

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)  
Технологический факультет  
Кафедра машин и аппаратов пищевых производств**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Основы теплотехники**

Уровень основной профессиональной образовательной программы – бакалавриат  
Направление подготовки – 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Направленность (профиль) – Инжиниринг технологических процессов и оборудования  
Учебный план 2023 года разработки

**Описание учебной дисциплины по формам обучения**

Очная													Заочная												
Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	РГР, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)	Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	Контрольная работа, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)
3	5	144/4	72	36	18	18		34			2	36 (экз.)	4	7	144/4	14	6	4	4		101		18	2	9 (экз.)
Всего		144/4	72	36	18	18		34			2	36 (экз.)	Всего		144/4	14	6	4	4		101		18	2	9 (экз.)

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, учебного плана.

Программу разработал О.В. Яковлев, канд. техн. наук, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рабочая программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры машин и аппаратов пищевых производств ФГБОУ ВО «КГМТУ»

Протокол № 9 от 26.04.2023 г.

© ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины	Указание раздела(-ов) дисциплины, где предусмотрено освоение компетенции
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Знать:</b> -основные законы преобразования энергии, законы термодинамики; - термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках.	Тема 1-3
	ОПК-1.2. Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Уметь:</b> - проводить анализ эффективности циклов тепловых двигателей, холодильных установок и тепловых насосов с расчетом количественных характеристик этой эффективности.	Тема 1-4
	ОПК-1.3. Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью.	<b>Владеть:</b> - методиками расчета и анализа эффективности циклов тепловых двигателей, холодильных установок и тепловых насосов с расчетом количественных характеристик этой эффективности.	Тема 1-4

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Изучению дисциплины предшествует освоение программ следующих дисциплин: математика, физика, химия, механика жидкости и газа, теоретическая механика.

Успешное освоение материала дисциплины в рамках установленных компетенций даст возможность обучающимся продолжить освоение образовательной программы и успешно приступить к изучению дисциплин: процессы и аппараты пищевых производств, расчет и конструирование деталей и узлов технологического оборудования, технологическое оборудование отрасли.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах и часах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часа.

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Структура дисциплины**

Наименования разделов, тем	Общее количество часов	Очная форма									Заочная форма								
		Распределение часов по видам занятий									Распределение часов по видам занятий								
		Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	РГР	Консультации	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	Контрольная работа	Консультации	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тема 1. Техническая термодинамика. Термодинамические процессы	26	16	10		6	10					2	1		1	20		4		
Тема 2. Влажный воздух. Термодинамика потока. Циклы ДВС, ГТУ и паросиловых установок	24	12	8		4	12					2	1		1	16		6		
Тема 3. Теория теплообмена	44	36	12	18	6	8					7	2	4	1	31		6		
Тема 4. Промышленная теплотехника	12	8	6		2	4					3	2		1	7		2		
Курсовой проект (работа)	-						-									-			
Консультации	2								2									2	
Контроль	36									36					27				9
<b>Всего часов в семестре</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>101</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>101</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>9</b>

**4.2 Содержание лекций**

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Тема 1. Техническая термодинамика. Термодинамические процессы			
1	Основные понятия и определения термодинамики. Термодинамическая система. Уравнение состояния. Термическое и калорическое уравнение состояния. Термодинамический процесс. Теплота и работа как формы передачи энергии. Равновесные и неравновесные процессы. Круговые процессы (циклы).	2	
2	Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объема и давлении. Средняя и истинная теплоемкости.	2	
3	Первый закон термодинамики. Сущность, формулировка и аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS-диаграммы.	2	0,5
4	Второй закон термодинамики. Сущность, формулировка. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств.	2	0,5

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
5	Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в PV и TS – координатах. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. PV, TS и HS-диаграммы водяного пара.	2	
<b>Тема 2. Влажный воздух. Термодинамика потока. Циклы ДВС, ГТУ и паросиловых установок</b>			
6	Понятие влажный воздух. Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха. $h_d$ – диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха: подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров. Классификация, принцип действия компрессоров. Индикаторная диаграмма.	2	0,5
7	Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Принцип действия поршневых ДВС. Циклы с изохорным и изобарным подводом теплоты. Цикл со смешанным подводом теплоты. Изображение циклов в PV и TS диаграммах.	2	
8	Циклы паросиловых установок. Цикл Ренкина и его исследование. Влияние начальных и конечных параметров на термический КПД цикла Ренкина. Изображение PV, TS и HS-диаграммах. Теплофикационный цикл. Понятие о циклах атомных силовых установок.	2	
9	Циклы холодильных установок. Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл паровых компрессорных холодильных установок. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.	2	0,5
<b>Тема 3. Теория теплообмена</b>			
10	Основные понятия теории теплообмена. Значение теплообмен в промышленных процессах. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвективный теплообмен и излучение. Сложный теплообмен.	2	1
11	Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы переноса теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Теплопроводность однослойной, многослойной, цилиндрической и сферической стенок.	2	
12	Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкости. Критериальные уравнения конвективного теплообмена. Теплоотдача при ламинарном, переходном и турбулентном режимах течения.	2	
13	Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Теплообмен при кипении. Механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Теплообмен излучением.	2	0,5
14-15	Теплопередача. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача в технологических процессах металлообработки (резание, сварка, литье, термообработка). Внешние и внутренние источники теплоты. Тепловые процессы при обработке материалов концентрированными потоками энергии.	4	0,5
<b>Тема 4. Промышленная теплотехника</b>			
16	Виды сжигаемого топлива и их характеристика. Твердое, жидкое и газообразное топлива и их основные характеристики. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Основы теории горения и организации сжигания топлива.	2	1
17	Значение и сущность энерготехнологии. Направления разработки энерготехнологических схем. Применение энерготехнологии в промышленности. Энтропийный и эксергетический методы анализа энерготехнологических схем. Термодинамическая оптимизация энерготехнологических схем.	2	
18	Промышленные котельные установки. Классификация и устройство паровых и водогрейных котлов. Теплоносители. Основы теплового расчета котельных агрегатов. Тепловой баланс и КПД котельного агрегата. Расход топлива. Расчет теплопередачи в топках паровых котлов. Мероприятия по защите окружающей среды при эксплуатации котельных установок.	2	1
<b>Всего часов</b>		<b>36</b>	<b>6</b>

### 4.3 Темы лабораторных занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Тема 3. Теория теплообмена			
1-3	Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости.	6	4
4-6	Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения.	6	
7-9	Определение передаваемой тепловой мощности воздушно-водяного теплообменника с принудительным охлаждением.	6	
Всего часов		18	4

### 4.4 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		очная	заочная
Тема 1. Техническая термодинамика. Термодинамические процессы			
1	Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов.	2	1
2	Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. PV и TS –диаграммы.	2	
3	Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Водяной пар. Процессы парообразования. Диаграммы. Таблицы.	2	
Тема 2. Влажный воздух. Термодинамика потока. Циклы ДВС, ГТУ и паросиловых установок			
4	h-d – диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).	2	1
5	Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок.	2	
Тема 3. Теория теплообмена			
6-7	Теория теплообмена. Коэффициенты теплопередачи и температурного напора однослойной и многослойной стенок.	4	1
8	Теория теплообмена. Коэффициента теплопередачи и температурного напора цилиндрической стенки.	2	
Тема 4. Промышленная теплотехника			
9	Расчеты процессов горения жидкого, твердого и газообразного топлива. Определение теоретически необходимого количества воздуха для сжигания твердого, жидкого и газообразного топлива. Коэффициент избытка воздуха. Определение объемов и энтальпии продуктов сгорания топлива. h-t - диаграмма продуктов сгорания.	2	1
Всего часов		18	4

### 4.5 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

## 5 Самостоятельная работа обучающихся

Наименование темы	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Тема 1. Техническая термодинамика. Термодинамические процессы	10	20	Закрепление материала лекций, самостоятельное изучение материала, подготовка к практическим занятиям.

Наименование темы	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Тема 2. Влажный воздух. Термодинамика потока. Циклы ДВС, ГТУ и паросиловых установок	12	16	Закрепление материала лекций, самостоятельное изучение материала, подготовка к практическим занятиям.
Тема 3. Теория теплообмена	8	31	Закрепление материала лекций, самостоятельное изучение материала, подготовка к практическим и лабораторным занятиям.
Тема 4. Промышленная теплотехника	4	7	Закрепление материала лекций, самостоятельное изучение материала, подготовка к практическим занятиям.
Контроль	-	27	Подготовка к экзамену.
<b>Всего часов</b>	<b>34</b>	<b>101</b>	

## 6 Тематика курсового проектирования

Курсовое проектирование не предусмотрено учебным планом.

## 7 Методы обучения

Основными формами изучения дисциплины являются: чтение лекций, проведение практических занятий, лабораторных занятий, самостоятельная работа студентов.

Основным методом изучения дисциплины являются лекции, которые проводятся в лекционных аудиториях с использованием наглядных пособий и интерактивных средств. На лекциях используется мультимедийное презентационное оборудование для демонстрации иллюстративного материала, таблиц и схем, основных тезисов и выводов по теме. Целесообразно по каждой теме составить список терминов и понятий и перечень контрольных вопросов, которые выносятся на самостоятельное изучение студентов.

Практические занятия в зависимости от конкретных целей и уровня подготовки студентов проводятся в форме вопросов – ответов, решения задач. Практические занятия в форме решения задач направлены на практическое закрепление теоретического материала. Метод вопросно-ответного семинара в меньшей степени направлен на осмысление, в большей – на заучивание материала, повторение материала лекции и учебника. Практические занятия ориентированы на закрепление теоретических знаний по дисциплине.

При выполнении лабораторных работ студенты получают навыки работы с контрольно-измерительной аппаратурой и приборами, экспериментальными установками, со справочной и другой технической литературой, оформления технических отчетов. На лабораторных занятиях также происходит закрепление теоретического материала. Перед лабораторными занятиями преподаватель дает пояснения об особенностях выполнения работы и содержании отчета. После предъявления оформленного отчета (индивидуального для каждого студента) в рамках времени, отведенного на лабораторные занятия, производится защита работы.

Обязательным условием аттестации студента является выполнение всех предусмотренных программой лабораторных и практических работ.

Самостоятельная работа студентов является важным компонентом их профессиональной подготовки и включает в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям: подбор источников и литературы для выступления с докладами и участия в дискуссиях по проблемам дисциплины;
- самостоятельное изучение материала;
- подготовку к промежуточной аттестации.

## 8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в приложении к рабочей программе.

## 9 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Наименование	Количество экземпляров в библиотеке ФГБОУ ВО «КГМТУ»
1. Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6992-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://www.urait.ru/bcode/511746">https://www.urait.ru/bcode/511746</a>	
2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 308 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01738-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://www.urait.ru/bcode/511615">https://www.urait.ru/bcode/511615</a>	
3. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для вузов / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 199 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01850-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://www.urait.ru/bcode/512573">https://www.urait.ru/bcode/512573</a>	
4. Смирнова, М. В. Теоретические основы теплотехники : учебное пособие для вузов / М. В. Смирнова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13322-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://www.urait.ru/bcode/518705">https://www.urait.ru/bcode/518705</a>	

## 10 Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»	<a href="http://lib.kgmtu.ru/">http://lib.kgmtu.ru/</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="http://urait.ru/">http://urait.ru/</a>
Сайт теплотехника: большая техническая библиотека	<a href="http://teplokot.ru/prez/">http://teplokot.ru/prez/</a>
«Техэксперт» - профессиональные справочные системы	<a href="http://техэксперт.рус/">http://техэксперт.рус/</a>

## 11 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
Операционная система (Microsoft Windows 10 Pro или Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level)	Комплекс системных и управляющих программ	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет (Microsoft Office Pro Plus 2016 или Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN 1 License No Level)	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет LibreOffice	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Свободно распространяемое программное обеспечение

## 12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционная аудитория, оснащенная учебной мебелью, компьютером с требуемым

программным обеспечением и мультимедийным проектором, или телевизором.

2. Аудитория для практических занятий, оснащенная учебной мебелью.

3. Аудитория для лабораторных занятий, оснащенная учебной мебелью и оборудованием, перечень которого приведен в таблице ниже.

Название лабораторной работы	Оборудование, используемое в работе
Определение теплоемкости жидкости методом нагрева потока жидкости	Лабораторный комплекс «Теплотехника жидкости»
Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения	Лабораторный комплекс «Теплотехника жидкости»
Определение передаваемой тепловой мощности воздушно-водяного теплообменника с принудительным охлаждением	Лабораторный комплекс «Теплотехника жидкости»

### **13 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### ***Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям***

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям, экзамену, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

#### ***Рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям***

Для подготовки к лабораторным занятиям необходимо заранее ознакомиться с порядком выполнения работы, с рекомендуемой литературой, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов, требованиями безопасности при выполнении конкретной работы. На лабораторных занятиях необходимо четко выполнять указанную преподавателем работу с соблюдением техники безопасности, при необходимости выясняя или уточняя у преподавателя моменты, вызывающие затруднения.

#### ***Рекомендации по подготовке к практическим занятиям***

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Если практическое занятие предусматривает решение задач, следует заранее ознакомиться с методикой решения задачи, возможными вариантами решений, при необходимости определить источники справочных данных.

#### ***Рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, экзамену, выполнение домашних практических заданий (решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение), оформление лабораторных работ.