

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета технологии и това-  
роведения  
Высоцкая Е. А.  
«27» 06 2023 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### **Б1.О.25 ТЕПЛОТЕХНИКА ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Направление подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Направленность (профиль) Технологический инжиниринг масложировой продукции и эфирных масел

Квалификация выпускника – бакалавр

Факультет – технологии и товароведения

Кафедра технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности

Разработчик рабочей программы:

к.с.-х.н., доцент Бутова Светлана Викторовна

Воронеж 2023 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья, утвержденным приказом Министра науки и высшего образования Российской Федерации № 1041 от 17 августа 2020 г.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и безопасности жизнедеятельности (протокол №10 от 16 июня 2023 г.)

**Заведующий кафедрой**



**Высоцкая Е.А.**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета технологии и товароведения (протокол № 10 от 20 июня 2023 г.).

**Председатель методической комиссии**



**(Колобаева А.А.)**

**Рецензент рабочей программы**

Эксперт энергослужбы ООО «Евдаково» Коломыцев С.В.

## 1. Общая характеристика дисциплины

### 1.1. Цель дисциплины

*Цель изучения дисциплины* – дать обучающимся основные законы термодинамики и теплообмена, термодинамические процессы и циклы, свойства рабочих тел, теплообменные аппараты, холодильные установки, использование теплоты в пищевой промышленности.

### 1.2. Задачи дисциплины

*Основные задачи дисциплины* – изучение основных законов термодинамики и теории теплообмена, характера изменения термодинамических свойств водяного пара и хладагентов в области состояний влажного пара и за ее пределами, а также влажного воздуха; ознакомление с устройством технологического холодильного и теплового оборудования масложировой промышленности, принципами выбора оптимальных режимов тепловых процессов и методами расчёта определяющих размеров аппаратов.

### 1.3. Предмет дисциплины

*Предмет дисциплины* – основные законы термодинамики и теплообмена, термодинамические процессы и циклы, свойства рабочих тел, теплообменные аппараты, холодильные установки, использование теплоты в пищевой промышленности.

### 1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.О.25 Теплотехника пищевых производств относится к дисциплинам обязательной части блока 1 «Дисциплины» по направлению подготовки 19.03.02 «Продукты питания из растительного сырья».

### 1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Дисциплина базируется на соответствующих знаниях бакалавра математики, физики, процессов и аппаратов пищевых производств.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ОПК-3	Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования	3.6	Основные законы и постулаты термодинамики
		У.2	Использовать знания основных законов и постулатов физики для решения стандартных задач в профессиональной деятельности
		Н.3	Владеть методикой применения физических законов в профессиональной деятельности.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

#### 3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	4	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	5/180	5/180
Общая контактная работа*, ч	128,75	128,75
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	51,25	51,25
Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	128	128
лекции	44	44
практические занятия		
из них в форме практической подготовки		
лабораторные работы	84	84
из них в форме практической подготовки		
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта		
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы		
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий***, ч	33,5	33,5
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	0,75	0,75
групповые консультации	0,5	0,5
курсовая работа	-	-
курсовой проект	-	-
зачет	-	-
экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	17,75	17,75
выполнение курсового проекта	-	-
выполнение курсовой работы	-	-
подготовка к зачету	-	-
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	Экзамен	Экзамен

#### 3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Курс	Всего
	3	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	5/180	5/180

Общая контактная работа*, ч	20,75	20,75
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	159,25	159,25
Контактная работа** при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	20	20
лекции	8	8
практические занятия		
из них в форме практической подготовки		
лабораторные работы	12	12
из них в форме практической подготовки		
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта		
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы		
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий***, ч	141,5	141,5
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	0,75	0,75
групповые консультации	0,5	0,5
курсовая работа	-	-
курсовой проект	-	-
зачет	-	-
экзамен	0,25	0,25
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	17,75	17,75
выполнение курсового проекта	-	-
выполнение курсовой работы	-	-
подготовка к зачету	-	-
подготовка к экзамену	17,75	17,75
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	Экзамен	Экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

###### *Раздел 1. Техническая термодинамика*

Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Термодинамические параметры состояния и связь между ними. Виды энергии. Теплота и работа как формы передачи энергии. Основные законы термодинамики. Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS диаграммы.

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Циклы холодильных машин – Циклы Карно и анализ их свойств. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса. Идеальный компрессор, процессы сжатия в нем.

Процессы парообразования. Водяной пар и его характеристики. Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. Id – диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров). Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров.

#### *Раздел 2. Теплопередача*

Значение теплообмена в технологических процессах. Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты. Основы лучистого и конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой. Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции. Теплообменные аппараты: классификация, основы расчета теплообменной аппаратуры.

#### *Раздел 3. Холодильное технологическое оборудование*

Основные способы получения низких температур. Естественное и искусственное охлаждение. Термодинамические процессы в холодильных циклах. Холодильные агенты и хладоносители. Элементы холодильной техники и принцип их работы. Холодильные машины. Холодильное технологическое оборудование. Сублимационные сушильные установки. Кондиционеры. Льдосоляное охлаждение. Охлаждение холодоаккумуляторами с эвтектикой. Охлаждение сухим льдом. Испарительное охлаждение. Камеры охлаждения и хранения масложировой продукции.

## **4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам**

### 4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	Лекции	ЛЗ	ПЗ	
<b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>				<b>12</b>
<i>Подраздел 1.1.</i> Общие сведения о тепло- и хладотехнике. Основные законы термодинамики	6	16	–	4
<i>Подраздел 1.2.</i> Основные термодинамические процессы	8	4	–	4
<i>Подраздел 1.3.</i> Термодинамические свойства воды и пара.	6	16	–	4

<b>Раздел 2. Теплопередача</b>				<b>8</b>
<i>Подраздел 2.1. Основы теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный и лучистый теплообмен.</i>	6	16	–	4
<i>Подраздел 2.2. Теплопередача. Применение тепла.</i>	6	16	–	4
<b>Раздел 3. Холодильное технологическое оборудование</b>				<b>13,5</b>
<i>Подраздел 3.1. Теоретические основы искусственного охлаждения.</i>	6	16	–	7
<i>Подраздел 3.2. Холодильное оборудование перерабатывающих предприятий отрасли.</i>	6	–	–	6,5
Всего	<b>44</b>	<b>84</b>	–	<b>33,5</b>

## 4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	Лекции	ЛЗ	ПЗ	
<b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>				<b>68</b>
<i>Подраздел 1.1. Общие сведения о тепло- и хладотехнике. Основные законы термодинамики</i>	2	–	–	16
<i>Подраздел 1.2. Основные термодинамические процессы</i>	–	–	–	20
<i>Подраздел 1.3. Термодинамические свойства воды и пара.</i>	2	4	–	32
<b>Раздел 2. Теплопередача</b>	–	–	–	<b>32</b>
<i>Подраздел 2.1. Основы теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный и лучистый теплообмен.</i>	2	–	–	16
<i>Подраздел 2.2. Теплопередача. Применение тепла.</i>	–	4	–	16
<b>Раздел 3. Холодильное технологическое оборудование</b>	–		–	<b>41,5</b>
<i>Подраздел 3.1. Теоретические основы искусственного охлаждения.</i>	2	4	–	19
<i>Подраздел 3.2. Холодильное оборудование перерабатывающих предприятий отрасли.</i>	–	–	–	22,5
Всего	8	12	–	141,5

### 4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Раздел 1. Техническая термодинамика</b>				
1.	Приборы для измерения и контроля параметров рабочего тела.	Технические измерения и приборы. Ч.1. Измерение теплоэнергетических параметров: учебное пособие для студентов специальности 220301 «Автоматизация технологических процессов и производств» / Н.В. Чистофорова, А.Г. Колмогоров. – Ангарск, АГТА, 2008. – 200 с. (techlibrary.ru/ С. 36 – 117)	4	16
2.	Термодинамика потока. Истечение и дросселирование газов и паров. Смешение газовых потоков. Сопло Лаваля.	Тепло- и хладотехника: учебное пособие / С.В. Бутова [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 247 с. (С. 76 – 91)	4	20
3.	Сжатие газов и паров. Принцип работы поршневого компрессора.	Апальков А.Ф. Теплотехника: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения / А.Ф. Апальков. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 186 с. (С. 52 – 58) Ерофеев В.Л. Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортных средств» / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин. – М.: Академкнига, 2008. – 488 с. (С. 65 – 71)	4	32
<b>Итого по разделу 1</b>			<b>12</b>	<b>68</b>
<b>Раздел 2. Теплопередача</b>				
1.	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при кипении однокомпонентных жидкостей. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб, коридорно и шахматно расположенных.	Тепло- и хладотехника: учебное пособие / С.В. Бутова [и др.]. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 247	4	16

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч		
			Форма обучения		
			Очная форма обучения	Заочная форма обучения	
	Теплоотдача при конденсации.				
2.	Тепловая изоляция. Виды изоляции. Основные теплоизоляционные материалы, их характеристики и области применения.	Апальков А.Ф. Теплотехника: учебное пособие для студентов очной и заочной форм обучения / А.Ф. Апальков. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 186 с. (С. 133 – 136) Ерофеев В.Л. Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортных средств» / В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин. – М.: Академкнига, 2008. – 488 с. (С. 254 – 256)	4	16	
<b>Итого по разделу 2</b>			<b>8</b>	<b>32</b>	
<b>Раздел 3. Холодильное технологическое оборудование</b>					
1.	Льдосоляное охлаждение. Охлаждение холодоаккумуляторам и с эвтектикой. Охлаждение сухим льдом.	Курс лекций по дисциплине «Холодильная техника» [Электронный курс] / Воронеж. гос. аграр. ун-т. – Воронеж: ВГАУ, 2012. Большаков С.А. Холодильная техника и технология продуктов питания / С.А. Большаков. – М.: Издательский центр Академия, 2003. – 304 с. (С. 15 - 26) Холодильное и вентиляционное оборудование: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 311500 "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции" / Н.В. Оболенский, Е.А. Денисюк. – М.: КолосС, 2004. – 247 с. (С. 19 – 31)	7	19	
2.	Холодильное оборудование отрасли	Буянов, О.Н. Холодильное технологическое оборудование: [Электронный ресурс]. 2009 URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14401.html">http://www.iprbookshop.ru/14401.html</a> (С. 18 – 26, 38 - 45)	6,5	22,5	
<b>Итого по разделу 3</b>			<b>13,5</b>	<b>41,5</b>	
<b>Всего</b>			<b>33,5</b>	<b>141,5</b>	

## 5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

### 5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции
<p><i>Подраздел 1.1.</i> Общие сведения о тепло- и хладотехнике. Основные законы термодинамики</p> <p><i>Подраздел 1.2.</i> Основные термодинамические процессы</p> <p><i>Подраздел 1.3.</i> Термодинамические свойства воды и пара.</p> <p><i>Подраздел 2.1.</i> Основы теории теплообмена. Теплопроводность. Конвективный и лучистый теплообмен.</p> <p><i>Подраздел 2.2.</i> Теплопередача. Применение тепла.</p> <p><i>Подраздел 3.1.</i> Теоретические основы искусственного охлаждения.</p> <p><i>Подраздел 3.2.</i> Холодильное оборудование перерабатывающих предприятий отрасли.</p>	<p>ОПК-3</p> <p>Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования</p>	3.6 – Основные законы и постулаты термодинамики
		У.2 – Использовать знания основных законов и постулатов физики для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.
		Н.3 – Владеть методикой применения физических закон в профессиональной деятельности.

### 5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

#### 5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

#### 5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене.

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Обучающийся показал глубокое знание основных законов термодинамики и теплопередачи, принципов получения низких температур, устройство теплообменных аппаратов, холодильных машин. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены. Правильно применяет методы математического анализа при решении задач термодинамики и теплопередачи. Обучающийся показал

	знание основной и дополнительной литературы на уровне творческого использования, быстро ориентируется, отвечая на дополнительные вопросы. Аргументировано и логично излагает материал.
Хорошо, продвинутый	Обучающийся твердо знает программный материал дисциплины, грамотно и по существу излагает его. Не допускает существенных неточностей при ответах на вопросы. Правильно применяет методы математического анализа при решении задач термодинамики и теплопередачи, владеет определенными навыками и приемами их выполнения. Имеет навыки работы со справочной и нормативной литературой, приборами, проведения простейших экспериментальных исследований в области теплотехники.
Удовлетворительно, пороговый	Обучающийся знает учебный материал в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии. В ответах на поставленные вопросы обучающимся допущены неточности, даны недостаточно правильные формулировки.
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Обучающийся не знает основные законы термодинамики и теплопередачи, неуверенно, с большими затруднениями выполняет лабораторные работы, необходимые практические компетенции не сформированы. Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, не умеет применять методы математического анализа при решении задач термодинамики и теплопередачи. Не ориентируется в справочной литературе, допускает существенные ошибки при выборе расчетных зависимостей, не понимает сущности теплотехнических процессов. Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

## Критерии оценки тестов

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90% Обучающийся анализирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75% Обучающийся выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, применяет на практике пройденный материал.
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 55% Обучающийся воспроизводит термины, основные понятия, способен узнавать языковые явления.
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 55%

## Критерии оценки устного опроса.

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	выставляется обучающемуся, если он четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры
Зачтено, продвинутый	выставляется обучающемуся, если он допускает отдельные погрешности в ответе
Зачтено, пороговый	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала
Не зачтено, компетенция не освоена	выставляется обучающемуся, если он обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой курса «Теплотехника пищевых производств»

## Критерии оценки решения задач.

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении.
Зачтено, продвинутый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении.
Зачтено, пороговый	Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя.

## 5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

## 5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

## 5.3.1.1. Вопросы к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Термодинамическая система и термодинамический процесс.	ОПК-3	3.6
2	Параметры состояния рабочего тела. Удельный объем и плотность, давление, температура. Уравнение состояния идеальных газов.	ОПК-3	3.6
3	Основные газовые законы и процессы.	ОПК-3	3.6
4	Энтальпия.	ОПК-3	3.6
5	Приборы для измерения и контроля параметров рабочего тела.	ОПК-3	3.6
6	Первый закон термодинамики. Работа.	ОПК-3	3.6

7	Обратимые и необратимые процессы.	ОПК-3	3.6
8	Теплоемкость газов, жидкостей и твердых тел.	ОПК-3	3.6
9	Энтропия. Принцип возрастания энтропии.	ОПК-3	3.6
10	Тепловая диаграмма.	ОПК-3	3.6
11	Второй закон термодинамики.	ОПК-3	3.6
12	Круговые процессы. Цикл Карно.	ОПК-3	3.6
13	Реальные газы. Водяной пар. Влажный насыщенный пар, сухой насыщенный пар, перегретый пар.	ОПК-3	3.6
14	$I, s$ – диаграмма состояния водяного пара.	ОПК-3	3.6
15	Основные процессы водяного пара.	ОПК-3	3.6
16	Дросселирование водяного пара.	ОПК-3	3.6
17	Влажный воздух. Параметры влажного воздуха.	ОПК-3	3.6
18	Диаграмма состояния влажного воздуха Рамзина Л.К.	ОПК-3	3.6
19	Изображение на диаграмме Рамзина основных процессов изменения состояния влажного воздуха.	ОПК-3	3.6
20	Фазовые переходы.	ОПК-3	3.6
21	Механизм переноса теплоты.	ОПК-3	3.6
22	Тепловой баланс.	ОПК-3	3.6
23	Температурное поле и температурный градиент.	ОПК-3	3.6
24	Тепловой поток. Плотность теплового потока.	ОПК-3	3.6
25	Теплопроводность. Закон Фурье.	ОПК-3	3.6
26	Конвекция. Закон Ньютона.	ОПК-3	3.6
27	Условия теплового подобия. Критерии теплового подобия.	ОПК-3	3.6
28	Теплообмен при вынужденной конвекции.	ОПК-3	3.6
29	Теплоотдача в трубах.	ОПК-3	3.6
30	Теплоотдача при обтекании пучков труб.	ОПК-3	3.6
31	Теплоотдача при изменении агрегатного состояния потока (при кипении жидкости и конденсации пара).	ОПК-3	3.6
32	Основное уравнение теплопередачи. Теплопередача через плоскую стенку.	ОПК-3	3.6
33	Определение температуры стенки.	ОПК-3	3.6
34	Определение расчетных температур теплоносителей и среднего температурного напора.	ОПК-3	3.6
35	Тепловое излучение. Общие сведения.	ОПК-3	3.6
36	Основные законы теплового излучения: Стефана - Больцмана, Кирхгофа и Ламберта.	ОПК-3	3.6
37	Совместная теплоотдача лучеиспусканием и конвекцией. Потери теплоты в окружающую среду.	ОПК-3	3.6
38	Способы тепловой обработки пищевых продуктов и материалов: выпаривание, пастеризация, стерилизация.	ОПК-3	3.6
39	Нагревание. Способы нагревания. Водяной пар. Горячая вода. 42.Высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ). Топочные газы.	ОПК-3	3.6
40	Электронагрев. Высокочастотный нагрев.	ОПК-3	3.6
41	Теплообменные аппараты. Классификация теплообменников. Поверхностные, смесительные и регенеративные теплообменники.	ОПК-3	3.6
42	Теплообменники с рубашками.	ОПК-3	3.6
43	Кожухотрубные и элементные теплообменники.	ОПК-3	3.6
44	Погружные трубчатые и оросительные теплообменники.	ОПК-3	3.6
45	Пластинчатые теплообменники.	ОПК-3	3.6

46	Теоретические основы процесса конденсации. Типы конденсаторов, применяемых на перерабатывающих предприятиях.	ОПК-3	3.6
47	Способы искусственного охлаждения. Процессы изменения агрегатного состояния вещества – плавление, отверждение, кипение, конденсация, сублимация. Диаграмма давление-температура.	ОПК-3	3.6
48	Способы получения низких температур, ледяное и льдосоленое охлаждение при адиабатическом расширении, вихревой и термоэлектрический эффекты.	ОПК-3	3.6
49	Основные показатели холодильного цикла Карно – холодопроизводительность, работа сжатия, холодильный коэффициент.	ОПК-3	3.6
50	Теоретический цикл компрессорной холодильной машины и его отличие от цикла Карно.	ОПК-3	3.6
51	<i>P-h</i> -диаграмма холодильного цикла.	ОПК-3	3.6
52	Теоретические циклы и принципиальные схемы одноступенчатых холодильных машин.	ОПК-3	3.6
53	Многоступенчатые холодильные машины.	ОПК-3	3.6
54	Абсорбционные и сорбционные холодильные машины.	ОПК-3	3.6
55	Пароэжекторные холодильные машины.	ОПК-3	3.6
56	Рабочие вещества холодильных машин. Основные группы углеводородов, порядок образования хладонов, их марки.	ОПК-3	3.6
57	Компрессоры холодильных машин, их классификация, устройство и принцип действия.	ОПК-3	3.6
58	Конденсаторы и испарители, их устройство и принцип действия.	ОПК-3	3.6
59	Маслоотделители и ресиверы, испарительные конденсаторы, их устройство и принцип действия.	ОПК-3	3.6
60	Безмашинные способы охлаждения, льдосоляные охладители.	ОПК-3	3.6
61	Терморегулирующие вентили, реле давления, реле температуры, способы установки, устройство и принцип действия.	ОПК-3	3.6
62	Оборудование для охлаждения воздуха в холодильных камерах.	ОПК-3	3.6
63	Холодильники и оборудование для хранения масложировой продукции.	ОПК-3	3.6

### 5.3.1.2. Задачи к экзамену

№	Содержание	Комп - тенци я	ИД К
1	<p><b>Ситуационная задача 1.</b> Произвести тепловой расчет кожухотрубного теплообменного аппарата, подключенного по схеме противотока при следующих данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Производительность <math>Q = 10,5</math> МВт</li> <li>• Начальная температура греющей воды <math>t_1' = 160</math> °С</li> </ul>	ОПК-3	У.2, Н.3

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Конечная температура греющей воды <math>t_1'' = 98 \text{ }^\circ\text{C}</math></li> <li>• Начальная температура нагреваемой воды <math>t_2' = 5 \text{ }^\circ\text{C}</math></li> <li>• Конечную температуру нагреваемой воды задать самостоятельно.</li> </ul>		
2	<b>Ситуационная задача 2.</b> Определить параметры водяного пара на выходе из парового котла Е-16-14 ГМ при значениях абсолютного давления $p = 1,4 \text{ МПа}$ и температуры $t = 225 \text{ }^\circ\text{C}$ .	ОПК-3	У.2, Н.3
3	<b>Ситуационная задача 3.</b> Определить параметры влажного воздуха, если он имеет температуру по сухому термометру $20 \text{ }^\circ\text{C}$ и влагосодержание $4 \text{ г/кг}$ .	ОПК-3	У.2, Н.3
4	<b>Задача 4.</b> Воздух, имеющий параметры $\phi = 40\%$ , $t = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ и расход $1000 \text{ кг/ч}$ , нагревается в поверхностном теплообменнике до $t = 38 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить энтальпию и относительную влажность воздуха после нагрева и расход израсходованной теплоты. Изобразить процесс на I-d-диаграмме влажного воздуха.	ОПК-3	У.2, Н.3
5	<b>Задача 5.</b> Определить удельную холодопроизводительность и объемный расход фреона (R-12), поступающего в компрессор, при следующих условиях: температура испарения $t_0 = -30 \text{ }^\circ\text{C}$ , температура конденсации $t_k = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ и температура переохлаждения $t_{II} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Холодопроизводительность установки $Q_0 = 25 \text{ кВт}$ .	ОПК-3	У.2, Н.3
6	<b>Задача 6.</b> Определить коэффициент теплоотдачи при кипении воды в испарителе, если температура стенки испарителя $150 \text{ }^\circ\text{C}$ , давление пара $0,45 \text{ МПа}$ , температура воды $142 \text{ }^\circ\text{C}$ .	ОПК-3	У.2, Н.3

### 5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой

«Не предусмотрены».

### 5.3.1.4. Вопросы к зачету

«Не предусмотрены».

### 5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

«Не предусмотрены».

### 5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

«Не предусмотрены».

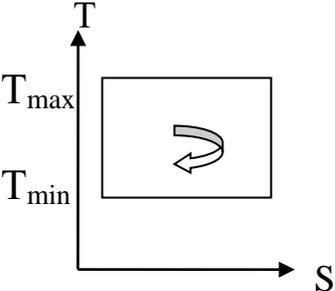
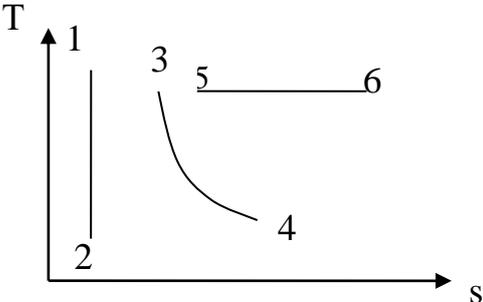
## 5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

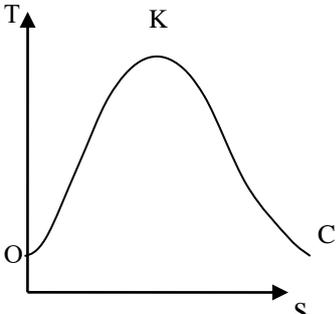
## 5.3.2.1. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	<b>Первый закон термодинамики есть частный случай:</b> - закона сохранения массы веществ - закона сохранения и превращения энергии - закона сохранения количества движения.	ОПК-3	3.6
2	<b>Величина <math>R_{\mu}</math> в уравнении состояния идеального газа носит название:</b> - газовой постоянной - универсальной газовой постоянной - постоянной Больцмана	ОПК-3	3.6
3	<b>Энтальпия (<math>I</math>) термодинамической системы равна:</b> - $I = U + pV$ - $I = c_v + R$ - $I = U + Ts$	ОПК-3	3.6
4	<b>Плотность воздуха равна 1,293 кг/м<sup>3</sup>. Чему равен удельный объем воздуха:</b> - 1,293 - 0,923 - 0,77 - 0,101	ОПК-3	3.6
5	<b>Что относится к однородной гомогенной термодинамической системе:</b> - вода - лед - чистый воздух - вода, смешанная со льдом	ОПК-3	3.6
6	<b>Что относится к однокомпонентной гетерогенной термодинамической системе:</b> - вода - лед - чистый воздух - вода, смешанная со льдом	ОПК-3	3.6
7	<b>Характеристическое (термическое) уравнение состояния одного килограмма идеального газа имеет вид:</b> 1. $pv = RT$ - $pv = MRT$ - $pv = const$ - $R = R_{\mu} / \mu$	ОПК-3	3.6
8	<b>Чему равна универсальная газовая постоянная в системе СИ:</b> - 831,4 - 8314 - 645	ОПК-3	3.6

	- 150		
9	<b>Уравнение изотермического процесса:</b> - $pv = const$ - $pv^k = const$ - $pv^n = const$ - $pv = RT$	ОПК-3	3.6
10	<b>Уравнение политропного процесса:</b> - $pv = const$ - $pv^k = const$ - $pv^n = const$ - $pv = RT$	ОПК-3	3.6
11	<b>Уравнение адиабатного процесса:</b> - $pv = const$ - $pv^k = const$ - $pv^n = const$ - $pv = RT$	ОПК-3	3.6
12	<b>Работа в изотермическом процессе равна:</b> - $dl = dq$ - $dl = 0$ - $dl = pdv$ - $dl = dq - du$	ОПК-3	3.6
13	<b>Работа в изохорном процессе равна:</b> - $dl = dq$ - $dl = 0$ - $dl = pdv$ - $dl = dq - du$	ОПК-3	3.6
14	<b><math>u = 100</math> Дж/кг, <math>p = 5</math> кПа, <math>v = 1</math> м<sup>3</sup>/кг. Удельная энтальпия рабочего тела равна:</b> - 105 - 106 - 510 - 5100	ОПК-3	3.6
15	<b>За нулевое значение энтропии принимают ее значение:</b> - при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0°C - при давлении 720 мм рт. ст. и температуре 0°C - при давлении 760 мм рт. ст. и температуре 100°C - при давлении 720 мм рт. ст. и температуре 100°C	ОПК-3	3.6
16	<b>Какому значению в Па соответствует 1 мм.рт.ст.:</b> - 1 мм рт. ст. = 133,3 Па - 1 мм рт. ст. = 1 Па - 1 мм рт. ст. = 750 Па - 1 мм рт. ст. = 1333 Па	ОПК-3	3.6
17	<b>В каком процессе изменение энтропии равно нулю</b> - в изобарном процессе	ОПК-3	3.6

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в изотермическом процессе</li> <li>- в политропном процессе</li> <li>- в адиабатном</li> </ul>		
18	<p><b>В каком процессе удельная теплоемкость остается постоянной величиной</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в изобарном процессе</li> <li>- в изохорном процессе</li> <li>- в политропном процессе</li> <li>- в адиабатном</li> </ul>	ОПК-3	3.6
19	<p><b>Линии влагосодержания на <math>id</math> – диаграмме изображаются</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- наклонными прямыми</li> <li>- вертикальными линиями</li> <li>- горизонтальными линиями</li> <li>- отсутствуют</li> </ul>	ОПК-3	3.6
20	<p><b>По <math>id</math> – диаграмме для каждого состояния влажного воздуха определяют точку росы</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при относительной влажности 100 %</li> <li>- при относительной влажности 50 %</li> <li>- при относительной влажности 10 %</li> <li>- при относительной влажности 80 %</li> </ul>	ОПК-3	3.6
21	<p><b>Степень сухости равна нулю</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для кипящей жидкости при температуре насыщения</li> <li>- для сухого насыщенного пара</li> <li>- для влажного пара</li> <li>- для перегретого пара</li> </ul>	ОПК-3	3.6
22	<p><b>Переход вещества из одного агрегатного состояния в другое удобно рассматривать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- на <math>id</math> – диаграмме</li> <li>- на <math>pT</math> - диаграмме</li> <li>- на <math>Ts</math> - диаграмме</li> <li>- на <math>p\nu</math> - диаграмме</li> </ul>	ОПК-3	3.6
23	<p><b>Для какого процесса графиком в координатах <math>p, \nu</math> является прямая, параллельная оси абсцисс</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изохорного процесса</li> <li>- изобарного процесса</li> <li>- изотермического процесса</li> <li>- адиабатного процесса</li> </ul>	ОПК-3	3.6
24	<p><b>Что называется прямым циклом</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цикл, в результате которого расходуется работа</li> <li>- цикл, в результате которого получается положительная работа</li> <li>- цикл, в результате которого работа равна нулю</li> </ul>	ОПК-3	3.6
25	<p><b>Цикл Карно состоит</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- из двух изотерм и двух адиабат</li> <li>- из двух изобар и двух адиабат</li> <li>- из двух изохор и двух адиабат</li> <li>- из двух изохор и двух изобар</li> </ul>	ОПК-3	3.6
26	<p><b>В обратном цикле</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа сжатия меньше работы расширения</li> <li>- работа сжатия больше работы расширения</li> <li>- работа сжатия равна работе расширения</li> </ul>	ОПК-3	3.6
27	<b>Масса 1 м<sup>3</sup> метана при определенных условиях</b>		

	<p>составляет 0,7 кг. Чему равны плотность и удельный объем метана при этих условиях</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,7 кг/м<sup>3</sup>; 1, 429 м<sup>3</sup>/кг</li> <li>- 0,7 кг/м<sup>3</sup>; 1, 929 м<sup>3</sup>/кг</li> <li>- 0,3 кг/м<sup>3</sup>; 1, 429 м<sup>3</sup>/кг</li> <li>- 1, 429 м<sup>3</sup>/кг; 0,7 кг/м<sup>3</sup></li> </ul>	ОПК-3	3.6
28	<p>Каким уравнением представлено характеристическое уравнение для 1 кг идеального газа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>p\nu = MRT</math></li> <li>- <math>p\nu = RT</math></li> <li>- <math>pV_\mu = \mu RT</math></li> </ul>	ОПК-3	3.6
29	<p>Идеальный газ сжимают в изотермическом процессе. Как изменится внутренняя энергия газа?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- увеличится</li> <li>- уменьшится</li> <li>- не изменится</li> </ul>	ОПК-3	3.6
30	<p>Термический КПД цикла Карно выражается формулой:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\eta_k = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\min}}</math></li> <li>- <math>\eta_k = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max}}</math></li> <li>- <math>\eta_k = \frac{T_{\min}}{T_{\max}}</math></li> </ul> 	ОПК-3	3.6
31	<p>В изохорном процессе к газу подводится теплота. Оцените изменение внутренней энергии в процессе.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\Delta u &gt; 0</math></li> <li>- <math>\Delta u = 0</math></li> <li>- <math>\Delta u &lt; 0</math></li> </ul>	ОПК-3	3.6
32	<p>Укажите процесс адиабатного расширения идеального газа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- процесс 1-2</li> <li>- процесс 3-4</li> <li>- процесс 5-6</li> </ul> 	ОПК-3	3.6

33	<p><b>В начальном состоянии давление газа <math>p_1 = 1</math> МПа, объем <math>V_1 = 2</math> м<sup>3</sup>. В изотермическом процессе 1 – 2 давление довели до <math>p_2 = 0,5</math> МПа. Найти объем газа <math>V_2</math>.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0,5 м<sup>3</sup></li> <li>- 1 м<sup>3</sup></li> <li>- 4 м<sup>3</sup>.</li> </ul>	ОПК-3	3.6
34	<p><b>Между кривыми ОК и КС находится:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- область ненасыщенной жидкости</li> <li>- область влажного насыщенного пара</li> <li>- область перегретого пара</li> </ul> 	ОПК-3	3.6
35	<p><b>Если степень сухости влажного пара равна 0,9, это значит:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в 1 кг пара содержится 0,9 кг насыщенной жидкости и 0,1 кг сухого насыщенного пара</li> <li>- в 1 кг пара содержится 0,1 кг насыщенной жидкости и 0,9 кг сухого насыщенного пара</li> <li>- в 1 кг пара содержится 0,1 кг влажного пара и 0,9 кг сухого насыщенного пара</li> </ul>	ОПК-3	3.6
36	<p><b>Температура водяного пара при дросселировании:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшается</li> <li>- увеличивается</li> <li>- не изменяется</li> </ul>	ОПК-3	3.6
37	<p><b>Как меняется энтальпия идеального газа при дросселировании?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уменьшается;</li> <li>- увеличивается;</li> <li>- колеблется около некоторого среднего значения;</li> <li>- остается неизменной.</li> </ul>	ОПК-3	3.6
38	<p><b>Конвективный теплообмен между движущейся средой и поверхностью её раздела с другой средой называется</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплопроводностью</li> <li>- конвекцией</li> <li>- теплоотдачей</li> <li>- излучением</li> </ul>	ОПК-3	3.6
39	<p><b>Какой величиной характеризуется интенсивность переноса теплоты</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициентом теплоотдачи</li> <li>- плотностью теплового потока</li> <li>- температурным коэффициентом объемного расширения</li> <li>- коэффициентом теплопередачи</li> </ul>	ОПК-3	3.6
40	<b>Коэффициент теплопроводности наиболее высок</b>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- у неметаллических материалов</li> <li>- у металлов</li> <li>- у пористых материалов</li> </ul>	ОПК-3	3.6
41	<p><b>Какими показателями характеризуется тепловое излучение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- длиной волны</li> <li>- частотой колебаний</li> <li>- скоростью распространения волны</li> <li>- амплитудой колебаний</li> </ul>	ОПК-3	3.6
42	<p><b>Тело, поглощающее всё падающее на него излучение, называется</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- абсолютно черным</li> <li>- абсолютно белым</li> <li>- серым</li> <li>- абсолютно прозрачным</li> </ul>	ОПК-3	3.6
43	<p><b>Для каких тел коэффициент отражения равен единице</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- абсолютно черных</li> <li>- абсолютно белых</li> <li>- серых</li> <li>- абсолютно прозрачных</li> </ul>	ОПК-3	3.6
44	<p><b>График распределения температуры по толщине однородной однослойной плоской стенки</b></p> <p>1 2 3 4</p>	ОПК-3	3.6
45	<p><b>Если теплота от одного теплоносителя к другому передается через разделяющую их стенку, то теплообменник называется</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тепловой трубой</li> <li>- регенеративным</li> <li>- рекуперативным</li> <li>- смешительным</li> </ul>	ОПК-3	3.6

46	<p><b>Если теплоотдача от одного теплоносителя к другому переносится через промежуточное вспомогательное вещество (листы металла, кирпичи), то теплообменник называется</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплообменник с промежуточным теплоносителем</li> <li>- регенеративным</li> <li>- рекуперативным</li> <li>- смешительным</li> </ul>	ОПК-3	3.6
47	<p><b>Знак "минус" в записи закона Фурье выражает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- что чем больше градиент температуры, тем меньше плотность потока тепла</li> <li>- что коэффициент теплопроводности отрицателен</li> <li>- что вектор плотности теплового потока направлен противоположно вектору градиента температуры, т.е. в сторону уменьшения температуры</li> </ul>	ОПК-3	3.6
48	<p><b>Коэффициент теплопроводности <math>\lambda</math>, Вт/(м·К) характеризует:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способность вещества передавать теплоту</li> <li>- интенсивность теплообмена между поверхностью тела и средой</li> <li>- интенсивность собственного излучения тела.</li> </ul>	ОПК-3	3.6
49	<p><b>Закон Кирхгофа для теплового излучения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определяет суммарное излучение поверхности тела по всем направлениям полупространства</li> <li>- устанавливает количественную связь между излучательной и поглощательной способностями тела</li> <li>- устанавливает распределение энергии излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны</li> </ul>	ОПК-3	3.6
50	<p><b>Какое из тел при прочих равных условиях имеет ббольшую интенсивность излучения.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- со степенью черноты 0,3</li> <li>- со степенью черноты 0,7</li> <li>- со степенью черноты 0,9</li> </ul>	ОПК-3	3.6
51	<p><b>Регенераторы – это:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплообменные аппараты, в которых передача теплоты между двумя жидкостями осуществляется через разделяющую стенку</li> <li>- теплообменные аппараты, в которых обмен теплотой осуществляется при смешивании горячей и холодной жидкостей</li> <li>- теплообменные аппараты, в которых одна и та же поверхность нагрева омывается то горячей, то холодной жидкостью</li> </ul>	ОПК-3	3.6
52	<p><b>Какие процессы образуют теоретический цикл воздушной холодильной машины?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изотермические – подвода и отвода теплоты и адиабатные – сжатия и расширения хладагента;</li> <li>- изотермические – подвода и отвода теплоты и политропные – сжатия и расширения хладагента;</li> <li>- изобарные – подвода и отвода теплоты и адиабатные – сжатия и расширения хладагента;</li> <li>- изобарные – подвода и отвода теплоты и политропные –</li> </ul>	ОПК-3	3.6

	сжатия и расширения хладагента;		
53	<b>Как в цикле холодильных установок называют отношение полученного в цикле тепла к затраченной механической энергии?</b> - отопительным коэффициентом; - холодильным коэффициентом; - КПД цикла; - В этом цикле такое отношение не имеет физического смысла.	ОПК-3	3.6
54	<b>В детандере происходит:</b> - расширение рабочего вещества с совершением внешней работы; - расширение рабочего вещества без совершения внешней работы; - сжатие рабочего вещества с совершением внешней работы; - сжатие рабочего вещества без совершения внешней работы.	ОПК-3	3.6
55	<b>Назначение регулятора потока в холодильной машине:</b> - частичное испарение хладагента при резком падении давления; - полное испарение хладагента при падении давления; - конденсация хладагента при увеличении давления; - дозирование хладагента.	ОПК-3	3.6
56	<b>В паровых холодильных машинах рабочим телом является:</b> - вода; - бинарные растворы, состоящие из холодильного агента и поглотителя; - хладагенты; - пар.	ОПК-3	3.6
57	<b>Какие холодильные машины используют для работы тепловую энергию от греющего источника?</b> - парожетторные; - компрессорные; - абсорбционные; - термоэлектрические.	ОПК-3	3.6
58	<b>Укажите основную часть компрессионной холодильной машины, в которой происходит процесс дросселирования:</b> - компрессор; - регулирующий вентиль; - испаритель; - конденсатор.	ОПК-3	3.6
59	<b>Цифры в обозначении холодильного агента расшифровываются в зависимости от:</b> - химической формулы; - молекулярной массы; - природы холодильного агента.	ОПК-3	3.6
60	<b>Холодильным агентам неорганического происхождения присваиваются номера:</b> - равные их молекулярной массе плюс 700; - только равные их молекулярной массе;	ОПК-3	3.6

	- равные числу атомов водорода.		
61	<b>Как называется основная часть компрессионной холодильной машины, служащая для отсасывания паров холодильного агента, их сжатия и нагнетания в теплообменный аппарат:</b> - испаритель; - компрессор; - регулирующий вентиль; - нет правильного ответа.	ОПК-3	3.6
62	<b>Сколько роторов имеют винтовые компрессоры:</b> - один; - два; - три; - четыре.	ОПК-3	3.6
63	<b>Процесс отвода теплоты от сжатых паров холодильного агента происходит в теплообменном аппарате:</b> - испаритель; - конденсатор; - регулирующий вентиль; - компрессор.	ОПК-3	3.6
64	<b>Для предотвращения коррозии, в каком аппарате удаляются растворенные газы из питательной воды котла?</b> - в деаэраторе; - в экономайзере; - в воздухоподогревателе.	ОПК-3	3.6
65	<b>Для чего нужно оребрение теплообменных аппаратов?</b> - защиты труб от повреждений; - более равномерного движения воздуха через аппарат; - увеличения теплообменной поверхности.	ОПК-3	3.6

#### 5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Какие величины называются термодинамическими параметрами?	ОПК-3	3.6
2	Какие термодинамические параметры относятся к основным?	ОПК-3	3.6
3	Что такое температура?	ОПК-3	3.6
4	Какие температурные шкалы применяются в нашей стране?	ОПК-3	3.6
5	Какими приборами измеряется температура?	ОПК-3	3.6
6	Формула связи термодинамической температуры и температуры Цельсия?	ОПК-3	3.6
7	Принцип действия термометров расширения (жидкостных, стеклянных и манометрических).	ОПК-3	3.6
8	Принцип действия терморпары.	ОПК-3	3.6
9	Принцип действия термометра сопротивления.	ОПК-3	3.6
10	Давление как параметр термодинамического состояния газа.	ОПК-3	3.6
11	Единица измерения давления в системе СИ; допускаемые к использованию несистемные единицы измерения; соотношения между ними.	ОПК-3	3.6
12	Какие виды давления используют в технических расчетах? Формулы связи между ними.	ОПК-3	3.6

13	Классификация средств измерения давления по принципу преобразования давления в показания прибора.	ОПК-3	3.6
14	Деформационные манометры и дифманометры.	ОПК-3	3.6
15	Принцип действия жидкостных манометров и дифманометров.	ОПК-3	3.6
16	Что такое обратимые и необратимые процессы?	ОПК-3	3.6
17	Охарактеризуйте энтропию и ее изменение.	ОПК-3	3.6
18	Первый закон термодинамики.	ОПК-3	3.6
19	Второй закон термодинамики.	ОПК-3	3.6
20	Дайте определение процессов истечения и дросселирования.	ОПК-3	3.6
21	Что называется влажным воздухом? Состав чистого атмосферного воздуха.	ОПК-3	3.6
22	Что называется насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?	ОПК-3	3.6
23	Закон Дальтона применительно к влажному воздуху.	ОПК-3	3.6
24	Что называется абсолютной влажностью?	ОПК-3	3.6
25	Что называется влагосодержанием воздуха?	ОПК-3	3.6
26	В каких пределах может изменяться влагосодержание?	ОПК-3	3.6
27	Что называется относительной влажностью?	ОПК-3	3.6
28	Что называется температурой точки росы?	ОПК-3	3.6
29	Принцип действия и устройство кондиционера.	ОПК-3	3.6
30	Физический смысл теплопроводности как способа переноса теплоты.	ОПК-3	3.6
31	Что такое температурное поле, изотермная поверхность, температурный градиент?	ОПК-3	3.6
32	Основной закон теплопроводности – закон Фурье.	ОПК-3	3.6
33	Понятие теплообмена.	ОПК-3	3.6
34	Что такое теплопередача и теплоотдача?	ОПК-3	3.6
35	Понятие теплового потока и поверхностной плотности теплового потока.	ОПК-3	3.6
36	Уравнение теплового баланса.	ОПК-3	3.6
37	Уравнение теплопередачи.	ОПК-3	3.6
38	Проанализировать уравнение для определения среднего температурного напора в теплообменном аппарате.	ОПК-3	3.6
39	Физическая сущность лучистого теплообмена.	ОПК-3	3.6
40	Каковы основные законы излучения и поглощения лучистой энергии?	ОПК-3	3.6
41	Что называется коэффициентом излучения абсолютно черного и серого тел?	ОПК-3	3.6
42	Что такое степень черноты тела?	ОПК-3	3.6
43	Лучистый теплообмен между твердыми телами.	ОПК-3	3.6

44	Установившийся и неустановившийся тепловой режим.	ОПК-3	3.6
45	Сущность способа определения коэффициента излучения тепла методом сравнения с эталонным телом.	ОПК-3	3.6
46	Хладоны и хладоносители.	ОПК-3	3.6
47	Теплофизические, физико-химические и физико-биологические свойства холодильных агентов.	ОПК-3	3.6
48	Основные группы углеводородов, порядок образования хладонов, их марки.	ОПК-3	3.6
49	Способы получения хладонов.	ОПК-3	3.6
50	Устройство и принцип действия холодильной машины.	ОПК-3	3.6
51	Классификация холодильных машин.	ОПК-3	3.6
52	Схема и цикл идеальной холодильной машины в термодинамических диаграммах.	ОПК-3	3.6
53	Основные процессы цикла холодильной машины, холодопроизводительность.	ОПК-3	3.6
54	Сухой и влажный ход компрессора.	ОПК-3	3.6
55	Параметры цикла холодильной машины.	ОПК-3	3.6

### 5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компe- тeнци я	ИД К
1	<b>Задача 1.</b> Определить абсолютное давление пара, если манометр показывает давление $p_{И} = 4,5 \text{ кгс/см}^2$ , а показание барометра $B = 745 \text{ мм рт.ст.}$	ОПК-3	У.2; Н.3
2	<b>Задача 2.</b> Сухой насыщенный пар с давлением 1 МПа после котла дросселируют в целях достижения безопасного давления до 0,12 МПа. Определить удельную энтальпию пара и его температуру до и после дросселирования.	ОПК-3	У.2; Н.3
3	<b>Задача 3.</b> Определить тепловой поток, проходящий через стенку теплообменника поверхностью $1 \text{ м}^2$ . Температуры поверхностей теплообменника $t_{ст}^1 = 80^\circ\text{C}$ и $20^\circ\text{C}$ . Теплопроводность стенки $\lambda = 0,8 \text{ Вт/(м К)}$ , толщина стенки $0,1 \text{ м}$ .	ОПК-3	У.2; Н.3
4	<b>Задача 4.</b> Аммиачная холодильная установка мощностью $Q_0 = 200 \text{ кВт}$ работает при температуре кипения $t_s, ^\circ\text{C}$ и температуре конденсации $t_k, ^\circ\text{C}$ . Определить массовый расход и холодильный коэффициент, если энтальпия аммиака на выходе из компрессора $i_2 = 1854,0 \text{ кДж/кг}$ . Пар на входе в компрессор – сухой насыщенный. В процессе дросселирования энтальпия не меняется. Как изменится удельная холодопроизводительность цикла, если рабочим телом является хладон R-22?	ОПК-3	У.2; Н.3

5	<b>Задача 5.</b> Определить удельную холодопроизводительность и объемный расход фреона ( $R-12$ ), поступающего в компрессор, при следующих условиях: температура испарения $t_0 = -30\text{ }^\circ\text{C}$ , температура конденсации $t_k = 25\text{ }^\circ\text{C}$ и температура переохлаждения $t_{II} = 20\text{ }^\circ\text{C}$ . Холодопроизводительность установки $Q_0 = 25\text{ кВт}$	ОПК-3	У.2; Н.3
---	--	-------	-------------

#### 5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ «Не предусмотрен».

#### 5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы «Не предусмотрены».

### 5.4. Система оценивания достижения компетенций

#### 5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования					
Индикаторы достижения компетенции ОПК-3		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
3.6	Основные законы и постулаты термодинамики.	1-63	-	-	-
У.2	Использовать знания основных законов и постулатов физики для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.	-	1-6	-	-
Н.3	Владеть методикой применения физических закон в профессиональной деятельности.	-	1-6	-	-

#### 5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ОПК-3 Способен использовать знания инженерных процессов при решении профессиональных задач и эксплуатации современного технологического оборудования				
Индикаторы достижения компетенции ОПК-3		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
3.6	Основные законы и постулаты термодинамики.	1-65	1-55	-

У.2	Использовать знания основных законов и постулатов физики для решения стандартных задач в профессиональной деятельности.	-	-	1-5
Н.3	Владеть методикой применения физических закон в профессиональной деятельности.	-	-	1-5

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1	Апальков А. Ф. Теплотехника: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 190207 - "Машины и оборудование природообустройства и защиты окружающей среды / А. Ф. Апальков - Ростов н/Д: Феникс, 2008 - 187 с.	Учебное	Основная
2	Большаков С. А. Холодильная техника и технология продуктов питания: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 351100 "Товароведение и экспертиза товаров"(по областям применения) и другим технолог. / С. А. Большаков - М.: Академия, 2003 - 302 с.	Учебное	Основная
3	Ерофеев В. Л. Теплотехника: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров "Эксплуатация транспортных средств" ... / В. Л. Ерофеев, П. Д. Семенов, А. С. Пряхин - М.: Академкнига, 2008 - 488 с.	Учебное	Основная
4	Тепло- и хладотехника: учебное пособие [для студентов направления подготовки бакалавров 19.03.02 - "Продукты питания из растительного сырья"] / [С. В. Бутова [и др.]; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016 - 247 с. [ЦИТ 15352] [ПТ]	Учебное	Основная
5	Теплотехника: Учеб. для вузов/А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; Под ред. А.П. Баскакова.– 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991. –224 с.	Учебное	Дополнительная
6	Холодильные технологии и технологическое оборудование пищевой промышленности: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 141200 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" / А.М. Ибраев [и др.]. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Казань: Фэн, 2012. – 254 с.	Учебное	Дополнительная
7	Теплотехника пищевых производств [Электронный ресурс]: Методические указания	Методическое	

	для лабораторных занятий и организации самостоятельной работы обучающихся факультета технологии и товароведения очной и заочной формы обучения по направлению 19.03.02. Продукты питания из растительного сырья профиль (направленность) Технологический инжиниринг масложировой продукции и эфирных масел / Воронежский государственный аграрный университет; [подгот.: С. В. Бутова, Н. В. Королькова, О. А. Котик, В.В. Воронцов, М. Н. Шахова, И. А. Сорокина, Н. В. Ломакин]. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 743 Кб). – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2021.		
10	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-	Периодическое	
11	Химия и технология пищевых продуктов [Электронный ресурс]: Реферативный журнал / ВИНТИ РАН – Москва: ВИНТИ РАН, 2000. – CD-ROM	Периодическое	

## 6.2. Ресурсы сети Интернет

### 6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
2	ZNANIUM.COM	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3	ЮРАЙТ	<a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>
4	IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
5	E-library	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
6	Электронная библиотека ВГАУ	<a href="http://library.vsau.ru/">http://library.vsau.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Портал открытых данных РФ	<a href="https://data.gov.ru/">https://data.gov.ru/</a>
2	Справочная правовая система Гарант	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
3	Справочная правовая система Консультант Плюс	<a href="http://ivo.garant.ru">http://ivo.garant.ru</a>
4	Профессиональные справочные системы «Кодекс»	<a href="https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks">https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks</a>
5	Аграрная российская информационная система.	<a href="http://www.aris.ru/">http://www.aris.ru/</a>
6	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	<a href="http://agris.fao.org/">http://agris.fao.org/</a>

### 6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Все ГОСТы	<a href="http://vsegost.com/">http://vsegost.com/</a>
2	Российское хозяйство. Сельхозтехника.	<a href="http://rushoz.ru/selhoztehnika/">http://rushoz.ru/selhoztehnika/</a>
3	TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники	<a href="http://techserver.ru/">http://techserver.ru/</a>
4	АгроСервер.ру: российский агропромышленный сервер	<a href="http://www.agroserver.ru/">http://www.agroserver.ru/</a>
5	ВИМ: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства	<a href="http://vim.ru/">http://vim.ru/</a>
6	Сельхозтехника хозяину	<a href="http://hoztehnikka.ru/">http://hoztehnikka.ru/</a>
7	Система научно-технической информации АПК России	<a href="http://snti.aris.ru/">http://snti.aris.ru/</a>

## 7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес(местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом( в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование,	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, презентационное оборудование, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice Kompas 3D, LabVIEW 10USER ,Система компьютерного тестирования AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1 а.119
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия таблицы для расчетов вместимости баков; маслоналивных станций; весы электронные, разборные доски, набор сит, коллекция масличных культур и их семян, набор эфирных масел, коллекция растительных масел и продуктов отходов при производства растительных масел, установка для определения углов откосов и обрушения. Установка для определения коэффициента трения сыпучих продуктов. Сепаратор. Лабораторная установка по изучению элементов автоматического регулирования.	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.252
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, лабораторное оборудование: дробилка, лабораторный встряхиватель, сушилка инфракрасная, ватметр, шкаф суховоздушный, вакуум-сушильный шкаф, установка для определения параметров псевдооживленного слоя, установка для исследования процесса осаждения под действием силы тяжести, установка для изучения процесса перемешивания пищевых материалов, установка по изучению процесса экстрагирования, печь СВЧ, весы электронные, комплекты нормативно-правовой и нормативной	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а. 253

документации	
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия, шнековый пресс, макет пластинчатого теплообменника.	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева 13а, а.106
Учебная аудитория для проведения учебных занятий линия по переработке плодово-ягодного сырья : инспекционный транспортер, моечная машина барабанного типа, бланширователь для размягчения твердых плодов, бланширователь емкостной Б-Е200КС, корзина для бланширователя емкостного Б-Е200КС, рабочий стол из пищевой нержавеющей стали AISI304 (08X18H10) с регулируемыми опорами, протирочная машина, система водоподготовки, миксер насос самовсасывающий НСУ-3/0, насос пластинчатый (шиберный) самовсасывающий НП-3, вакуум-выпарной котел, винтовой насос ОНВ-6-00 тип НС, гомогенизатор РПГ Р 7.5, полуавтоматическое устройство запайки	394036, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Смоленская, 33
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное и лабораторное оборудование: прибор для измерения теплоемкости. экспериментальная установка для определения теплопроводности твердого тела методом трубы; экспериментальная установка для исследования процесса теплообмена в рекуперативном поверхностном теплообменнике; кондиционер, психрометр, барометр, термометры расширения, термометр электрического сопротивления, термоэлектрический термометр, милливольтметр, ультратермостат. центрифуга Ока.. I-d-диаграмма влажного воздуха. IgP-i- диаграмма для построения холодильного цикла. армометры, штанген-циркуль, центрифуга.	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а. 36
Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice Kompas 3D, LabVIEW 10USER ,Система компьютерного тестирования AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а. 115 (с 16 до 20 ч.)

## 7.2. Программное обеспечение

### 7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows /Linux /Ред ОС	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice/LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Microsoft Edge	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

### 7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Векторный графический редактор InkScape (альтернатива CorelDraw) (free)	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Система компьютерной алгебры Mathcad	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК ауд.122а (К1)
4	ППП для решения задач технических вычислений Matlab 6.1/SciLab	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Программа расчета и проектирования APM WinMachine	ПК , ауд 20 (К2), ауд. 104, 321 (К3)
6	Система автоматизированного проектирования и черчения Autocad	ПК ауд. 122, 219, 224, 321, 370 (К1)
7	Система трехмерного моделирования Kompas 3D	ПК в локальной сети ВГАУ

## 8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподается дисциплина	ФИО заведующего кафедрой
Процессы и аппараты пищевых производств	Кафедра технологического оборудования, процессов перерабатывающих производств, механизации сельского хозяйства и БЖД	Высоцкая Е.А.
Математика	Кафедра математики и физики	Шацкий В.П.
Физика	Кафедра математики и физики	Шацкий В.П.

**Приложение 1**  
**Лист периодических проверок рабочей программы**  
**и информация о внесенных изменениях**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Председатель методической комиссии ФТТ Колобаева А.А. 	Решение Ученого совета от 22.02.2023 г. № 8:	есть	С 01.09.2023 г изменено название кафедры на «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»

**Приложение 2**

**Лист периодических проверок рабочей программы**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений
Председатель методической комиссии ФТТ Колобаева А.А. 	№10 от 18.06.24 г	Программа актуализирована на 2024-2025 уч.г.	нет