

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**БАШКИРСКИЙ ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ (ФИЛИАЛ)**  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЕНИЯ ИМЕНИ К.Г. РАЗУМОВСКОГО  
(ПЕРВЫЙ КАЗАЧИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»**  
(БИТУ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»)

**Кафедра «Машины и аппараты пищевых производств»**

«Утверждаю»

Директор БИТУ (филиал)  
ФГБОУ ВО «МГУТУ

им. К.Г. Разумовского (ПКУ)»

Е.В. Кузнецова

«29» июня 2023 г.



**Рабочая программа дисциплины  
Б1.В.03 Теплотехника**

Направление подготовки 16.03.01 Техническая физика

Тип образовательной программы прикладной бакалавриат

Направленность (профиль) подготовки техника и физика низких температур

Квалификация выпускника - бакалавр


Форма обучения очно-заочная

Год поступления - 2020

Рабочая программа дисциплины «Теплотехника» разработана на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **16.03.01 Техническая физика (уровень бакалавриата)**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. № 204, учебного плана по основной профессиональной образовательной программе высшего образования «Техника и физика низких температур».


Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана группой в составе: к.т.н. Сьянов Д.А., к.т.н., доцент Соловьёва Е.А., к.т.н. Максютлов Р.Р., Ларькина А.А.

Руководитель основной  
профессиональной  
образовательной программы  
к.т.н., доцент кафедры «МАПП»

  
(подпись) Сьянов Д.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и утверждена на заседании кафедры «Машины и аппараты пищевых производств», протокол № 11 от «29» июня 2023 года

И.о. заведующего кафедрой  
«МАПП», к.т.н., доцент

  
(подпись) Соловьёва Е.А.

## Оглавление

1. Цели и задачи дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП .....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины: .....	4
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения) .....	5
5. Содержание дисциплины .....	6
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины .....	6
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.....	6
5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО.....	6
Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО.....	6
Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6. Перечень лабораторных работ ОЗФО .....	8
Перечень лабораторных работ ОЗФО .....	8
Перечень лабораторных работ ОЗФО .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.1. План самостоятельной работы студентов ОЗФО.....	8
План самостоятельной работы студентов ОЗФО.....	8
План самостоятельной работы студентов ОЗФО.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	9
Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. ....	10
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины: .....	10
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины: .....	11
10. Образовательные технологии .....	11
11. Оценочные средства.....	11
12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями.....	19
13. Лист регистрации изменений .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Учебная дисциплина «Теплотехника» - обязательная дисциплина профессионального цикла базовой (общепрофессиональной) части государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 16.03.01 «Техническая физика», квалификация (степень) - бакалавр.

**Основными целями** учебной дисциплины «Теплотехника» является:

- ознакомление студентов с основными видами передачи тепла;
- получение основных знаний о взаимной трансформации различных видов энергии и применении её в технике.

**Задачи дисциплины:**

- изучение терминологии, различных видов энергии, формулировок закона сохранения энергии и физических законов передачи тепла;
- знакомство с основными характеристиками теплового состояния и теплового воздействия;
- ознакомление будущих бакалавров с принципами разработки и конструирования теплотехнических устройств.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Теплотехника» относится к вариативной части учебного плана образовательной программы – дисциплина по выбору. Дисциплина относится к профессиональному циклу Б.3, базовой (общепрофессиональной части). Изучение дисциплины «Теплотехника» базируется на комплексе знаний, полученных при изучении предшествующих дисциплин математического и естественнонаучного цикла, таких, как «Физика», «Математика», и дисциплин профессионального цикла, таких как «Инженерная и компьютерная графика»

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней (ПК-9).

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **Знать:**

теплотехническую терминологию, виды энергии, основные описывающие перенос энергии физические законы, законы теплопереноса и теплоотдачи и их математические формулировки, ключевые связанные с неравномерностью теплофизических величин явления, теплофизические принципы конструирования теплотехнических объектов, способы интенсификации теплоотдачи, пути совершенствования теплотехнических объектов;

#### **Уметь:**

пользоваться соответствующими формулами, находить нужные данные в справочной литературе, рассчитывать значения теплотехнических параметров машин, аппаратов, агрегатов, инженерных объектов, зданий, сооружений, предметов быта;

#### **Владеть:**

теплотехнической терминологией, методиками расчетов теплотехнических параметров машин, аппаратов, агрегатов, инженерных объектов, зданий, сооружений, предметов быта.

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и описание Компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
способностью использовать технические средства для	<b>Знать:</b> теплотехническую терминологию, виды энергии,

определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов (ПК-9)	основные описывающие перенос энергии физические законы, законы теплопереноса и теплоотдачи и их математические формулировки, ключевые связанные с неравномерностью теплофизических величин явления, теплофизические принципы конструирования теплотехнических объектов, способы интенсификации теплоотдачи, пути совершенствования теплотехнических объектов;
	<b>Уметь:</b> пользоваться соответствующими формулами, находить нужные данные в справочной литературе, рассчитывать значения теплотехнических параметров машин, аппаратов, агрегатов, инженерных объектов, зданий, сооружений, предметов быта;
	<b>Владеть:</b> теплотехнической терминологией, методиками расчетов теплотехнических параметров машин, аппаратов, агрегатов, инженерных объектов, зданий, сооружений, предметов быта.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

##### Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры
		8 сем.
<b>Аудиторные занятия (контактная работа)</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
В том числе:	-	-
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)		
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>116</b>	<b>116</b>
В том числе:	-	-
Практическая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат (при наличии)		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Вид промежуточной аттестации (зачет с оц.)		(зачет с оц.)
Общая трудоемкость	часы зачетные единицы	<b>144/4</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины

#### Модуль 1. Терминология

##### Тема 1. Физические термины.

Определение основных физических величин

##### Тема 2. Математические термины.

Определение основных математических величин

##### Тема 3. Теплофизические термины.

Определение основных теплофизических величин

#### Модуль 2. Основные физические законы

##### Тема 1. Закон сохранения энергии.

Взаимная трансформация энергии.

##### Тема 2. Передача тепла.

Закон Фурье.

##### Тема 3. Теплоотдача.

Закон Ньютона–Рихмана.

#### Модуль 3. Теплотехнические устройства

##### Тема 1. Устройства, осуществляющие нагрев.

Принцип действия, основные характеристики

##### Тема 2. Устройства, осуществляющие охлаждение.

Принцип действия, основные характеристики

##### Тема 3. Интенсификация теплообмена.

Пути рационализации и совершенствования теплотехнических устройств.

### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)									
1.	Специальные холодильные машины	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	3-3			
2.	Низкотемпературные машины	1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	3-3			

### 5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	СРС	Всего
1.	Модуль 1. Терминология	Тема 1. Физические термины	1			2	9	12
		Тема 2. Математические термины.	1			2	9	12
		Тема 3. Теплофизические термины	1			2	9	12

2.	Модуль2. Основные физические законы	Тема 1. Закон сохранения энергии. Взаимная трансформация энергии	1			2	9	12
		Тема 2. Передача тепла. Закон Фурье.	1			2	9	12
		Тема 3. Теплоотдача. Закон Ньютона– Рихмана	1			2	9	12
3.	Модуль3. Теплотехниче ские устройства	Тема 1. Устройства, осуществляющ ие нагрев.	1			2	9	12
		Тема 2. Устройства, осуществляющ ие охлаждение.	1			1	9	11
		Тема 3. Интенсификац ия теплообмена. Пути рационализаци и и совершенствов ания теплотехническ их устройств.				1	12	13
		<b>ИТОГО:</b>	<b>12</b>			<b>16</b>	<b>116</b>	<b>144</b>

**Формы учебных занятий с использованием активных и интерактивных технологий обучения**

№	Наименование разделов (тем), в которых используются активные и/или интерактивные образовательные технологии	Образовательные технологии
1.	<b>Модуль 1. Терминология</b>	
	Тема 1. Физические термины	Презентации, занятие с применением аудио-видеоматериалов
2.	<b>Модуль 3. Теплотехнические устройства.</b>	
	Тема 1. Устройства, осуществляющие нагрев.	Работа в малых группах

## 6. Перечень лабораторных работ ОЗФО

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудовое мкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	Модуль1. Терминология	Тема 1. Физические термины Тема 2. Математические термины. Тема 3. Теплофизические термины	1 1 2	УО УО УО	ПК-9
2.	Модуль2. Основные физические законы	Тема 1. Закон сохранения энергии. Взаимная трансформация энергии Тема 2. Передача тепла. Закон Фурье. Тема 3. Теплоотдача. Закон Ньютона–Рихмана	2 2 2	УО,ТЕСТ УО УО	ПК-9
3.	Модуль3. Теплотехниче- ские устройства	Тема 1. Устройства, осуществляющие нагрев. Тема 2. Устройства, осуществляющие охлаждение. Тема 3. Интенсификация теплообмена. Пути рационализации и совершенствования теплотехнических устройств.	2 2 2	УО УО УО	ПК-9
		<b>ИТОГО:</b>	<b>16</b>		

### 6.1. План самостоятельной работы студентов ОЗФО

№ п/п	Тема	Вид самостояте- льной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Колич- ество часов
1	Первое начало термодинамики: взаимодействие ОС и ТДС	практическ- ая работа	Изучение первого начала термодинамики.	Теплотехника : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования /М. Г. Шатров, И. Е. Иванов, С. А. Пришвин и др.; под ред. М. Г. Шатрова. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2016. — 288 с. — (Сер. Бакалавриат) – Режим доступа: <a href="http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_19997.pdf">http://www.academia- moscow.ru/ftp_share /_books/fragments/fr agment_19997.pdf</a> .	<b>24</b>



2	Закон Фурье: взаимосвязь полей тепла и температуры.	практическая работа	Проверка взаимосвязи полей тепла и температуры	Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. -М.; Высшая школа, 560с.	<b>24</b>
3	Закон Ньютона–Рихмана: измерение теплоотдачи	практическая работа	Измерение теплоотдачи с применением закона Ньютона–Рихмана	Тихомиров К.В. Теплотехника, теплоснабжение и вентиляция. -М.; Стройиздат, 248с.	<b>20</b>
4	Нагревательные устройства	практическая работа	Работа с нагревательными устройствами	Балахонцев Е.В., Верес А.А. Теплотехника (методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей высших учебных заведений). М.; Высш. шк., –64 с.	<b>20</b>
5	Охлаждающие устройства	практическая работа	Работа с охлаждающими устройствами	Сб. задач по технической термодинамике /Андрианов Т.А., Дзампов Б.В. и др. - М.;	<b>14</b>
6	Интенсификация теплоотдачи	практическая работа	Применение интенсификации теплоотдачи	8. Теплотехника /Хазен М.М., Матвеев Г.А. и др. - М.;	<b>14</b>
				<b>ИТОГО:</b>	<b>116</b>

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и

организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Задачи СРС:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретической подготовки;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

Планируемые результаты грамотно организованной СРС предполагают:

- усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста;
- закрепление знания теоретического материала практическим путем;
- воспитание потребности в самообразовании;
- максимальное развитие познавательных и творческих способностей личности;
- побуждение к научно-исследовательской работе;
- повышение качества и интенсификации образовательного процесса;
- формирование интереса к избранной профессии и овладению ее особенностями;
- осуществление дифференцированного подхода в обучении.
- применение полученных знаний и практических навыков для анализа ситуации и выработки правильного решения, для формирования собственной позиции, теории, модели.

## **7. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) основная литература

1. Теоретические основы теплотехники: Учебное пособие / Яновский А.А. - М.: СтГАУ - "Агрус", 2017 – Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread2.php?book=975962>

2. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Теплотехника: Учеб. пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: ИНФРА-М, 2017. - 424 с. - (Высшее образование).

3. Ерофеев В.Л. Теплотехника. В 2-х т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П.Д. Семенов; под ред. В.Л. Ерофеева, А.С. Пряхина. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 308 с. - Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс.

4. Ерофеев В.Л. Теплотехника. В 2-х т. Том 2. Энергетическое использование теплоты: учебник для бакалавров и магистратуры / В.Л. Ерофеев, А.С. Пряхин, П.Д. Семенов; под ред. В.Л. Ерофеева, А.С. Пряхина. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 199 с. - Серия: Бакалавр и магистр. Академический курс.

б)дополнительная литература

1. Теплотехника: Учебник/Ю.П.Семенов, А.Б.Левин - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015<http://znanium.com/bookread2.php?book=470503>
2. Теплотехника:Учеб. для вузов/В.Н.Луканин, М.Г.Шатров, Г.М.Камфер и др.; Под ред.В.Н.Луканина.-5-е изд.,стер.- М.:Вышш.шк.,2005.-671с.
3. Рудобашта С.П. Теплотехника.-Изд.2-е,доп.-М.:Издательство «Перо»,2015.-672с.

#### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№	Наименование оборудования и расходных материалов	Количество
1	Локальная компьютерная сеть кафедры с выходом в глобальную сеть Internet	1
2	Библиотечный фонд «МГУТУ»	1
3	Лабораторные установки: -«Демонстрация ламинарного и турбулентного движения режимов жидкости. Определение числа Рейнольдса»; -«Демонстрация уравнения Бернулли. Построения напорной и пьезометрической линии»; - «Изучение процесса осаждения твердых частиц в жидкости. Кинетика осаждения»; -«Изучение процесса теплообмена в теплообменнике типа «труба в трубе»; -«Испытание центробежного насоса»; -«Определение теплоотдачи»; -«Определение КПД нагревателя»; -«Определение потерь напора и коэффициента гидравлического трения при движении жидкости по горизонтальному трубопроводу заданной длины и постоянного диаметра». Демонстрационный материал. Комплект деталей теплообменной установки	
4	Мультимедийный проектор с комплектом презентаций	1

#### 10.Образовательные технологии:

Центральное место занимают методы активного обучения, стимулирующие познавательную деятельность студентов.

Показательный метод - это обусловленная принципами обучения система регулятивных правил подготовки и объяснения учебного материала путем постановки проблемы и показа способов ее решения, формирование у них способов поисковой деятельности, отрабатываются способы решения практической проблемы.

Практические занятия проходят с использованием многофункциональных учебных сред, которые содержат учебные макеты, демонстрационные программы, наглядные пособия.

#### 11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля (могут быть в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

##### Тесты:

1. Расход воздуха в воздуховоде  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) определяют: 1)  $K \cdot H_{\text{сети}}$ ; 2)  $v \cdot D$ ; 3)  $S \cdot v$ ; 4)  $m \cdot v$ .

2. Полное давление в воздуховоде это: 1)  $H_0 = H_c - H_d$ ; 2)  $H_0 = \pm H_c + H_d$ ; 3)  $H_0 = \pm H_d + H_c$ ; 4)  $H_0 = p - p_a$ .

3. Потенциальная энергия 1 м<sup>3</sup> воздуха в воздуховоде это: 1) полное давление; 2) статическое давление; 3) динамическое давление; 4) атмосферное давление.

4. Кинетическая энергия 1 м<sup>3</sup> воздуха в воздуховоде это: 1) полное давление; 2) статическое давление; 3) динамическое давление; 4) атмосферное давление.

5. Скорость воздушного потока в любом живом сечении воздуховода определяется:

1)  $v_{cp.} = 1,29 \sqrt{H_{dcp}}$ ; 2)  $v_{cp.} = v_1 + v_2 + \dots + v_n$ ; 3)  $v_{cp.} = Re \cdot D$ ; 4)  $V_{cp.} = \frac{\pi D}{4 \cdot t}$ .

6. В любом воздуховоде всасывающего участка аспирационной сети:

- 1)  $H_o > 0$ ;  $H_c < 0$ ;  $H_d > 0$ ; 3)  $H_o < 0$ ;  $H_c > 0$ ;  $H_d > 0$ ;  
2)  $H_o < 0$ ;  $H_c < 0$ ;  $H_d < 0$ ; 4)  $H_o < 0$ ;  $H_c < 0$ ;  $H_d > 0$ .

7. В любом воздуховоде нагнетательного участка аспирационной сети:

- 1)  $H_o > 0$ ;  $H_c < 0$ ;  $H_d > 0$ ; 3)  $H_o > 0$ ;  $H_c > 0$ ;  $H_d > 0$ ;  
2)  $H_o > 0$ ;  $H_c > 0$ ;  $H_d < 0$ ; 4)  $H_o < 0$ ;  $H_c < 0$ ;  $H_d > 0$ .

8. Что выражает закон сохранения энергии в вентиляционной технике:

- 1)  $\pm H_o = \pm H_c + H_d$ ; 3)  $\pm H_{o1} = \pm H_{o2} + H_{пт1-2}$   
2)  $\pm H_{o1} = \pm H_{o2} + H_{o3} + H_{пт1-2}$ ; 4)  $v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2 = v_3 \cdot S_3$ .

9. Что происходит с полным давлением во вращающем воздуховоде сети до входного отверстия в вентилятор? 1) падает; 2) растет; 3) всегда постоянно.

10. Что происходит с полным давлением в нагнетательном воздуховоде сети до выхода в атмосферу? 1) падает; 2) растет; 3) всегда постоянно.

11. От чего зависит коэффициент сопротивления трению: 1) от плотности воздуха; 2) от скорости воздуха и диаметра трубы; 3) от количества воздуха и диаметра трубы; 4) от длины трубы и ее диаметра.

12. Наиболее часто в воздуховодах встречаются фасонные детали: 1) конфузор; 2) отвод; 3) диффузор; 4) тройник.

Какую фасонную деталь применяют для увеличения скорости воздуха?

13. Потери давления в местных сопротивлениях определяют по формуле:

- 1)  $H_{м.с.} = H \cdot \ell + H_{маш.}$ ;  
2)  $H_{м.с.} = \zeta_{м.с.} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$ ;  
3)  $H_{м.с.} = k \cdot q^2$ ;  
4)  $H_{м.с.} = \zeta_{м.с.} \cdot q \frac{\rho v^2}{2}$ .

14. Как определить  $H_{пт}$  участка аспирационной сети:

- 1)  $H_{пт.уч.} = R \cdot K_{сети} + H_{маш.}$ ;  
2)  $H_{пт.уч.} = R \cdot \ell + \frac{\lambda}{D \cdot \rho}$ ;  
3)  $H_{пт.уч.} = R \cdot \ell + \zeta_{м.с.} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$ ;  
4)  $H_{пт.уч.} = \pm H_o + \zeta \cdot H_d$ .

15. Чему равны потери давления в аспирационной сети:

- 1)  $H_{пт.сети.} = H_{маш.} + H_{пт.пылеот.} + H_{пт.вент.}$ ;  
2)  $H_{пт.сети.} = \sum H_{пт.всас.уч.} + \sum H_{пт.нач.уч.}$ ;  
3)  $H_{пт.сети.} = H_{маш.} + R \cdot \ell + \zeta_{м.с.} \cdot H_d$ ;  
4)  $H_{пт.сети.} = H_{пт.прох.уч.} + H_{пт.бок.уч.}$ .

16. Потери давления в циклоне определяют по формуле:

- 1)  $H_{ц} = H_{м} + H_{мр.}$ ;

$$2) H_y = \frac{\rho v_y^2}{2};$$

$$3) H_y = \zeta_{\text{ц.}} \cdot \frac{\rho v_y^2}{2};$$

$$4) H_y = 100 \cdot q^{1.3}.$$

17. По какому параметру подобрать марку циклона: 1) по входной скорости; 2) по расходу воздуха; 3) по сопротивлению воздуха; 4) по фильтрующей поверхности.

18. Что такое к.п.д. центробежного вентилятора?

$$1) H_{\text{теор.}} - H_{\text{действ.}}; 2) \frac{H_{\text{действ.}}}{H_{\text{теор.}}}; 3) \frac{Q_{\text{в}}}{H_{\text{в}}}; 4) K \cdot Q_{\text{в}}^2.$$

19. Как подобрать фильтр к аспирационной сети? 1) по сопротивлению фильтра; 2) по удельной нагрузке; 3) по фильтрующей поверхности; 4) по расходу воздуха в сети.

20. Что такое удельная нагрузка для фильтра худ. (мЗ/ч · м2)?

$$1) \frac{Q_{\text{пол}}}{S_{\text{сп.}}}; 2) \frac{Q_{\text{сп}}}{H_{\text{сп.}}}; 3) K_{\text{с}} \cdot H_{\text{с2}}; 4) v_{\text{вх.2}} \cdot \frac{\rho}{2}.$$

21. Где находится воздуходувная машина в пневмотранспортных установках нагнетательного типа? 1) в конце сети; 2) в середине сети; 3) в начале сети.

22. Воздуходувные машины ЗАФ применяют в установках: 1) всасывающего типа; 2) нагнетающего типа.

23. Вентилятор высокого давления ВПЗ применяют в установках: 1) всасывающего типа; 1) нагнетательного типа.

24. Какого типа питатели используют в пневмоустановках: 1) циклический; 2) барабанный; 3) тройник; 4) дисковый.

25. В результате расчета пневмосети что необходимо получить: 1) Нпт.сети.; 2) ввоздуха; 3) Нпт.магн.напр.; 4) Нвент.; 5) ηв.

11.2. Оценочные средств текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА (Локальными нормативными актами) университета в виде вопросов, рефератов. Назначение оценочных средств ТК – выявить сформированность профессиональных компетенций – ПК-12

## БАЛЬНО-РЕЙТЕНГОВАЯ СИСТЕМА

Максимальная сумма рейтинговых баллов, которая может быть начислена студенту по учебной дисциплине, составляет 100 рейтинговых

Форма промежуточной аттестации	Количество баллов		
	Текущий Контроль (контрольная работа, тест, устный опрос)	Рубежный контроль	Сумма баллов
Экзамен	30-70	20-30	60-100
Зачет	40-80	10-20	60-100

Рейтинг студента в семестре по дисциплине складывается из рейтинговых баллов, которыми преподаватель в течение семестра оценивает посещение учебных занятий, его

текущую работу на занятиях и самостоятельную работу, результаты текущих контрольных работ, тестов, устных опросов, премиальных и штрафных баллов.

Рубежный рейтинг студента по дисциплине складывается из оценки в рейтинговых баллах ответа на экзамене (зачете).

Преподаватель, осуществляющий проведение практических занятий, доводит до сведения студентов на первом занятии информацию о формировании рейтинга студента и рубежного рейтинга. Посещение студентом одного практического занятия оценивается преподавателем в 1,0 рейтинговый балл.

Текущий аудиторный контроль по дисциплине в течение семестра: контрольная работа – до 20 рейтинговых баллов;

один ответ в устном опросе – до 2 рейтинговых баллов;

одно задание в тесте – до 1 рейтингового балла.

одно задание в итоговом тесте – до 2 рейтинговых баллов.

По окончании семестра каждому студенту выставляется его Рейтинговая оценка текущей успеваемости, которая является оценкой посещаемости занятий, активности на занятиях, качества самостоятельной работы.

Студент допускается к мероприятиям промежуточной аттестации, если его рейтинговая оценка текущей успеваемости (без учета премиальных рейтинговых баллов) не менее:

по дисциплине, завершающейся экзаменом - 30 рейтинговых баллов;

по дисциплине, завершающейся зачетом - 40 рейтинговых баллов.

Студенты, не набравшие минимальных рейтинговых баллов по учебной дисциплине, проходят процедуру добора баллов.

Максимальная рейтинговая оценка текущей успеваемости студента за семестр по результатам текущей работы и текущего контроля знаний (без учета премиальных баллов) составляет:

70 рейтинговых баллов для дисциплин, заканчивающихся экзаменом;

80 рейтинговых баллов для дисциплин, заканчивающихся зачетом.

Ответ студента может быть максимально оценен:

на экзамене в 30 рейтинговых баллов;

на зачете в 20 рейтинговых баллов.

Студент, по желанию, может сдать экзамен или зачет в формате «автомат», если его рейтинг за семестр, с учетом премиальных баллов, составил не менее:

если по результатам изучения дисциплины сдается экзамен

– 60 рейтинговых баллов с выставлением оценки «удовлетворительно»;

– 70 рейтинговых баллов с выставлением оценки «хорошо»;

– 90 рейтинговых баллов с выставлением оценки «отлично»;

если по результатам изучения дисциплины сдается зачет:

– 60 рейтинговых баллов с выставлением оценки «зачтено»

Рейтинговая оценка по дисциплине и соответствующая аттестационная оценка по шкале «зачтено», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» при использовании формата «автомат», проставляется экзаменатором в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость только в день проведения экзамена или зачета согласно расписанию группы, в которой обучается студент.

Для приведения рейтинговой оценки к аттестационной (пятибалльный формат) используется следующая шкала:

Аттестационная оценка по дисциплине	Рейтинг студента по дисциплине (включая премиальные баллы)
«отлично»	90- 100 баллов
«хорошо»	70 - 89 баллов
«удовлетворительно»	60 - 69 баллов

«неудовлетворительно»	менее 60 баллов
«зачтено»	от 60 баллов и выше
«не зачтено»	менее 60 баллов

Рубежный рейтинг по дисциплине у студента на экзамене или дифференцированном зачете менее чем в 20 рейтинговых баллов считается неудовлетворительным (независимо от рейтинга студента в семестре). В этом случае в зачетно-экзаменационную ведомость в графе «Аттестационная оценка» проставляется «неудовлетворительно».

Рубежный рейтинг по дисциплине у студента на зачете менее чем в 10 рейтинговых баллов считается неудовлетворительным (независимо от рейтинга студента в семестре). В этом случае в зачетно-экзаменационную ведомость в графе «Аттестационная оценка» проставляется «не зачтено».

Преподавателю предоставляется право начислять студентам премиальные баллы за активность (участие в научных конференциях, конкурсах, олимпиадах, активная работа на аудиторных занятиях, публикации статей, работа со школьниками, выполнение заданий повышенной сложности, изготовление наглядных пособий и т.д.) в количестве, не превышающем 20 рейтинговых баллов за семестр. Премииальные баллы не входят в сумму рейтинга текущей успеваемости студента, а прибавляются к ним.

#### **Вопросы текущего контроля:**

##### **Перечень вопросов по дисциплине «Теплотехника».**

Предмет технической термодинамики и ее методы.

2. Основные понятия и определения термодинамики.
3. Термодинамическая система.
4. Основные параметры состояния.
5. Равновесное и неравновесное состояние.
6. Уравнение состояния.
7. Теплота и работа как формы передачи энергии.
8. Термодинамический процесс.
9. Равновесные и неравновесные процессы.
10. Обратимые и необратимые процессы.
11. Круговые процессы (циклы).
12. Смеси рабочих тел.
13. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями.
14. Теплоемкость.
15. Массовая, объемная и молярная теплоемкости.
16. Сущность первого закона термодинамики.
17. Формулировка первого закона термодинамики.
18. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем.
19. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния.
20. Внутренняя энергия.
21. Энтальпия. Энтропия.
22. PV и TS диаграммы.
23. Сущность второго закона термодинамики.
24. Основные формулировки второго закона термодинамики.
25. Термодинамические циклы тепловых машин.
26. Прямые и обратные циклы.
27. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент.
28. Циклы Карно и анализ их свойств.

29. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
30. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах  $PV$  и  $TS$ .
31. Основные термодинамические процессы.
32. Изохорный процесс.
33. Изобарный процесс.
34. Изотермический процесс.
35. Адиабатный процесс.
36. Частные случаи политропного процесса.
37. Термодинамические процессы в реальных газах и парах.
38. Водяной пар.
39. Процессы парообразования в  $PV$  и  $TS$  координатах.
40. Термодинамические таблицы воды и водяного пара,  $PV$ ,  $TS$ ,  $HS$ , диаграммы водяного пара.
41. Основные положения. Уравнение истечения.
42. Дросселирование газов и паров.
43. Определение и основные понятия.
44. Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха.  $h_d$  – диаграмма влажного воздуха.
45. Классификация компрессоров и принцип действия.
46. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатия.
47. Полная работа, затраченная на привод компрессора.
48. Многоступенчатое сжатие.
49. Изображение в  $PV$  и  $TS$  диаграммах термодинамических процессов, протекающих в компрессорах.
50. Принцип действия поршневых ДВС.
51. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты.
52. Цикл со смешанным подводом теплоты.
53. Изображение циклов в  $PV$  и  $TS$  диаграммах.
54. Термодинамические и эксергетические КПД циклов ДВС.
55. Сравнительный анализ термодинамических циклов ДВС.
56. Принцип действия ГТУ. Цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты.
57. Цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты.
58. Регенеративные циклы.
59. Изображение циклов в  $PV$  и  $TS$  диаграммах.
60. Термические и эксергетические КПД ГТУ.
61. Принципиальная схема паросиловой установки.
62. Цикл Ренкина и его исследование.
63. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина.
64. Изображение цикла в  $PV$ ,  $TS$  и  $HS$  диаграммах.
65. Пути повышения экономичности паросиловых установок.
66. Предмет и задачи теории теплообмена.
67. Значение теплообмена в промышленных процессах.
68. Основные понятия и определения.
69. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.
70. Сложный теплообмен.
71. Основные понятия и определения. Закон Фурье.
72. Коэффициент теплопроводности.
73. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах.
74. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
75. Условия однозначности.



76. Коэффициент теплопроводности.
77. Теплопроводность при стационарном режиме.
78. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
79. Нестационарный процесс теплопроводности.
80. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа.
81. Метод конечных разностей.
82. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров.
83. Основные понятия и определения.
84. Уравнение Ньютона - Рихмана.
85. Коэффициент теплоотдачи. Основные положения теории пограничного слоя.
86. Основы теории подобия.
87. Основные определения.
88. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия.
89. Критериальные уравнения. Определяющие критерии.
90. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
91. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения.
92. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения.
93. Кризисы кипения.
94. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме.
95. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи.
96. Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах.
97. Теплообмен при конденсации.
98. Пленочная и капельная конденсации.
99. Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена.
100. Законы теплового излучения.
101. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве.
102. Защита от излучения.
103. Излучение газов.
104. Сложный теплообмен.
105. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую, и оребренную стенки.
106. Коэффициент теплопередачи.
107. Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Классификация топлив.
108. Основы теории горения и организация сжигания топлив.
109. Охрана окружающей среды.
110. Основы энергосбережения.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме зачёта с оценкой

Код компетенции	Содержание компетенции (части компетенции)	Результаты обучения	Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы		
			Этап базовый подгот	Этап расширения	Этап профессионального

			овки	углубл ении подгот овки	практич еской подготов ки
ПК-9-ФГОС 16.03.01 «Техническая физика»)	- готовностью участвовать в работах по технико- экономическим обоснованиям проектируемых образцов низкотемпературной техники, по составлению отдельных видов технической документации машин и аппаратов, их элементов и сборочных единиц	<p><b><u>Недостаточный уровень</u></b></p> <p>1. Компетенции не сформированы. 2. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p> <p><b><u>Пороговый уровень</u></b></p> <p>1. Сформированы базовые структуры знаний. 2. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. 3. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p> <p><b><u>Продвинутый уровень</u></b></p> <p>1. Ознакомительны й этап: изучение теоретического материала. 2. Овладение практическими навыками. 3. Применение полученных знаний согласно поставленным задачам.</p> <p><b><u>Высокий уровень</u></b></p> <p>1. Ознакомительны й этап: изучение теоретического материала.</p>	Общие теорет ически е поняти я о ПО	Выполн ение отдельн ых видов работ по создани ю докуме нтации	Выполне ние всех видов работ по составле нию техничес кой документ ации.

		2.Овладение практическими навыками. 3.Использовать математические и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач			
--	--	--	--	--	--

**Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:**

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Текущий контроль (тесты, рефераты, вопросы текущего контроля)	Модуль 2. Основные физические законы Тема 1. Закон сохранения энергии. Взаимная трансформация энергии	ПК-9
2	Промежуточный контроль - зачет	Модуль 3. Теплотехнические устройства	ПК-9

## **12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями.**

Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями осуществляется в соответствии с «Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса» Министерства образования и науки РФ от 08.04.2014г. № АК-44/05вн.

В образовательном процессе используются социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом индивидуальных особенностей.

Предусмотрена возможность обучения по индивидуальному графику, при составлении которого возможны различные варианты проведения занятий: в академической группе и индивидуально, на дому с использованием дистанционных образовательных технологий.

### 13. Лист регистрации изменений

**Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы**

Руководитель ОПОП

Сьянов Д.А., доцент, к.т.н.

ФИО, должность, ученая степень, звание

—   
Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры  
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2021г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание

—   
Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры  
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2021г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание


—   
Подпись

**Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы**

Руководитель ОПОП

Сьянов Д.А., доцент, к.т.н.

ФИО, должность, ученая степень, звание

—   
Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры  
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2022г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание

—   
Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры  
Машины и аппараты пищевых производств

Протокол от 25 февраля 2022г. № 7

Соловьева Е.А., доцент, к.т.н, доцент

ФИО, должность, ученая степень, звание

—   
Подпись

**Актуализация с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы**

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_  
ФИО, должность, ученая степень, звание

\_\_\_\_\_  
Подпись

Рабочая программа актуализирована, обсуждена и одобрена на заседании обеспечивающей кафедры

Протокол от \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
ФИО, должность, ученая степень, звание

\_\_\_\_\_  
Подпись

Рабочая программа согласована на заседании выпускающей кафедры

Протокол от \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
ФИО, должность, ученая степень, звание

\_\_\_\_\_  
Подпись

