

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.07 Тепловые и массообменные процессы в  
низкотемпературных системах**

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 **«Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах»** 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. Максютов 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 2023года

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.....	7
5.3. Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО.....	7
Разделы и темы дисциплины и виды занятий ОЗФО.....	7
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 .....	10
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: .....	10
10. Образовательные технологии.....	11
11. Оценочные средства.....	11
12. Организация образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями..	21
13. Лист регистрации изменений .....	22

### **1. Цели и задачи дисциплины:**

Учебная дисциплина «Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах» - 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 «Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах» - 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 «Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах» - относится к вариативной части учебного плана образовательной программы – дисциплина по выбору. Дисциплина относится к профессиональному циклу, базовой (общепрофессиональной части). Изучение дисциплины «Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах» - 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 «Тепловые и массообменные процессы в низкотемпературных системах» - направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов (ПК-9).
- готовностью обосновывать принятие технических решений при разработке технологических процессов и изделий с учетом экономических и экологических требований (ПК-12)

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 (ПК-9, ПК-12).**

Код и описание Компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<p>способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов (ПК-9)</p>	<p><b>Знать:</b>  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;</p>
	<p><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;</p>
	<p><b>Владеть:</b>  теплотехнической терминологией, методиками расчетов теплотехнических параметров машин, аппаратов, агрегатов, инженерных объектов, зданий, сооружений, предметов быта.</p>
<p>готовностью обосновывать принятие технических решений при разработке технологических процессов и изделий с учетом экономических и экологических требований (ПК-12)</p>	<p><b>Знать:</b>  - конструктивные особенности конденсаторов и испарителей, используемых в холодильных установках (ХУ) и системах кондиционирования воздуха (СКВ);  - особенности процессов тепломассообмена в аппаратах;</p>
	<p><b>Уметь:</b>  рассчитывать величину необходимой теплопередающей поверхности аппаратов по заданной тепловой нагрузке, с учетом особенностей тепломассообмена в конкретных условиях работы ХУ и СКВ.</p>
	<p><b>Владеть:</b>  методами планирования и выполнения экспериментальных исследований и создания на их основе экспериментальных установок;  - методами расчетно-теоретического исследования тепловых процессов;  - навыками работы с технической документацией и литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками;</p>

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

**Очно-заочная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры
		6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа)</b>	<b>40</b>	40
В том числе:	-	-
Лекции	12	12
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Семинары (С)		
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>104</b>	104
В том числе:	-	-
Практическая работа		
Расчетно-графические работы		
Реферат (при наличии)		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Вид промежуточной аттестации (зачет с оц.)	<b>36</b>	36
Общая трудоемкость	<b>180/5</b>	180/ 5
	часы	
	зачетные единицы	

**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)								
		1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2	3-3		
1.	Специальные холодильные машины									
2.	Низкотемпературные машины									

### 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.	Модуль1. Терминология	Тема 1. Физические термины	1	2		2	10	12
		Тема 2. Математические термины.	1	2			10	16
		Тема 3. Теплофизические термины	1	2		2	20	20
2.	Модуль2. Основные физические законы	Тема 1. Закон сохранения энергии. Взаимная трансформация энергии	2			2	10	20
		Тема 2. Передача тепла. Закон Фурье.	2	2		2	10	32
		Тема 3. Теплоотдача. Закон Ньютона–Рихмана	2	2		2	10	20
3.	Модуль3. Теплотехнические устройства	Тема 1. Устройства, осуществляющие нагрев.	2	2		2	10	20
		Тема 2. Устройства, осуществляющие охлаждение.	1	2			10	20

		Тема 3. Интенсификация теплообмена. Пути рационализации и совершенствования теплотехнических устройств.		2			12	20
		<b>ИТОГО:</b>	<b>12</b>	<b>16</b>		<b>12</b>	<b>104</b>	<b>180</b>

### 6. Перечень лабораторных работ ОЗФО

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1.	Модуль1. Терминология	Тема 1. Физические термины Тема 2. Математические термины. Тема 3. Теплофизические термины	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	УО,ТЕСТ УО УО	ПК-9 ПК-12
3.	Модуль3. Теплотехнические 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 ПК-12
		<b>ИТОГО:</b>	<b>12</b>		

### 6.1. План самостоятельной работы студентов ОЗФО

№ п/п	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Первое начало термодинамики: взаимодействие ОС и ТДС	практическая 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	<b>14</b>

				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/fragment_19997.pdf</a> .	
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>14</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>14</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>18</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>28</b>
6	Интенсификация теплоотдачи	практическая работа	Применение интенсификации теплоотдачи	8. Теплотехника /Хазен М.М., Матвеев Г.А. и др. - М.;	<b>16</b>
				<b>ИТОГО:</b>	<b>104</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. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен: Учебник.-М.:ИНФРА-М,2017.-464с.-(Высшее образование:Бакалавриат).

2. Лаптева Е.А.,Фарахов Т.М. Математические модели и расчет тепломассообменных характеристик аппаратов/Под ред. А.Г.Лаптева.- Казань:Отечество,2013.-182с.

3. Тепломассообмен: Учебное пособие / А.А. Кудинов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015<http://znanium.com/bookread2.php?book=512522>

б) дополнительная литература

1. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: Учебное пособие / Видин Ю.В., Казаков Р.В., Колосов В.В. - Краснояр.:СФУ, 2015 <http://znanium.com/bookread2.php?book=967810>

2. Цыбульская О.Н. Тепломассообмен: учеб.пособие/О.Н.Цыбульская, М.В.Упский, А.А.Юдаков.-Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. Ун-та,2013.-108с.

3. Пермяков В.А. Теплообменное оборудование. Кожухотрубные теплообменные аппараты нового поколения для систем тепловодоснабжения: учеб.пособие/В.А.Пермяков, К.В. Пермяков.-СПб.: Изд-во Политехн.ун-та,2014.-80с.

4. Каня Я.Н. Тепломассообмен: пособие/Я.Н.Каня, В.В.Бурцев.-Новосибирск,2014.-292с.

#### 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:

: ТЗ 1, №131, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=

S: Процесс без теплообмена называется ###  
+:адиабат##\$#

**I: ТЗ 2, №131, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между номером кривой на  $p$ - $v$ -диаграмме и наименованием равновесного процесса, изображаемого данной кривой:

L1:1

L2:2

L3:3

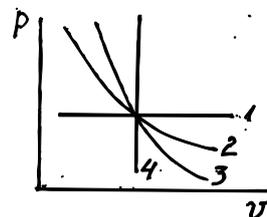
L4:4

R1:изобара

R2:изотерма

R3:адиабата

R4:изохора



**I: ТЗ 3, №131, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между условным изображением равновесного процесса на  $p$ - $v$ -диаграмме и номером кривой, изображающей процесс:

L1: изобара

L2: изотерма

L3: адиабата

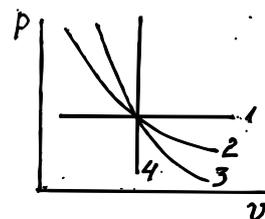
L4: изохора

R1: 1

R2: 2

R3: 3

R4: 4



**I: ТЗ 4, №131, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между номером кривой на  $T$ - $S$ -диаграмме и наименованием равновесного процесса, изображаемого данной кривой:

L1:1

L2:2

L3:3

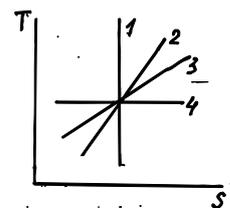
L4:4

R1: адиабата

R2: изохора

R3: изобара

R4: изотерма



**I: ТЗ 5, №131, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между наименованием равновесного процесса, условно изображенного на  $T$ - $S$ -диаграмме, и номером кривой на  $T$ - $S$ -диаграмме

L1: адиабата

L2: изохора

L3: изобара

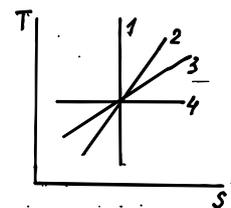
L4: изотерма

R1: 1

R2: 2

R3: 3

R4: :4



### 1.3.2. Циклы. Цикл Карно (9 вопросов)

**I: ТЗ 1, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

Q: Правильная последовательность процессов после адиабатического сжатия в цикле теплового двигателя Карно:

- 1: изотермическое расширение
- 2: адиабатическое расширение
- 3: изотермическое сжатие

I

**I: ТЗ 2, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

Q: Правильная последовательность процессов после адиабатического сжатия в холодильном цикле Карно:

- 1: изотермическое сжатие
- 2: адиабатическое расширение
- 3: изотермическое расширение

**I: ТЗ 3, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S: В цикл Карно включены процессы

- + : адиабаты
- + : изотермы
- : изохоры
- : изобары
- : изоэнтальпы
- : дросселирование

**I: ТЗ 4, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

S: Обратимый цикл Карно совершается в интервале температур  $T_1, T_2$ , где  $T_1 > T_2$ .

Термический КПД цикла растет, если

- + :  $T_1$  повышается при постоянстве  $T_2$
- + :  $T_2$  понижается при постоянстве  $T_1$
- :  $T_2$  повышается при постоянстве  $T_1$
- :  $T_2/T_1$  увеличивается
- :  $T_1 - T_2$  уменьшается при постоянстве  $T_2$

**I: ТЗ 5, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

I: При температуре  $T_1 = 600\text{K}$  и  $T_2 = 300\text{K}$  термический КПД обратимого цикла Карно равен...

- + : 1/2
- + : 0,5
- + : 50%

**I: ТЗ 6, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

I: При температуре  $T_0 = 300\text{K}$  и  $T = 270\text{K}$  холодильный коэффициент обратимого цикла Карно равен...

- + : 9
- + : 9,0
- + : 900%

**I: ТЗ 7, №132, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ= , ОЦЕНКА=**

I: При температуре  $T = 350\text{K}$  и  $T_0 = 300\text{K}$  отопительный коэффициент теплового насоса, совершающего обратимый обратный цикл Карно, равен...

- + : 7

+:7,0  
+:700%

## Раздел 2.Агрегатные состояния рабочих тел

### Тема 2.1.Пар

**I: ТЗ 1, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S: Состояние вещества, при котором изобарный процесс является одновременно изотермическим, это

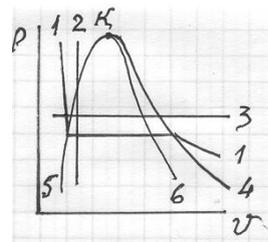
- +: влажный пар
- : жидкость
- : перегретый пар
- : сухой пар

**I: ТЗ 2, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S: Соответствие между номером кривой на  $p-v$ -диаграмме и наименованием равновесного процесса, изображаемого данной кривой:

- L1:1
- L2:2
- L3:3
- L4:4
- L5:5
- L6:6

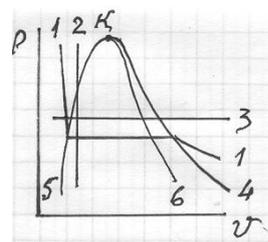
- R1: изотерма
- R2: изохора
- R3: изобара
- R4: линия сухого насыщенного пара
- R5: линия жидкости в состоянии насыщения
- R6: линия одинаковой степени сухости влажного пара



**I: ТЗ 3, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S: Соответствие между наименованием изображенной на  $p-v$ -диаграмме кривой и номером этой кривой

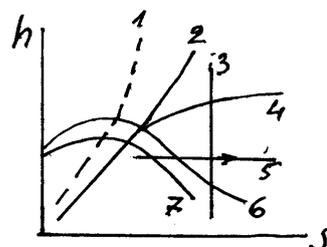
- L1: изотерма
- L2: изохора
- L3: изобара
- L4: линия сухого насыщенного пар
- L5: линия жидкости в состоянии насыщения
- L6: линия одинаковой степени сухости влажного пара
- R1: 1
- R2: 2
- R3: 3
- R4: 4
- R5: 5
- R6: 6



**I: ТЗ 4, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S: Соответствие между номером кривой на  $h-s$ -диаграмме и наименованием равновесного процесса, изображаемого данной кривой:

- L1:1
- L2:2



L3:3

L4:4

L5:5

L6:6

L7:7

R1: адиабата

R2: изохора

R3: изобара

R4: изотерма

R5: адиабатное дросселирование

R6: линия сухого насыщенного пара

R7: линия одинаковой степени сухости влажного пара

**I: ТЗ 5, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между наименованием равновесного процесса, изображенного условно на  $h$ - $s$ -диаграмме, и номером кривой, изображающей процесс:

L1: изохора

L2: изобара

L3: адиабата

L4:изотерма

L5:адиабатное дросселирование

L6:линия сухого насыщенного пара

L7:линия одинаковой сухости влажного пара

R1: 1

R2: 2

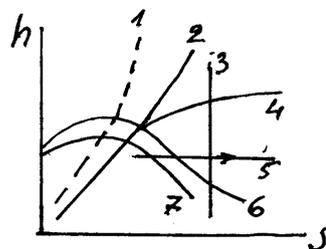
R3: 3

R4: 4

R5: 5

R6: 6

R7: 7



**I: ТЗ 6, №21, КТ=; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между наименованием равновесного процесса, изображенного условно на  $T$ - $s$ -диаграмме, и номером кривой, изображающей процесс:

L1: изохора

L2: адиабата

L3: изобара

L4:изотерма

L5: линия сухого насыщенного пара

L6: линия жидкости в состоянии насыщения

L7:линия одинаковой сухости влажного пара

R1: 1

R2: 2

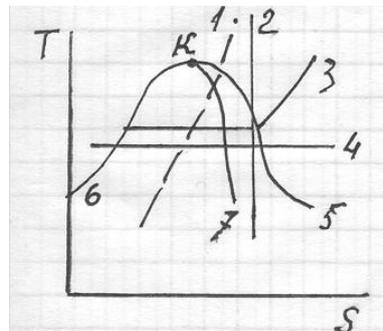
R3: 3

R4: 4

R5: 5

R6: 6

R7: 7



I

**I: ТЗ 7, №21, КТ; МТ=, ВРЕМЯ=, ОЦЕНКА=**

S:Соответствие между номером кривой на  $T$ - $s$ -диаграмме и ее наименованием

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

#### Форма практического задания: практикум по решению задач.

1. Определить коэффициент теплоотдачи от воздуха, протекающего в трубе диаметром 200 мм со скоростью 8 м/с, если температура воздуха  $30^{\circ}\text{C}$ , температура трубы -  $10^{\circ}\text{C}$ .
2. По трубе диаметром 200 мм протекают сливки со скоростью 1,0 м/с. Температура сливок  $37^{\circ}\text{C}$ , температура стенки  $5^{\circ}\text{C}$ . Определить тепловые потери в сутки, если длина трубы 10 м. Теплофизические свойства сливок  $\lambda = 0,33 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ ;  $\nu \cdot 10^6 = 5 \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $Pr_{ж} = 5,75$ ,  $Pr_{ст} = 8,95$ .
3. В конденсаторе коридорное расположение труб. Внешний диаметр труб 50 мм. Температура воды, омывающей трубу  $10^{\circ}\text{C}$ . Температура труб  $60^{\circ}\text{C}$ . Скорость протекания воды 0,3 м/с. Определить средний коэффициент теплоотдачи для третьего, второго и первого ряда. Теплоотдачу третьего ряда принять за 100%.
4. В конденсаторе шахматное расположение труб. Внешний диаметр труб 20 мм. Температура воздуха, омывающего трубы,  $10^{\circ}\text{C}$ ; скорость воздуха 10 м/с. Определить средний коэффициент теплоотдачи для третьего, второго и первого рядов. Теплоотдачу третьего ряда принять за 100%.
5. Вертикальная стенка высотой 4 м нагревается свободным потоком воздуха. Определить коэффициент теплоотдачи, если температура стенки  $-10^{\circ}\text{C}$ , температура воздуха  $50^{\circ}\text{C}$ .
6. Определить коэффициент теплоотдачи от пара к горизонтальной трубке конденсатора. Наружный диаметр трубки 0,05 м. На поверхности трубки конденсируется сухой насыщенный пар при давлении 0,04 Мпа и температуре  $76^{\circ}\text{C}$ .
7. Теплообмен происходит между плоскими параллельными пластинами. Температура первой пластины  $300^{\circ}\text{C}$ , материал – сталь окисленная. Температура второй пластины  $50^{\circ}\text{C}$ , материал – сталь листового проката. Определить плотность лучистого теплового потока. Пластины считать бесконечными.

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-9, 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. Премиальные баллы не входят в сумму рейтинга текущей успеваемости студента, а прибавляются к ним.

#### **Вопросы текущего контроля:**

Назовите основные виды теплообмена. Приведите примеры.

1. Закон Фурье. Опишите особенности теплопроводности различных веществ.
2. Дайте объяснения понятий: тепловой поток, плотность теплового потока, линейная плотность теплового потока, приведите их размерность.
3. Теплопроводность и теплопередача; поясните сущность граничных условий первого и третьего рода.
4. Теплопроводность через многослойную плоскую стенку. Приведите расчетные формулы для определения теплового потока, удельного теплового потока, покажите график изменения температур.
5. Эквивалентная теплопроводность. Приведите расчетные формулы и покажите на примере для чего вводится понятие эквивалентная теплопроводность.
6. Напишите расчетные формулы для определения теплового потока и удельных тепловых потоков с единицы длины трубопровода, и с  $1 \text{ м}^2$  внутренней или внешней поверхности при расчете теплопроводности через однослойную цилиндрическую стенку. Приведите размерности.
7. Теплопередача через плоскую однослойную стенку. Приведите расчетные формулы и график распределения температур.
8. Теплопередача через цилиндрическую однослойную стенку. Приведите расчетные формулы и график распределения температур.
9. Что такое критический диаметр изоляции? В каких случаях диаметр наружного слоя изоляции не должен превышать критический диаметр?
10. В каких случаях и за счет чего можно интенсифицировать теплопередачу?
11. Опишите основные положения теплопроводности при нестационарном режиме.
12. Опишите сущность расчета процесса нестационарной теплопроводности неограниченной пластины.
13. Дифференциальное уравнение теплопроводности и граничные условия для нестационарного режима теплопроводности.
14. Что характеризует коэффициент температуропроводности? Выведите его размерность, используя дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье.

15. Что называется диффузией? Виды диффузии: молекулярная, молярная, тепловая, бародиффузия.
16. Закон Фука, характеризующий плотность диффузионного потока или плотность массы.
17. Что называется конвективным теплообменом? Виды конвекции.
18. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, его физический смысл и размерность.
19. Сформулируйте три теоремы подобия.
20. Числа подобия конвективного теплообмена, расчетные формулы, физический смысл.
21. Уравнения подобия конвективного теплообмена. Приведите в общем виде уравнения конвективного теплообмена в числах подобия для вынужденного и свободного движения жидкости.
22. Опишите понятия: средняя температура, определяющая температура, эквивалентный диаметр.
23. Опишите сущность и приведите формулы конвективного теплообмена при ламинарном движении жидкости в трубах.
24. Опишите сущность и приведите расчетные формулы конвективного теплообмена при турбулентном движении жидкости в трубах.
25. Опишите и приведите формулы для конвективного теплообмена при поперечном омывании одиночной трубы.
26. Опишите и приведите формулы для конвективного теплообмена при поперечном омывании пучка при коридорном их расположении.
27. Опишите и приведите формулы для конвективного теплообмена при свободном движении жидкости вдоль вертикальных стенок.
28. Опишите и приведите формулы для конвективного теплообмена при свободном движении жидкости около горизонтальных труб.

Сущность процесса кипения. Режимы кипения. Расчетные формулы

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации в форме экзамена.

Код компетенции	Содержание компетенции (части компетенции)	Результаты обучения	Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы		
			Этап базовой подготовки	Этап расширения и углубления подготовки	Этап профессиональной практической подготовки
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	<b><u>Недостаточный уровень</u></b>  1. Компетенции не сформированы. 2. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы  <b><u>Пороговый уровень</u></b>	Общие теоретически понятия о ПО	Выполнение отдельных видов работ по созданию документации	Выполнение всех видов работ по составлению технической документации.

	документации машин и аппаратов, их элементов и сборочных единиц	<p>1. Сформированы базовые структуры знаний.</p> <p>2. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер.</p> <p>3. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p> <p><b><u>Продвинутый уровень</u></b></p> <p>1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала.</p> <p>2. Овладение практическими навыками.</p> <p>3. Применение полученных знаний согласно поставленным задачам.</p> <p><b><u>Высокий уровень</u></b></p> <p>1. Ознакомительный этап: изучение теоретического материала.</p> <p>2. Овладение практическими навыками.</p> <p>3. Использовать математические и естественнонаучные методы при описании типовых профессиональных задач</p>			
--	---	--	--	--	--

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

№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты
-------	--------------	-------------------------------	-------------------------

			<b>которых контролируются</b>
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 оснащенности 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

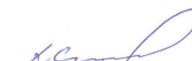
  
Подпись

#### 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

