Устройство сушильных установок.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 29	Расчет расхода теплоносителей в процессах нагрева и охлаждения.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2
Ср. 30	Расчет сушилки конвективного типа.	2	5	ОПК-2.2 ОПК-3.2

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

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы экзаменационных билетов

1. Предмет и основные задачи технической термодинамики. Понятия термодинамической системы и рабочего тела. Виды систем по условиям взаимодействия с окружающей средой. Идеальный газ. Понятия теплоты и механической работы.
2. Параметры состояния и функции состояния рабочего тела (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия).
3. Уравнение состояния идеальных газов. Газовая постоянная и универсальная газовая постоянная. Связь между ними и физический смысл газовой постоянной.
4. Теплоемкость. Виды удельной теплоемкости. Влияние различных факторов на удельную теплоемкость. Связь между изобарной и изохорной теплоемкостью.
5. Газовые смеси. Способы задания смесей и определение кажущейся молекулярной массы смеси, газовой постоянной, удельной теплоемкости смеси и парциального давления газов, входящих в смесь.
6. Термодинамический процесс. Понятие равновесности и обратимости термодинамического процесса. Формулы для определения теплоты и работы в термодинамическом процессе. Графическое представление процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
7. Формулировка первого закона термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики в дифференциальной и конечной форме. Математическое выражение первого закона термодинамики с использованием энтальпии.
8. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. Уравнение процессов. Изменение параметров состояния и функций состояния в этих процессах. Определение количества теплоты и работы в процессах и их графическое представление в координатах $p - v$ и $T - s$.
9. Адиабатный процесс. Уравнение процесса. Связь между параметрами состояния в начале и в конце процесса. Определение механической работы в процессе. Графическое представление процесса в координатах $p - v$ и $T - s$.
10. Политропный процесс. Определение и характеристика процесса. Связь между теплоемкостью политропного процесса, его характеристикой и показателем политропы. Изменение параметров состояния в политропном процессе. Определение теплоты и работы в политропном процессе. Графическое представление политропных процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
11. Термодинамические циклы. Понятие прямого и обратного, обратимого и необратимого циклов. Цикл Карно и его показатели.
12. Второй закон термодинамики. Суть закона и варианты формулировок.
13. Термодинамические циклы поршневых ДВС (циклы Отто, Дизеля и Тринклера и их сравнительный анализ).
14. Свойство реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы, правило фаз Гиббса и фазовая диаграмма.
15. Водяной пар и его параметры. Диаграммы $p - v$, $T - s$ и $i - s$. Паровые процессы и их представление на диаграмме $i - s$.
16. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха и диаграмма $i - d$ для влажного воздуха.
17. Процессы сушки влажным воздухом и кондиционирования воздуха.
18. Течение газов. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного потока газов и его составляющие (работа проталкивания, располагаемая работа). Критическое отношение давлений и критическая скорость истечения.

19. Процесс дросселирования газов и паров. Дроссель – эффект.
20. Схема паровой компрессорной холодильной установки и ее цикл.
21. Схема и цикл абсорбционной холодильной установки.
22. Рабочий процесс поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие в компрессоре.
23. Схема и циклы газотурбинных установок.
24. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина, его термодинамический КПД и представление процесса в координатах $p - v$, $T - s$ и $i - s$.
25. Теплопередача. Способы переноса теплоты. Основные понятия и определения.
26. Теплопроводность. Закон Фурье для теплопроводности.
27. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основной закон конвективного теплообмена (закон Ньютона).
28. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Основные законы теплового излучения (закон Стефана-Больцмана и закон Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами.
29. Применение теории подобия для решения задач теплопереноса.
30. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки.
31. Теплопередача через цилиндрическую однослойную и многослойную стенки.
32. Типы теплообменных аппаратов. Расчет рекуперативного теплообменника.
33. Массообмен. Основные понятия и определения. Закон Фика для молекулярной диффузии. Основное уравнение массопередачи.
34. Виды и основные характеристики топлив. Основы процесса сгорания топлив.
35. Схема котельной установки. Уравнение теплового баланса котельного агрегата. Способы повышения КПД котла.
36. Теплогенераторы и другие теплогенерирующие установки, применяемые в сельском хозяйстве.
37. Значение микроклимата производственных помещений в животноводстве и способы его обеспечения.
38. Обогрев сооружений защищенного грунта.
39. Процессы сушки продукции сельскохозяйственного производства. Тепловые режимы сушки. Типы сушилок и общие сведения об их устройстве.
40. Применение холода в сельском хозяйстве. Порядок выбора холодильных установок.
41. Тепловые насосы. Принцип работы. Возможность и перспективы использования тепловых насосов в сельском хозяйстве.
42. Общие сведения о теплоснабжении в сельском хозяйстве. Методика определения расчетной тепловой мощности котельной и годового расхода топлива.

5.2. Фонд оценочных средств

Приложение 1

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

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература	
<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	
6.1.2. Дополнительная литература	
<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
6.1.3. Методические разработки	
<i>Автор, название, место издания, издательство, год издания</i>	<i>Количество</i>
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. http://www.bgsha.com/ru/book/99824/	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1 Единая библиотечная система БГАУ: www.bgsha.com;

Э2 Сайт библиотеки БГАУ: www.bgsha.com;

Э3 База электронных учебно-методических материалов библиотеки БГАУ: www.bgsha.com

Интернет-ресурс: [http:// www.minenergo.gov.ru/](http://www.minenergo.gov.ru/) - Министерство энергетики РФ

Интернет-ресурс: <http://www.rosenergo.gov.ru/> Российское энергетическое агентство.

Интернет-ресурс: [http:// www.ica.org](http://www.ica.org) Международное энергетическое агентство.

6.3. Перечень программного обеспечения

Интернет-браузеры:

1. Google Chrome.
2. Mozilla Firefox.
3. Internet Explorer.
4. Opera.

MS Office Standard 2010

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа – 210 лекционная аудитория.

Основное оборудование и технические средства обучения:

Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.

Характеристика аудитории: видеопроекторное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; выход в локальную сеть и Интернет, компьютер.

Лицензионное программное обеспечение:

1. ОС WindowsXP, 7, 10 (Договор 06-0512 от 14.05.2012). Срок действия лицензии – бессрочно.

2. Офисный пакет MS Officestd 2010 (Договор 14-0512 от 25.05.2012). Срок действия лицензии – бессрочно.

Свободно распространяемое программное обеспечение: Web-браузер – Internet Explorer, Google Chrome, Yandex браузер . Срок действия лицензии – бессрочно.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного, семинарского типа – 3-410 лаборатория теплотехники

Основное оборудование и технические средства обучения:

Специализированная мебель на 18 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя.

Характеристика аудитории:

1. Переносное мультимедийное оборудование

а) ноутбук

б) мультимедийный проектор

в) экран

2. Видеоматериалы

3. Стенд для исследования политропных процессов

4. Макеты: Автоклав ВК-30

5. Приборы: измеритель теплопроводности, регулятор температур, прибор ВК 7-10 барометр, микроамперметры, установка для измерения теплопроводности λ -400, установка для измерения теплоемкости с-400., Р- Н метр-150 МИ

6. Оборудование: тепловентилятор, установка для исследования процессов во влажном воздухе, лабораторная установка теплообменник труба в трубе

Учебно-наглядные пособия: Плакаты, Методические и наглядные пособия.

Помещение для самостоятельной работы (читальный зал научной библиотеки)

Основное оборудование и технические средства обучения:

Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя

Характеристика аудитории: 15 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу, ЭБС, к электронной информационно-образовательной среде.

Лицензионное программное обеспечение:

ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

LibreOffice – Свободно распространяемое ПО.

Microsoft Windows Defender (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.

Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:
КОМПАС-3D (Сублицензионный договор №МЦ-19-00205 от 07.05.2019)
1С:Предприятие 8 (Лицензионный договор 2205 от 17.06.2015).

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 3-310

Основное оборудование и технические средства обучения:

Специализированная мебель, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.

Характеристика аудитории: компьютерный класс на 8 рабочих мест с выходом в локальную сеть и Интернет, к электронным учебно-методическим материалам и электронной информационно-образовательной среде.

Лицензионное программное обеспечение:

ОС Windows 10 (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.

Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.

AutoCAD 2010 (Серийный № 351-79545770) Срок действия лицензии – бессрочно.

MATLAB R2009a (Лицензия 603081). Срок действия лицензии – бессрочно.

Microsoft Visual Studio 2010 (Контракт 142 от 16.11.2015). Срок действия лицензии – бессрочно.

Microsoft Windows Defender (Контракт №0327100004513000065_45788 от 28.01.2014). Срок действия лицензии – бессрочно.

Лицензионное программное обеспечение отечественного производства:

КОМПАС-3D (Сублицензионный договор №МЦ-19-00205 от 07.05.2019).

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

- для слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование

технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
 - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
 - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
 - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
 - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
 - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
 - «ELEGANT-T» передатчик
 - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
 - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
 - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
- групповые системы усиления звука
- Портативная установка беспроводной передачи информации .
 - для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
 - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств

Содержание

Паспорт фонда оценочных средств

Перечень формируемых компетенций и этапы их формирования

Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО

Процесс формирования компетенции в дисциплине «Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств»

Структура компетенций по дисциплине «Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств»

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: 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания

Профиль: Технология продуктов общественного питания

Дисциплина: Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств» направлено на формировании следующих компетенций:

общепрофессиональных компетенций (ОПК):

ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов

2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине

«Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств»

№ раздела	Наименование разделов	Компетенции	
		ОПК-2.2	ОПК-3.2
1	Введение. Теплота как вид энергии. Общие сведения о системах теплоснабжения предприятий и потребителях теплоты на предприятиях переработки и производства продуктов питания.	+	+
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.	+	+

Сокращение:

З. - знание; У. - умение; Н. - навыки.

2.3. Структура компетенций по дисциплине Оборудование предприятий общественного питания

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-2 Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Знать основные теплофизические характеристики веществ и основные законы технической термодинамики и теплообмена. Уметь составлять уравнения теплового и материального баланса для тепловых процессов, различного теплотехнического оборудования и систем. Владеть методами расчета термодинамических систем, решения уравнений теплового и материального баланса, обработки и

		оценки результатов измерений параметров тепловых процессов и теплотехнических систем.
ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования и приборов	ОПК-3.2 Использует знания инженерных наук для понимания процессов, происходящих при переработке пищевого сырья и хранении продуктов питания	Знать принципиальные схемы устройства и принцип действия основного технологического оборудования, используемого в отрасли. Уметь использовать базовые теоретические знания и практические навыки для освоения новых видов приборов и технологического оборудования перерабатывающих отраслей сельскохозяйственной продукции. Владеть методами расчетов основных параметров, характеризующих технологические процессы и аппараты пищевых отраслей.

3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Критерии оценки компетенций

3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме экзамена

3.1.1. Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине

«Теплотехника и теплоснабжение предприятий пищевых производств» и контроля текущей работы студентов над дисциплиной

3.1.2. 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.

3.1.3. 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;**
- **своевременность и качество выполнения курсовой работы;**
- **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 или контролируемой темы.	Баллы, получаемые студентом, зависят от уровня ответов на контрольные вопросы по теме. Сдача работы засчитывается при оценке не ниже 50% от максимальной. При сдаче работы с повторной попытки или позже установленного срока количество баллов за неё, учитываемых в ИКИ, умножается на коэффициент 0,8. 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.
--	--	---

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 экзамене.

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 четырёхнедельного 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 выступать.

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.

3.1.4. Периодичность контроля

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

3.1.5. 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;

$R_{м}$ – значение максимального рейтингового балла по ведомости деканата.

В конце семестра по результатам итоговой рейтинговой оценки решается вопрос о допуске к экзамену. Для допуска к экзамену 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 допуска к экзамену 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.

Студентам, имеющим в конце семестра ИКИ > 90 % от максимально возможного без экзамена выставляется по дисциплине оценка "отлично", а при ИКИ > 75 % - "хорошо".

3.1.6. 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	38	38
	Конспект (за лекцию)	2	19	38
Лабораторные	посещение (час)	1	18	18
Практические	посещение (час)	1	18	18
Темы лабораторных и для текущего контроля знаний	Тема № 1	10	1	10
	Тема № 2	10	1	10
	Тема № 3	15	1	15
	Тема № 4	10	1	10
	Тема № 5	15	1	15
	Тема № 6	15	1	15
	Тема № 7	15	1	15
	Тема № 8	10	1	10
Всего				212
Коллоквиумы		50	2	100
Итого				312

3.2. 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.	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.
Вопросы экзаменационных билетов	Итоговый контроль знаний и умений по дисциплине.	Контроль осуществляется на экзамене по экзаменационным билетам, содержащим 3 вопроса из разных разделов курса.
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

№ темы	Тема	Контрольные вопросы по теме
1	Основные понятия и определения технической термодинамики.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что является предметом изучения технической термодинамики? 2. Что собой представляет теплота? 3. Что собой представляет механическая работа? 4. Что называют термодинамической системой? 5. В чем состоит особенность термомеханических систем? 6. Приведите классификацию термодинамических систем по условиям взаимодействия с окружающей средой. 7. Что собой представляет открытая термодинамическая система? 8. Что собой представляет закрытая термодинамическая система? 9. Что такое адиабатная система? 10. Что называется замкнутой или изолированной системой? 11. Что в термодинамике называют рабочим телом? 12. Что чаще всего используется в качестве рабочего тела в термомеханических системах? 13. Что собой представляет идеальный газ? 14. Назовите параметры состояния термодинамической системы. 15. Что собой представляет температура, и в каких единицах она измеряется? 16. Что такое давление, и в каких единицах оно измеряется? 17. Какова природа давления в жидкостях и газах? 18. Напишите уравнение Клапейрона для 1 кг газа. 19. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного в кмольях. 20. Напишите уравнение Менделеева-Клапейрона для произвольного количества газа, выраженного массой. 21. Каков физический смысл газовой постоянной и универсальной газовой постоянной? 22. Каково значение универсальной газовой постоянной? 23. Что такое внутренняя энергия, и в каких единицах она измеряется? 24. Что такое энтальпия, и в каких единицах она измеряется? 25. Что такое энтропия, и в каких единицах она измеряется?
2	Приборы и оборудование для измерения термодинамических параметров. (л.р.).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что собой представляет температура? 2. Что такое давление и какова его природа в жидкостях и газах? 3. В каком соотношении находятся единицы измерения температуры – К и °С? 4. Каким образом по значению температуры $t, ^\circ\text{C}$ находят термодинамическую температуру T, K? 5. Что собой представляет единица измерения паскаль? 6. Что такое бар? 7. Что собой представляет техническая атмосфера? 8. Что собой представляет физическая атмосфера? 9. Сколько паскалей составляет 1 мм ртутного столба? 10. Сколько паскалей составляет 1 мм водяного столба? 11. Каким образом по показаниям жидкостного манометра определяется давление в паскалях? 12. Каким образом измеряется давление жидкостным U-образным манометром? 13. Как по показаниям манометра определяется абсолютное давление? 14. Как по показаниям вакуумметра определяется абсолютное давление? 15. Назовите приборы для измерения температуры. 16. Как устроены и на каком принципе основана работа жидкостных термометров? 17. Что собой представляет и на каком принципе работает манометрический термометр? 18. Что собой представляет и как работает дилатометрический термометр? 19. На каком принципе основана работа биметаллического термометра? 20. Что собой представляет и как работает термометр сопротивления? 21. Что собой представляет и как работает термоэлектрический термометр? 22. Что собой представляет пирометр, и на каком принципе работают пирометры? 23. Назовите виды манометров. 24. Что такое вакуумметр? 25. С какой целью используются жидкостные чашечные манометры с наклонной трубкой? 26. Что является чувствительным элементом пружинного манометра, и как он действует? 27. Что собой представляет и с какой целью грузопоршневой манометр? 28. Как устроен и как работает пьезоэлектрический манометр? 29. Как устроен и как работает емкостной манометр?

		30. В каких случаях и каким образом используют термосопротивление для измерения давления?
3	Термодинамические процессы и первый закон термодинамики для закрытых систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют термодинамическим процессом? 2. Что собой представляют обратимые процессы? 3. Что собой представляют необратимые процессы? 4. Назовите основные термодинамические процессы. 5. Что собой представляет изохорный процесс? 6. Что собой представляет изобарный процесс? 7. Что собой представляет изотермический процесс? 8. Что собой представляет адиабатный процесс? 9. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах $p-v$ и почему? 10. Как называют изображение термодинамических процессов в координатах $T-s$ и почему? 11. Что такое теплоёмкость? 12. Какие виды удельной теплоёмкости вы знаете? Приведите их размерность. 13. От каких факторов зависит удельная теплоёмкость? 14. Какой из факторов оказывает наибольшее влияние на теплоёмкость газов? 15. Какими соотношениями связана изобарная и изохорная теплоёмкости газов? 16. Как рассчитываются процессы в газовых смесях? 17. Каким способом могут задаваться газовые смеси? 18. Что называется массовой долей компонента в смеси? 19. Что называется объемной долей компонента в смеси? 20. Что такое приведенный объем газа, входящего в смесь? 21. Что называется парциальным давлением газа, входящего в смесь? 22. Как определяется кажущаяся (средняя) молярная масса смеси? 23. Как можно найти газовую постоянную смеси, зная газовые постоянные компонентов? 24. Как найти массовые доли компонентов смеси, зная их объемные доли? 25. Как найти объемные доли компонентов смеси, зная их массовые доли? 26. Как определяется удельная массовая теплоемкость смеси? 27. Как определяется удельная объемная теплоемкость смеси? 28. Дайте формулировку первого закона термодинамики для закрытых систем. 29. Напишите выражение первого закона термодинамики в дифференциальной форме. 30. Напишите выражение первого закона термодинамики в конечной форме. 31. Как определяется количество теплоты в любом процессе с использованием теплоемкости? 32. Как в общем случае рассчитывается механическая работа в любом процессе? 33. Как определяется изменение внутренней энергии в любом процессе? 34. Как определяется изменение энтальпии в любом процессе? 35. Как определяется изменение энтропии в любом процессе?
4	Круговые термодинамические процессы или циклы.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Что называют круговым термодинамическим процессом (термодинамическим циклом)? 2. Приведите классификацию термодинамических циклов. 3. В чем состоит отличие обратимых и необратимых циклов? 4. Чем отличаются прямой и обратный циклы? 5. В каких устройствах реализуются прямые и обратные циклы? 6. Каким показателем оценивается эффективность прямого цикла, и как он определяется? 7. Каким показателем оценивается эффективность обратного цикла, и как он определяется? 8. Представьте прямой цикл Карно в координатах $p-v$ и $T-s$. Назовите процессы, составляющие цикл. 9. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изохорным подводом теплоты (цикл Отто) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 10. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с изобарным подводом теплоты (цикл Дизеля) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 11. Изобразите идеальный цикл поршневого ДВС с комбинированным подводом теплоты (цикл Тринклера) в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих. 12. Что такое степень сжатия? 13. Что такое степень повышения давления в цикле поршневого ДВС? 14. Что такое степень предварительного расширения в цикле поршневого ДВС? 15. От какого показателя в большей степени зависит термический КПД цикла поршневого ДВС, и каково это влияние? 16. Приведите выражение для термического КПД цикла Отто. 17. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при

		<p>одинаковой степени сжатия?</p> <p>18. Какой из трех видов циклов поршневых ДВС имеет наибольший КПД при одинаковом значении максимального давления в цикле?</p> <p>19. Изобразите идеальный цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты в координатах $p-v$ и $T-s$ с указанием процессов его составляющих.</p> <p>20. Приведите расшифровку позиций на схеме газотурбинной установки (ГТУ).</p>
5	Определение параметров пара методом дросселирования (л.р.)	<p>1. Что называется процессом дросселирования?</p> <p>2. Перечислите виды пара?</p> <p>3. Что называется сухим насыщенным паром?</p> <p>4. Что называется перегретым паром?</p> <p>5. Что называется влажным паром?</p> <p>6. Что называется степенью сухости пара?</p> <p>7. Что называется теплотой парообразования?</p> <p>8. Как изменяется температура кипения от величины давления?</p> <p>9. Как зависит температура влажного пара от степени сухости?</p> <p>10. Как изменяется степень сухости пара при подводе теплоты?</p> <p>11. Как изменяется теплота парообразования в зависимости от давления?</p> <p>12. Как определяется абсолютное давление по показаниям манометра?</p> <p>13. По какой формуле можно рассчитать степень сухости влажного пара?</p> <p>14. Как рассчитывается энтальпия влажного пара?</p> <p>15. Каким образом по диаграмме $i-s$ пара при отсутствии на ней нижней пограничной кривой можно определить теплоту парообразования?</p> <p>16. Каким образом по диаграмме $i-s$ пара можно определить температуру кипения воды?</p> <p>17. Схематично представьте структуру диаграммы $i-s$ для пара.</p> <p>18. Перечислите параметры, характеризующие состояние влажного пара.</p> <p>19. Какое количество влаги в граммах содержится в 2-х кг влажного пара со степенью сухости $x = 0,8$?</p> <p>20. Каким образом с использованием диаграммы $i-s$ можно определить внутреннюю энергию пара?</p>
6	Исследование процессов во влажном воздухе. (л.р.)	<p>1. Что собой представляет влажный воздух?</p> <p>2. Что называется абсолютной влажностью воздуха, и какова ее размерность?</p> <p>3. Что называется относительной влажностью, и какова ее размерность?</p> <p>4. Что такое влагосодержание и какую размерность оно имеет?</p> <p>5. Что называется влагоемкостью воздуха, и какова ее размерность?</p> <p>6. Что называется парциальным давлением газа в смеси?</p> <p>7. Что называется ненасыщенным воздухом?</p> <p>8. Что называется насыщенным воздухом?</p> <p>9. Почему отличаются показания «сухого» и «мокрого» термометров?</p> <p>10. Могут ли совпадать показания «сухого» и «мокрого» термометров? И если могут, то в каком случае?</p> <p>11. Что называется точкой росы?</p> <p>12. Как изменяется влагоемкость воздуха с ростом температуры?</p> <p>13. Как изменяется относительная влажность воздуха при нагревании?</p> <p>14. Как изображается процесс нагрева воздуха (при отсутствии увлажнения) на диаграмме $i - d$?</p> <p>15. Как изображается процесс испарения (сушки) во влажном воздухе при отсутствии потерь теплоты?</p> <p>16. Каким образом по диаграмме $i - d$ можно найти влагоемкость воздуха?</p> <p>17. Каким образом по диаграмме $i - d$ можно найти парциальное давление пара в воздухе?</p> <p>18. С какой целью воздух перед сушильной камерой подогревается?</p> <p>19. Как изменяется относительная влажность воздуха при его нагреве?</p> <p>20. Каким образом можно понизить влагосодержание воздуха?</p> <p>21. Как можно рассчитать влагосодержание по парциальному давлению пара в воздухе?</p> <p>22. Каким образом можно рассчитать парциальное давление пара по влагосодержанию воздуха?</p> <p>23. Как рассчитывается удельная энтальпия влажного воздуха?</p> <p>24. Как можно рассчитать относительную влажность воздуха по парциальному давлению пара?</p> <p>25. Как определяется количество влаги, поглощаемое воздухом в процессе сушки?</p>
7	Основы теплообмена	<p>1. Что собой представляет теплообмен?</p> <p>2. Какими параметрами характеризуется температурное поле?</p> <p>3. Что такое градиент температуры?</p> <p>4. В чем состоит отличие стационарного и нестационарного температурного поля?</p> <p>5. Что такое тепловой поток, и какова его размерность?</p> <p>6. Что такое плотность теплового потока, и какова ее размерность?</p>

		<p>7. Назовите способы или механизмы переноса теплоты.</p> <p>8. Что собой представляет теплопроводность?</p> <p>9. Что собой представляет конвективный теплообмен?</p> <p>10. Что собой представляет теплообмен излучением?</p> <p>11. Приведите выражение закона Фурье для теплопроводности.</p> <p>12. Приведите дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.</p> <p>13. Что такое коэффициент теплопроводности, и какова его размерность?</p> <p>14. Как рассчитывается плотность теплового потока при теплопроводности через плоскую многослойную стенку?</p> <p>15. Напишите выражение закона Ньютона-Рихмана для конвективной теплоотдачи.</p> <p>16. Что такое коэффициент теплоотдачи, и какова его размерность?</p> <p>17. Как обычно определяют коэффициент теплоотдачи?</p> <p>18. Какой процесс теплообмена называют теплопередаче в узком смысле этого слова?</p> <p>19. Что такое коэффициент теплопередачи, и какова его размерность?</p> <p>20. Назовите три вида теплообменников по их принципу действия.</p> <p>21. Что собой представляет рекуперативный теплообменник?</p> <p>22. Напишите развернутое уравнение теплового баланса для рекуперативного теплообменника.</p> <p>23. Приведите основное уравнение теплопередачи, используемое для расчета теплообменника.</p> <p>24. Приведите выражение коэффициента теплопередачи для плоской разделяющей стенки.</p> <p>25. Как рассчитывается среднелогарифмический температурный напор для теплообменника?</p>
8	Производство теплоты	<p>1. Что называют топливом</p> <p>2. Назовите основные горючие элементы органического топлива.</p> <p>3. Каким образом задается состав органического топлива?</p> <p>4. Что такое теплота сгорания топлива?</p> <p>5. Чем отличается высшая и низшая теплота сгорания топлива? Укажите количественную связь между ними.</p> <p>6. Что такое условное топливо?</p> <p>7. Напишите формулу пересчета массы любого топлива на массу условного топлива.</p> <p>8. Что такое коэффициент избытка воздуха?</p> <p>9. Перечислите виды теплогенерирующих установок, применяемых в сельском хозяйстве.</p> <p>10. Что является теплоносителем в теплогенераторах?</p> <p>11. В чем заключается принципиальная особенность газовых горелок инфракрасного излучения, как отопительных приборов?</p> <p>12. Что собой представляет к.п.д. котла?</p> <p>13. Что собой представляет тепловая мощность котла?</p> <p>14. В чем заключаются конструктивные и эксплуатационные достоинства секционных чугунных водогрейных котлов?</p> <p>15. Какие средства обеспечения безопасности имеют теплогенераторы?</p> <p>16. Какова величина предельного давления пара в паровых котлах низкого давления сельскохозяйственного назначения?</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 $^{\circ}\text{C}$.
22. Как определяется температура в **К** при известном её значении в $^{\circ}\text{C}$.
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 1 кг 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?

Вопросы экзаменационных билетов

43. Предмет и основные задачи технической термодинамики. Понятия термодинамической системы и рабочего тела. Виды систем по условиям взаимодействия с окружающей средой. Идеальный газ. Понятия теплоты и механической работы.
44. Параметры состояния и функции состояния рабочего тела (внутренняя энергия, энтальпия и энтропия).
45. Уравнение состояния идеальных газов. Газовая постоянная и универсальная газовая постоянная. Связь между ними и физический смысл газовой постоянной.
46. Теплоемкость. Виды удельной теплоемкости. Влияние различных факторов на удельную теплоемкость. Связь между изобарной и изохорной теплоемкостью.
47. Газовые смеси. Способы задания смесей и определение кажущейся молекулярной массы смеси, газовой постоянной, удельной теплоемкости смеси и парциального давления газов, входящих в смесь.

48. Термодинамический процесс. Понятие равновесности и обратимости термодинамического процесса. Формулы для определения теплоты и работы в термодинамическом процессе. Графическое представление процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
49. Формулировка первого закона термодинамики. Математическое выражение первого закона термодинамики в дифференциальной и конечной форме. Математическое выражение первого закона термодинамики с использованием энтальпии.
50. Изохорный, изобарный, изотермический процессы. Уравнение процессов. Изменение параметров состояния и функций состояния в этих процессах. Определение количества теплоты и работы в процессах и их графическое представление в координатах $p - v$ и $T - s$.
51. Адиабатный процесс. Уравнение процесса. Связь между параметрами состояния в начале и в конце процесса. Определение механической работы в процессе. Графическое представление процесса в координатах $p - v$ и $T - s$.
52. Политропный процесс. Определение и характеристика процесса. Связь между теплоемкостью политропного процесса, его характеристикой и показателем политропы. Изменение параметров состояния в политропном процессе. Определение теплоты и работы в политропном процессе. Графическое представление политропных процессов в координатах $p - v$ и $T - s$.
53. Термодинамические циклы. Понятие прямого и обратного, обратимого и необратимого циклов. Цикл Карно и его показатели.
54. Второй закон термодинамики. Суть закона и варианты формулировок.
55. Термодинамические циклы поршневых ДВС (циклы Отто, Дизеля и Тринклера и их сравнительный анализ).
56. Свойство реальных газов. Уравнение состояния Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы, правило фаз Гиббса и фазовая диаграмма.
57. Водяной пар и его параметры. Диаграммы $p - v$, $T - s$ и $i - s$. Паровые процессы и их представление на диаграмме $i - s$.
58. Влажный воздух. Параметры влажного воздуха и диаграмма $i - d$ для влажного воздуха.
59. Процессы сушки влажным воздухом и кондиционирования воздуха.
60. Течение газов. Уравнение первого закона термодинамики для стационарного потока газов и его составляющие (работа проталкивания, располагаемая работа). Критическое отношение давлений и критическая скорость истечения.
61. Процесс дросселирования газов и паров. Дроссель – эффект.
62. Схема паровой компрессорной холодильной установки и ее цикл.
63. Схема и цикл абсорбционной холодильной установки.
64. Рабочий процесс поршневого компрессора. Многоступенчатое сжатие в компрессоре.
65. Схема и циклы газотурбинных установок.
66. Схема паросиловой установки. Цикл Ренкина, его термодинамический КПД и представление процесса в координатах $p - v$, $T - s$ и $i - s$.
67. Теплопередача. Способы переноса теплоты. Основные понятия и определения.
68. Теплопроводность. Закон Фурье для теплопроводности.
69. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения. Основной закон конвективного теплообмена (закон Ньютона).
70. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Основные законы теплового излучения (закон Стефана-Больцмана и закон Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами.
71. Применение теории подобия для решения задач теплопереноса.
72. Теплопередача через плоскую однослойную и многослойную стенки.
73. Теплопередача через цилиндрическую однослойную и многослойную стенки.
74. Типы теплообменных аппаратов. Расчет рекуперативного теплообменника.
75. Массообмен. Основные понятия и определения. Закон Фика для молекулярной диффузии. Основное уравнение массопередачи.
76. Виды и основные характеристики топлив. Основы процесса сгорания топлив.
77. Схема котельной установки. Уравнение теплового баланса котельного агрегата. Способы повышения КПД котла.
78. Теплогенераторы и другие теплогенерирующие установки, применяемые в сельском хозяйстве.
79. Значение микроклимата производственных помещений в животноводстве и способы его обеспечения.
80. Обогрев сооружений защищенного грунта.
81. Процессы сушки продукции сельскохозяйственного производства. Тепловые режимы сушки. Типы сушилок и общие сведения об их устройстве.
82. Применение холода в сельском хозяйстве. Порядок выбора холодильных установок.
83. Тепловые насосы. Принцип работы. Возможность и перспективы использования тепловых насосов в сельском хозяйстве.
84. Общие сведения о теплоснабжении в сельском хозяйстве. Методика определения расчетной тепловой мощности котельной и годового расхода топлива.

Задачи экзаменационных билетов

Задача № _____

В цикле Карно к рабочему телу подведено 600 кДж теплоты при температуре $t_1 = 600$ °С. Определить работу цикла, если температура холодного источника $t_2 = 100$ °С.

Задача № _____

Определить требуемую мощность для привода неохлаждаемого компрессора, если его производительность по сжимаемому воздуху составляет $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ при степени повышения давления $\lambda_k = 7$. Начальное давление принять равным $0,1 \text{ МПа}$, а КПД компрессора – $\eta_k = 0,7$.

Задача № _____

Определить тепловую мощность и требуемую площадь поверхности рекуперативного теплообменника, работающего по противоточной схеме для следующих исходных данных.

- расход воды $G_g = 5200 \text{ кг/ч}$;
- температура воды на входе и на выходе $t'_g = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $t''_g = 90 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура газов $t'_g = 720 \text{ }^\circ\text{C}$, $t''_g = 290 \text{ }^\circ\text{C}$;
- коэффициент теплопередачи $K = 85 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$.

Задача № _____

Атмосферный воздух с температурой $18 \text{ }^\circ\text{C}$ и относительной влажностью 75% поступает в калорифер сушилки, где подогревается до $80 \text{ }^\circ\text{C}$. На выходе из сушилки относительная влажность воздуха составляет 80% . Считая сушилку идеальной, определить температуру воздуха на выходе из сушилки и требуемый расход для удаления 50 кг влаги из высушиваемого материала.

Задача № _____

Газовая смесь имеет следующий объемный состав: $r_{H_2} = 30 \%$; $r_{O_2} = 20 \%$; $r_{CO} = 35 \%$; $r_{N_2} = 15 \%$. Определить массу смеси, если она занимает объем 2 м^3 при давлении 10 МПа и температуре $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № _____

При адиабатном сжатии кислорода его объем уменьшился в семь раз. Определить давление и температуру в конце процесса сжатия, если их начальные значения составляют соответственно $0,1 \text{ МПа}$ и $30 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № _____

Определить расход воздуха и количество теплоты, необходимое для его нагрева в калорифере сушилки, если начальная влажность материала $W_1 = 40 \%$, конечная – $W_2 = 10 \%$. Температура и относительная влажность воздуха до подогрева составляют соответственно $15 \text{ }^\circ\text{C}$ и 75% . На выходе из калорифера воздух имеет температуру $102 \text{ }^\circ\text{C}$. Влажосодержание воздуха на выходе из сушилки составляет 32 г/кг с. воздуха. Масса высушиваемого материала – $3,5 \text{ т}$.

Задача № _____

Определить, пользуясь диаграммой $i - s$ водяного пара, количество теплоты, необходимое для превращения 2 кг влажного пара со степенью сухости $x = 0,8$ при постоянном давлении $p = 0,5 \text{ МПа}$ в перегретый пар с температурой $400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № _____

В цикле Ренкина пар перед турбиной имеет температуру $520 \text{ }^\circ\text{C}$ и давление 12 МПа . Давление в конденсаторе равно $0,012 \text{ МПа}$. Изобразить цикл в координатах $T - s$ и $i - s$. Определить КПД цикла, используя диаграмму $i - s$ водяного пара.

Задача № _____

Пар с температурой $600 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлением 15 МПа адиабатно расширяется до давления $0,1 \text{ МПа}$. С помощью диаграммы $i - s$ водяного пара определить степень сухости пара и его температуру в конце процесса расширения.

Задача № _____

В цикле Ренкина пар перед турбиной имеет температуру $600 \text{ }^\circ\text{C}$ и давление 14 МПа . Давление в конденсаторе равно $0,009 \text{ МПа}$. Изобразить цикл в координатах $T - s$ и $i - s$. Определить КПД цикла, используя диаграмму $i - s$ водяного пара.

Задача № _____

Газовая смесь массой 5 кг заполняет резервуар емкостью $0,5 \text{ м}^3$. Смесь имеет следующий массовый состав: $g_{H_2} = 0,35$; $g_{CO} = 0,23$; $g_{CO_2} = 0,12$; $g_{N_2} = 0,30$. Определить давление смеси при температуре $45 \text{ }^\circ\text{C}$ и парциальное давление водорода.

Задача № _____

Цикл Отто имеет следующие параметры: степень сжатия $\varepsilon = 9$; степень повышения давления $\lambda_p = 2,8$. Определить максимальное значение температуры и давления в цикле, а также работу за цикл при условии, что рабочим телом является 1 кг воздуха, который в начале сжатия имеет температуру $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и давление $0,1 \text{ МПа}$.

Задача № _____

Кислородный баллон емкостью 50 л в порожнем состоянии имеет массу 95 кг . Определить массу баллона после заполнения его кислородом до давления 20 МПа при температуре $15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Задача № _____

В вертикально расположенный цилиндр диаметром 200 мм и высотой 500 мм помещен поршень массой 20 кг. На какой высоте остановится поршень с учетом того, что начальное давление воздуха, наполнявшего цилиндр равно 0,1 МПа? Температура воздуха равна 17 °С. Трением поршня о стенки цилиндра пренебречь.

Задача № _____

Температура азота изменилась в изохорном процессе с 20 °С до 100 °С. Определить количество теплоты, подведенное в процессе, изменение энтальпии и параметры состояния в конце процесса, если начальное давление равно 745 мм рт. столба. Масса газа – 1кг.

Задача № _____

В процессе изотермического расширения 5 кг воздуха давление падает с 0,5 МПа до 0,2 МПа. Определить количество теплоты и работу, совершаемую в этом процессе. Температура воздуха равна 40 °С.

Задача № _____

1 кг воздуха при температуре 30 °С и начальном давлении 0,1 МПа сжимается изотермически до давления 1 МПа. Определить конечный объем, работу и теплоту в процессе.

Задача № _____

В изобарном процессе подведено 160 кДж/кг теплоты. Определить параметры состояния в конце процесса и начальный удельный объем, если в качестве рабочего тела выступает воздух при начальной температуре 40 °С и давлении 0,5 МПа.

Задача № _____

Определить показатель политропы и характеристику процесса, в котором 1 кг воздуха совершает работу 300 кДж/кг, а его температура изменяется с 50 °С до 150 °С. Начальное давление составляет 0,5 МПа. Определить также удельный объем в начале и в конце процесса.

Задача № _____

Определить, во сколько раз увеличится термическое сопротивление стальной стенки котла толщиной 5 мм, когда в процессе эксплуатации стенка покроется с одной стороны слоем накипи толщиной 2,5 мм, а с другой – слоем копоти толщиной 0,5 мм. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплопроводности: для стали – 45 Вт/м К; для накипи – 0,60 Вт/м К; для копоти – 0,035 Вт/м К.

Задача № _____

Определить плотность теплового потока и температуру стенки при теплопередаче от воды, имеющей температуру 100 °С, воздуху с температурой 20 °С. Коэффициент теплопроводности материала стенки равен 60 Вт/м К, толщина стенки – 10 мм. Коэффициент теплоотдачи со стороны воды равен 6000 Вт/м² К, со стороны воздуха – 120 Вт/м² К.

Критерии оценки на экзамене

Критерии оценки	Оценка в четырехбалльной системе
При ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы студент проявляет отличные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать задачи из числа предусмотренных рабочей программой. Допускаются совсем несущественные «шероховатости» в ответах на вопросы.	Отлично
При ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы студент проявляет твердые знания основных положений учебной дисциплины, допуская в ответах на вопросы лишь иногда некоторые неточности, не носящие принципиального характера. Умеет самостоятельно решать задачи из числа предусмотренных рабочей программой.	Хорошо
При ответах на вопросы экзаменационного билета студент проявляет приемлемый уровень знаний основных положений учебной дисциплины. Умеет исправить допущенные неточности в ответах или решении практических задач с помощью преподавателя, носящей ограниченный характер.	Удовлетворительно
При ответах на вопросы экзаменационного билета студента выявляются существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение даже с помощью «наводящих» вопросов и отдельных подсказок преподавателя прийти к правильному ответу на поставленный вопрос или решению практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой.	Неудовлетворительно

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 фонда 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	Отлично
7...8	Хорошо
5...6	Удовлетворительно
< 5	Неудовлетворительно

Ф.И.О. студента _____

_____ группа

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:

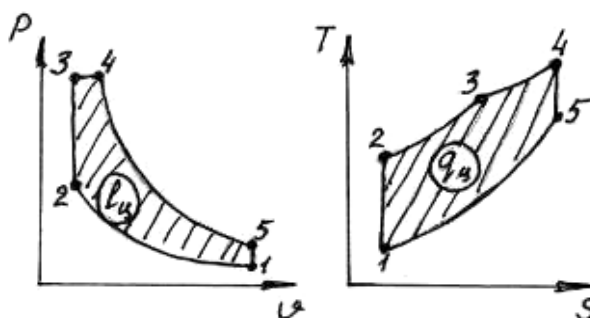
5. В термомеханических системах происходит взаимное превращение

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
1) 1-2

процессы
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) м³/кг
p_1	4) изменение внутренней энергии	Г) м³
p_2	5) термодинамическая температура	Д) Дж
v_1	6) удельный объём в конце процесса	Е) кПа
v_2	7) давление в конце процесса	Ж) К
	8) давление в начале процесса	З) МПа
	9) газовая постоянная	И) Дж /кг К
	10) удельная теплота	К) Дж /кг
		Л) Дж /кмоль К

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) Вт
K	2) плотность теплового потока	Б) °С
F	3) средний температурный напор	В) Вт/м К
Δt_{cp}	4) коэффициент температуропроводности	Г) К/м
	5) коэффициент теплопроводности	Д) Вт /м²
	6) коэффициент теплопередачи	Е) Вт /м² К
	7) тепловой поток	Ж) м²
	8) коэффициент теплоотдачи	З) –
	9) площадь поверхности теплопередачи	И) Дж /кг К
		К) кДж /кг

ответы: Q —____; K —____; F —____; Δt_{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) г/кг с.в.
	2) степень сухости влажного пара	Б) °С
d	3) удельная энтальпия влажного пара	В) м³/кг
	4) удельная энтальпия влажного воздуха	Г) %
i_n	5) теплота парообразования	Д) кДж/кг с.в.
	6) удельная энтальпия кипящей жидкости	Е) кПа
	7) влагосодержание	Ж) К
	8) температура воздуха	З) –
		И) Дж/кг К
		К) кДж/кг

ответы: i —____; d —____; i_n —____.

Дата

Подпись