ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской факультет
Кафедра математики, физики и информатики

УТВЕРЖДАЮ
Декан технологического факультета
_____ Н.А. Логунова
23.05 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ

Уровень основной образовательной программы – *бакалавриат*
Направление подготовки – ***15.03.02 «Технологические машины и оборудование»***
Профиль – *Машины и аппараты пищевых производств*
Статус дисциплины – *вариативная*
Учебный план *2017 года*

Описание учебной дисциплины по формам обучения

Очная											Заочная										
Курс	Семестр	Всего час. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Лаб. работы, час.	Практ. занятия, час.	Семинары, часов	Самост. работа, час..	КП (КР), час./ зач. единиц	Семестровый контроль	Курс	Семестр	Всего час. / зач. единиц	Всего аудиторных час.	Лекции, часов	Лаб. работы, час.	Практ. занятия, час.	Семинары, часов	Самост. работа, час..	Контрольная работа	Семестровый контроль
2	4	108/3	36	18	-	18	-	72	-	Зач.О.	3	5	108/3	10	4	-	6		94	+	Зач.О./4
Всего		**108/3**	**36**	**18**	**-**	**18**	**-**	**72**	**-**		**Всего**		**108/3**	**10**	**4**	**-**	**6**		**94**	+	**4**
В т.ч. в инт. форме			**18**	**8**	**-**	**10**	**-**	**-**	**-**		В т.ч. в инт. форме			**4**	**-**	**-**	**4**				

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО, профессиональных стандартов и учебного плана с учетом требований ООП.
Программу разработали: д-р пед. наук, профессор кафедры МФ и И _____ Т.Н. Попова,
канд. физ.- мат. наук, доцент кафедры ВМ и Ф _____ А.И. Уколов

Рассмотрено на заседании кафедры МФ и И ФГБОУ ВО «КГМТУ»
Протокол № 8 от 30.03.2017 г. Зав. кафедрой _____ Т.Н. Попова

Рассмотрено на заседании выпускающей кафедры МАПП ФГБОУ ВО «КГМТУ»
Протокол № 7 от 26.04 2017 г. Зав. кафедрой _____ Д.В. Степанов

Согласовано: Начальник УМУ _____ Е.Ю. Девятова

© ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Цель и задачи изучения дисциплины

Современная техника – это, прежде всего, техника больших скоростей, высоких и сверхвысоких давлений и. наоборот, предельно глубокого вакуума, техника высоких и сверхвысоких температур. Многопрофильность техники охватывает чрезвычайно большое число различных практических направлений, представляющих фундамент современной энергетики.

Теоретическими основами производства теплоты является термодинамика и теплопередача, которые органически связаны с основными проблемами современной теплотехники.

Основной целью преподавания дисциплины «Физические основы производства теплоты» для будущих бакалавров-инженеров является формирование у студентов глубоких и знаний в области физики тепловых процессов и производства теплоты для решения острых практических вопросов, связанных, прежде всего, с современным энергетическим оборудованием.

К другим важным **целям** изучения дисциплины следует отнести:

- раскрытие роли энергетического оборудования в технологических процессах;
- овладение студентами физической сущности процессов переноса теплоты;
- развитие навыков практического применения знаний для решения конкретных задач теплотехники в области конструирования теплотехнического оборудования, расчета и прогнозирования эксплуатационных характеристик;
- привитие умения и навыка грамотно и эффективно использовать как отдельные тепловые устройства, так и встроенные в различные технологические процессы;
- привитие навыков к научным исследованиям;
- воспитание у студентов аналитического технического мышления с приложением фундаментальных законов физики к объяснению принципа действия теплоэнергетических установок;
- формирование целостного (системного) представления о приобретаемой специальности.

Основная задача курса дисциплины «Физические основы производства теплоты» – дать необходимую теоретическую теплотехническую подготовку будущему квалифицированному инженеру-механику. В том числе:

- усвоить важнейшие физические основы производства теплоты;
- овладеть теоретическими основами технической эксплуатации оборудования по производству теплоты; выбора оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации;
- освоить теоретические и практические методы выбора и, при необходимости, разработки рациональных нормативов эксплуатации, технического обслуживания, а также разработки проектной и технологической документации для ремонта, модернизации и модификации технологического оборудования;
- обучить методам решения практических производственных задач;
- освоить программу курса и приобрести навыки самостоятельной работы, саморазвития и самопознания в дальнейшей жизнедеятельности;
- приобретение студентами компетенций, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физические основы производства теплоты» входит в состав вариативной части обязательных дисциплин математического и естественнонаучного цикла (Б1.В.ОД.2), изучается в четвертом семестре. Для изучения дисциплины достаточно знаний физики и математики в объеме разделов дифференциального и интегрального исчисления курса вузовской математики и физики (первый, второй, третий семестры), введение в профессию (первый семестр). Дисциплина является необходимой для изучения курсов: «Энергосбережение в отрасли», «Теплотехника», «Ремонт и сервисное обслуживание оборудования», «Оборудование предприятий питания», «Технологическое оборудование отрасли», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Проектирование линий пищевых производств», а также для участия в НИР и выполнения выпускной квалификационной работы.

Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»** (квалификация «бакалавр»):

- **общекультурные компетенции (ОК):**
  - способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- **общепрофессиональные компетенции (ОПК):**
  - способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий (ОПК-1);
- **профессиональные компетенции (ПК):**
  - способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки (ПК-1).

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные закономерности преобразования энергии в различных термодинамических процессах;
- рабочие процессы и эффективные показатели процессов в энергетических установках;
- теоретические основы: принципа действия основных конструктивных элементов энергетических установок, паровых котлов; назначение котельных и паропроизводящих установок; основы теории и материальный баланс процесса горения органического топлива; теплообмен в котлах и парогенераторах; циркуляции, парообразования;

уметь:

- самостоятельно решать практические задачи по курсу;
- использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;
- анализировать тепловые физические явления и выделять «управляющие» этими явлениями законы;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии;
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;
- применять современные физико-математические методы, используемые в инженерии, при моделировании задач в теплотехнике;
- пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности;
- самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий;

владеть:

- инженерной терминологией;
- основными способами и навыками решения практических задач;
- навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов;
- средствами компьютерной графики (ввод, вывод, изображение, преобразование и редактирование графических объектов на ПЭВМ);
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- основными приемами обработки экспериментальных данных;
- навыками самостоятельного и систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области методов и способов производства теплоты.

4 Структура учебной дисциплины

Наименования тем	Очная форма обучения								Заочная форма обучения							
	Общее количество часов	Количество зачетных единиц	Распределение часов по видам занятий						Общее количество часов	Количество зачетных единиц	Распределение часов по видам занятий					
			Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ	СР	Контроль			Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ	СР	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Раздел 1. Физические основы производства теплоты																
Тема 1. Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов. Круговые термодинамические процессы.	19	0,5	7	4	-	3	12	-	19	0,5	1,8	0,8	-	1	17,2	-
Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики.	17	0,5	5	2	-	3	12	-	17	0,5	1,8	0,8	-	1	15,2	-
Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы	18	0,5	6	3	-	3	12	-	18	0,5	1,4	0,4	-	1	16,6	-
Тема 4. Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров	18	0,5	6	3	-	3	12	-	18	0,5	1,8	0,8	-	1	16,2	-
Тема 5. Физические основы теплообмена. Топливо. Конвективный и лучистый теплообмен.	18	0,5	7	4	-	3	11	-	18	0,5	1,8	0,8	-	1	16,2	-
Тема 6. Теплообменные аппараты	14	0,5	5	2	-	3	9	-	14	0,5	1,4	0,4	-	1	12,6	-
Форма контроля	**4**	**Зачет с оценкой**					**4**		**4**	**Зачет с оценкой**						**4**
Всего (часов/зач.ед.) по дисциплине	**108**	**3**	**36**	**18**		**18**	**72**		**108**	**3**	**10**	**4**		**6**	**94**	**4**

5 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		Очная	Заочная
Тема 1. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов			
1	*Основные понятия термодинамики.* Идеальный газ. Параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Идеальные газовые процессы (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный). Равновесные и неравновесные термодинамические процессы. Работа термодинамического процесса. Тепловая энергия. Теплоемкости газов (массовая, объемная, молярная, изохорная, изобарная). Политропный процесс. Газовые смеси. Теплоемкость смесей идеальных газов. Внутренняя энергия газа как функция состояния рабочего тела. Энтальпия.	1	0,8
2	*Первый закон термодинамики* как закон сохранения энергии для тепловых процессов. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Приложение первого закона термодинамики к анализу термодинамических процессов.	1	
3	*Круговые термодинамические процессы.* Круговые термодинамические процессы (циклы). Термический к.п.д. **ц**икла. Холодильный к.п.д. **ц**икла**.** Прямой цикл **Карно**. Обратный обратимый цикл **Карно**. Энтропия как функция состояния рабочего тела. Прямой цикл Карно в координатах (T, S).	1	
Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики			
1	Обратимые и необратимые процессы. Физический смысл второго закона термодинамики. Третий закон термодинамики. Статистическое толкование второго закона термодинамики (вероятность состояния, связь между энтропией и вероятностью, формула Больцмана).	2	0,8
Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы			
1	*Термодинамическое равновесие.* Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия термодинамической системы. Равновесие однородной системы. Равновесие фаз.	1	0,4
2	*Фазовые переходы.* Правило фаз. Условия существования фаз. Фазовые переходы первого и второго рода. Теплота фазового перехода. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы при неодинаковых давлениях фаз.	2	
Тема 4. Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров			
1	*Физические свойства газов и паров.* Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. Термодинамическое подобие. Испарение, кипение и конденсация. Свойства вещества в области критической точки. Насыщенный и влажный пар Свойства газов. Свойства паров воды.	1,5	0,8
2	*Дросселирование газов и паров.* Течение газов и паров. Основные уравнения течения**.** Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. Дросселирование газов. Уравнение процесса дросселирования. Эффект Джоуля-Томсона. Дросселирование ван-дер-ваальсова газа. Кривая инверсии. Влияние трения на течение. Дросселирование, или мятие, водяного пара. Смешивание газов. Изменение энтропии идеальных газов при смешивании.	1,5	
Тема 5. Физические основы теплообмена. Топливо. Конвективный и лучистый теплообмен			
1	*Физические основы теплообмена.* Температурное поле. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной плоской стенки. Теплопроводность стенки трубы. Теплообмен теплоотдачей. Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через стенку трубы.	1	0,8
2	*Топливо.* Топливо и его характеристики. Газообразное топливо. Твердое топливо. Жидкое топливо. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.	2	

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		Очная	Заочная
	Физико-химические свойства топлива. Горение. Расчет воздуха, необходимого для сжигания топлива и обмена продуктов сгорания. Определение теплотворной способности.		
3	*Виды теплообмена.* Конвективный теплообмен. Конвективный теплообмен в вынужденном и свободном потоке жидкости. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации пара. Лучистый теплообмен.	1	
Тема 6. Теплообменные аппараты			
1	*Теплообменные аппараты.* Классификация теплообменных аппаратов. Котлоагрегаты. Процессы, протекающие в котлоагрегате. Тепловой баланс и КПД котлоагрегата. Расход топлива. Парогенераторы, работающие на воде. Топочные устройства.	2	0,4
Всего часов по дисциплине:		**18**	**4**

6 Темы лабораторных работ

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

7 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения	
		Очная	Заочная
Тема 1. Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов. Круговые термодинамические процессы			
1	Расчет параметров состояния идеального газа.	3	1
2	Аналитическое и графическое приложение первого закона термодинамики к анализу термодинамических процессов.		
Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики			
1	Решение задач на уравнение теплового баланса.	3	1
2	Решение задач на расчет КПД тепловых машин.		
Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы			
1	Решение задач на расчет теплоты фазового перехода.	3	1
2	Решение задач на формулу Клапейрона-Клаузиуса.		
Тема 4. Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров			
1	Решение задач на уравнение Ван-дер-Ваальса.	3	1
2	Решение задач на смешивание и дросселирование газов.		
Тема 5. Физические основы теплообмена. Топливо. Конвективный и лучистый теплообмен			
1	Решение задач на различные виды теплообмена.	3	1
Тема 6. Теплообменные аппараты			
1	Решение задач на расчет воздуха, необходимого для сжигания топлива и обмена продуктов сгорания.	3	1
Всего часов по дисциплине:		**18**	**6**

8 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия учебным планом не предусмотрены.

9 Содержание и объем самостоятельной работы студента

Наименование темы	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Литература	Содержание работы
	Очная	Заочная		
Тема 1. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов	12	17,2	[8]	- Проработать стр. 5-32: 46-60. - Ответить на вопросы на стр. 19, 25-26, 31-32; 61-62.
			[6]	Решить задачи №№ 2.22-2.25; 3.1-3.17; 4.1-4.7; 5.20-5.30.
			[7]	Проработать стр. 7-56.
Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики	12	15,2	[8]	- Проработать стр. 95-120. - Ответить на вопросы на стр. 121-123.
			[6]	Решить задачи №№ 6.1-6.21.
			[7]	Проработать стр. 56-108.
Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы	12	16,6	[8]	- Проработать стр. 124-144. - Ответить на вопросы на стр. 147-148.
			[8]	Разобрать задачи №№ 9.1-9.4 (стр. 148-149).
			[7]	Проработать стр. 108-151.
Тема 4. Свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров	12	16,2	[8]	- Проработать стр. 33-45; 198-209. - Ответить на вопросы на стр. 45, 209-210.
			[8]	Разобрать задачи №№ 14.1-14.6 (стр. 210-213).
			[6]	Решить задачи №№ 4.8-4.20.
Тема 5. Основы теплообмена. Теплопередача. Теплоотдача. Топливо	11	16,2	[8]	- Проработать стр. 313-418. - Ответить на вопросы на стр. 323-324, 333-334, 347, 362, 384, 406-407, 418-419.
			[8]	Разобрать задачи №№ 23.1-23.5 (стр. 334-336); 24.1-24.5 (стр. 347-351); 27.1-27-6 (стр. 408-411); 28.1-28.2 (стр. 419-420).
			[6]	Решить задачи №№ 14.5-14.25; 15.5-15.9; 16.1-16.7; 18.1-18.7; 19.1-19.5: 19.16-19.20.
			[5]	- Проработать стр. 148-241. - Проработать вопросы на стр. 151, 162, 164, 176-177, 187, 204, 215, 299.
Тема 6. Теплообменные аппараты	9	12,6	[4]	Проработать стр. 276-298.
			[5]	- Проработать стр. 241-247. - Разобрать примеры на стр. 247-248.
			[6]	Решить задачи №№ 21.1-21.8.
Всего часов по дисциплине:	**68**	**94**		
Самостоятельная работа по подготовке и сдаче зачета с оценкой	**4**			
Всего часов по дисциплине:	**72**	**94**		

10 Индивидуальные задания

Индивидуальные задания для студентов дневной формы обучения учебным планом не предусмотрены.

Индивидуальные задания для студентов заочной формы обучения выдаются преподавателем в виде самостоятельной контрольной работы, которая оценивается, как указано в п. 12.5.

11 Методы обучения

В результате изучения курса «Физические основы производства теплоты» на основе компетентностного подхода на всех этапах учебно-воспитательного процесса у студентов формируются следующие общекультурные и профессионально направленные компетенции: ОК-7, ОПК-1, ПК-1.

В процессе обучения студенты слушают курс лекций с применением имеющихся таблиц, плакатов, наглядных пособий. Теоретический материал прорабатывается и углубляется на практических занятиях.

На практических занятиях студенты разбирают примеры решения типовых задач по основным темам курса. Студенты в процессе обучения посещают консультации для более детального разбора и усвоения учебного материала.

На интерактивные методы обучения отводится не менее 20 % от общего числа аудиторных занятий. Студенты подготавливают рефераты и доклады, презентации, с которыми выступают на профессионально направленных бинарных лекциях межпредметного содержания, лекциях-конференциях, а также на научно-технической конференции ФГБОУ ВО «КГМТУ» с использованием мультимедийного оборудования.

В конце семестра подводится окончательный итог и выставляется семестровая оценка за работу студента на зачете с оценкой.

12 Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Физические основы производства теплоты / Конспект лекций для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения / Т.Н. Попова, А.И. Уколов. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ». – 2016. – 146 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».
2. Физические основы производства теплоты / Практикум по решению задач на практических занятиях, самостоятельной работе и выполнению контрольной работы для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения / Т.Н. Попова, А.И. Уколов. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ». – 2016. – 78 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».
3. Попова Т.Н. Физические основы производства теплоты: задачник для выполнения контрол. работы для студентов направления подгот. 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» заоч. формы обучения / сост.: Т.Н. Попова, А.И. Уколов; ФГБОУ ВО «КГМТУ». — Керчь, 2016. — 28 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Дополнительная литература:

4. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. – 2-е изд., стер. – СПб: Лань, 2016. – 208 с.
5. Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е.. Феоктистов Д.В., Шабунина О.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. – 2-е изд. – СПб: Лань, 2014. – 256 с.

13 Информационные ресурсы

1. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»: [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://lib.kgmtu.ru/.
2. http://ru.wikipedia.org/wiki/ - Википедия – свободная энциклопедия.
3. http://lib.mexmat.ru/ - Электронная библиотека мехмата МГУ.
4. http://www.edu.ru/ - Российское образование: федеральный образовательный портал.

5. http://studentam.net/ - Электронная библиотека учебников.
6. http://elibrary.ru/ - Научно-электронная библиотека eLibrary.ru.

14 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для чтения лекций используется мультимедийный компьютер.

На кафедре для демонстраций действует лаборатория «Молекулярной физики и термодинамики».

Для расчета задач используются современные компьютерные средства с применением табличного процессора Excel.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ВМ и Ф
_____ Т.Н. Попова
_____ 2017 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

дисциплины **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ**

для **направления** подготовки *15.03.02 «Технологические машины и оборудование»*

профиль – *Машины и аппараты пищевых производств*

Керчь, 2017 г.

Паспорт
фонда оценочных средств
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ

1 Модели контролируемых компетенций:
1.1 Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (4 семестр):

Код	Формулировка компетенции
ОК-6	способность на научной основе организовывать свой труд, оценивать с большой степенью самостоятельности результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы
ОК-7	способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
ОК-8	способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, выстраивание и реализация перспективных линий интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, способность с помощью коллег критически оценить свои достоинства и недостатки с необходимыми выводами
ОК-9	способность к целенаправленному применению базовых знаний в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в профессиональной деятельности
ОК-11	уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ОК-12	уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машин, приводов, систем, различных комплексов, машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОК-13	обладать достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером
ПК-6	уметь выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК-7	уметь применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК-8	уметь применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умеет применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ПК-17	способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
ПК-24	уметь проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений

2 В результате изучения дисциплины ФИЗИКА студент должен:

2.1 знать:
- законы термодинамики и тепломассообмена;
- основные закономерности преобразования энергии в различных термодинамических процессах;
- рабочие процессы и эффективные показатели процессов в энергетических установках;
- теоретические основы: принципа действия основных конструктивных элементов энергетических установок, паровых котлов; назначение котельных и паропроизводящих установок; основы теории и материальный баланс процесса горения органического топлива; теплообмен в котлах и парогенераторах; циркуляции, парообразования;

2.2 уметь:

- решать практические задачи по курсу;
- использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;
- анализировать тепловые физические явления и выделять «управляющие» этими явлениями законы;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии;
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;
- применять современные физико-математические методы, используемые в инженерии, при моделировании задач в теплотехнике;
- пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности;

2.3 владеть:

- основными способами и навыками решения практических задач;
- навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов;
- средствами компьютерной графики (ввод, вывод, изображение, преобразование и редактирование графических объектов на ПЭВМ);
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- основными приемами обработки экспериментальных данных.

3 Программа оценивания контролируемых компетенций

№ темы	Наименование контролируемой темы	Вид занятий	Коды контролируемых компетенций	Наименование оценочного средства
4-й семестр				
1.	**Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций*[1] (в письменной форме), - *ответы*[2] на экзамене на билеты (в письменной форме), - *сообщение*[3] (в письменной и устной форме)
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач*[4] по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются
2.	**Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций* (в письменной форме), - *ответы на экзамене на билеты*, - *доклад* (в письменной и устной форме)
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач* по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются
3.	**Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций* (в письменной форме), - *ответы на экзамене на билеты* (в письменной форме), - *сообщение* (в письменной и устной форме)
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач* по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются
4.	**Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций* (в письменной форме), - *ответы на экзамене на билеты* (в письменной форме), - *сообщение* (в письменной и устной форме), - *доклад* (в письменной и устной форме)
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач* по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются)
5.	**Физические основы теплообмена. Теплопередача. Теплоотдача. Топливо**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций* (в письменной форме), - *ответы на экзамене на билеты* (в письменной форме), - *сообщение* (в письменной и устной форме), - *реферат* (в письменной и устной форме)

№ темы	Наименование контролируемой темы	Вид занятий	Коды контролируемых компетенций	Наименование оценочного средства
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач* по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются)
6.	**Теплообменные аппараты**	**Лекции**	ОК-6, ОК-8, ОК-11, ОК-12, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-24	- *конспект лекций* (в письменной форме), - *ответы на экзамене на билеты* (в письменной форме), - *доклад* (в письменной и устной форме)
		Практич. занятия	ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-8, ПК-17, ПК-24	- *решение задач* по плану самостоятельной работы, - *письменно выполняются* индивидуальные задания и устно защищаются)
Контрольная работа по темам, изучаемым в семестре				*Комплект контрольных работ по вариантам* (письменное решение задач контрольной работы.)
Экзамен за 4-й семестр				*Комплект экзаменационных билетов* (письменные ответы на вопросы билетов с решением одной задачи.)
Проверка остаточных знаний по разделу «Механика. Молекулярная физика. Термодинамика»				*Комплект контрольных работ по вариантам* (письменное решение задач контрольной работы.)

1 наличие у студентов конспекта лекций является одним из условий их допуска к экзамену, если у них были пропуски лекций. Студент (курсант) восстанавливает конспект самостоятельно и предъявляет преподавателю как вид отработки;

2 комплект экзаменационных билетов прилагается;

3 темы рефератов, докладов, сообщений, эссе по изучаемому материалу даны далее;

4 задачи для самостоятельного решения даны в «Методических указаниях по выполнению самостоятельной работе студентов» по всем разделам физики согласно выбранного преподавателем варианта (представлены в УМКД).

4 Темы рефератов, докладов, сообщений, эссе по изучаемому материалу

(представленный список тем не является окончательным; в процессе обучения темы могут быть добавлены, изменены, уточнены, адаптированы с учетом будущей профессиональной деятельности студентов)

Тема 1.

1. Применение законов кинематики для контроля работы машин и механизмов (сообщение).

Тема 2.

2. Методы контроля механического напряжения при работе машин и механизмов (доклад).

Тема 3.

3. Механические способы повышения КПД машин (сообщение).
4. Применение законов сохранения импульса и механической энергии в конструкции современных машин и механизмов (сообщение).

Тема 4.

5. Применение законов динамики вращательного движения твердого тела в работе машин и механизмов (сообщение).
6. Учет моментов инерции при конструировании машин и механизмов (доклад).

Тема 5.

7. Учет механических колебаний при установке машин и механизмов (реферат).
8. Влияние звука на работу машин и механизмов (сообщение).

Тема 6.

9. История развития пневматических и гидравлических машин и механизмов (доклад).
10. Значение газовых законов в развитии тепловых двигателей (реферат).
11. Значение открытия первого закона термодинамики для развития техники по производству теплоты (реферат).
12. Виды сложных процессов теплопередачи и их использование в современных машинах и аппаратах пищевых производств (доклад).
13. Учет энтропии при конструировании тепловых машин (эссе).
14. Значение второго и третьего законов термодинамики для развития тепловых машин (доклад).

5 Перечень вопросов, выносимых на семестровый контроль

Экзамен – 4 семестр

1. Внутренняя энергия. Идеальный газ. Тепловая энергия.
2. Параметры состояния идеального газа. Уравнение состояния идеального газа. Идеальные газовые процессы (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный). Теплоемкости газов (массовая, объемная, молярная, изохорная, изобарная).
3. Газовые смеси. Теплоемкость смесей идеальных газов. Термодинамический процесс в координатах (p, V). Внутренняя энергия газа.
4. Первый закон термодинамики как закон сохранения энергии для тепловых процессов. Приложение первого закона термодинамики к анализу термодинамических процессов.
5. Круговые термодинамические процессы (циклы). Прямой цикл Карно. Цикл с изохорным подводом теплоты. Цикл с изохорным и с изобарным подводом теплоты.
6. Энтропия. Термодинамические процессы в координатах (T, S). Прямой цикл Карно в координатах (T, S). Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Аналитическое выражение для работы и теплоты процесса.
7. Превращения тепла в работу. Энтальпия. Физический смысл второго закона термодинамики. Третий закон термодинамики.
8. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Вероятность состояния. Связь между энтропией и вероятностью. Формула Больцмана.
9. Термодинамическое равновесие. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия термодинамической системы. Равновесие однородной системы. Равновесие фаз.
10. Фазовые переходы. Правило фаз. Теплота фазового перехода. Формула Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы при неодинаковых давлениях фаз.
11. Свойства газов и паров. Реальные газы. Уравнение состояния реальных газов. Термодинамическое подобие. Смесь реальных газов.
12. Испарение и конденсация. Физические процессы при испарении. Свойства вещества в области критической точки.
13. Насыщенный пар. Влажный пар. Свойства газов. Свойства паров воды.
14. Течение газов и паров. Основное уравнение течения. Изоэнтропийное течение газов и паров в каналах. Влияние трения на течение.
15. Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. Дросселирование газов и паров. Дросселирование газа. Уравнение процесса дросселирования.
16. Эффект Джоуля-Томсона. Дросселирование ван-дер-ваальсова газа.
17. Кривая инверсии. Дросселирование, или мятие, водяного пара. Смешивание газов. Изменение энтропии идеальных газов при смешивании.
18. Классификация теплообменных аппаратов. Регенеративные и рекуперативные теплообменные аппараты.
19. Парогенераторы.
20. Теплогенераторы. Тепловой баланс и КПД.
21. Расход топлива. Парогенераторы, работающие на воде.
22. Топочные устройства.
23. Температурное поле.
24. Основной закон теплопроводности. Коэффициент теплопроводности.
25. Теплопроводность однослойной плоской стенки.
26. Теплопроводность стенки трубы.
27. Теплообмен теплоотдачей.
28. Теплопередача через плоскую стенку, через стенку трубы.
29. Топливо. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.
30. Газообразное топливо. Твердое топливо. Жидкое топливо.
31. Марки бензина. Марки дизельного топлива. Марки мазута. Другие виды топлива.
32. Расчет воздуха, необходимого для сжигания топлива и обмена продуктов сгорания.
33. Конвективный теплообмен. Теплообмен при кипении жидкости. Теплообмен при конденсации пара.
34. Лучистый теплообмен.

6 Методы контроля и оценивания знаний студентов

Контроль знаний в течение семестра осуществляется по результатам выполнения домашних работ, самостоятельных работ на практических занятиях и аудиторных контрольных работ. По результатам студент получает допуск к экзамену (4-й семестр).

6.1 Семестровый контроль осуществляется путем сдачи экзамена по материалу, пройденному в течение семестра.

На **экзамене** результирующая оценка выставляется по ответу на билет по четырех балльной системе (неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично).

Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов и задачи. Оценка **«отлично»** ставится при полном ответе на два вопроса и верном решении задачи. Оценка **«хорошо»** выставляется при неполном ответе на два вопроса и верном решении задачи. Оценку **«удовлетворительно»** получает студент при: 1) неполном ответе на два вопроса и неполном решении задачи; 2) неполном или неверном ответе на один из вопросов и неполном решении задачи; 3) неверных ответах на два вопроса и верном решении задачи; 4) верных ответах на два вопроса и неверном решении задачи. Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при неверных ответах на два вопроса и неверном решении задачи.

Оценки, которые выставляются на экзамене, корме знаний, умений и навыков студентов учитывают степень сформированности у последних общекультурных и профессионально направленных компетенций: ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-11, ОК-12; ОК-13, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-17, ПК-24.

Комплект экзаменационных билетов прилагается.

6.2 Оценивание аудиторных контрольных работ в виде разно уровневых заданий в форме открытого теста по определению степени сформированности компетенций проводится по пяти балльной системе (1, 2, 3, 4, 5). Вариант состоит из 9 разно уровневых задач, на решение которых отводится 90 минут. Каждые три задачи по одной теме имеют разные уровни сложности.

- компетенции не сформированы:

1) решение одной первой задачи максимум оценивается в 1 балл, который выставляется при правильном объяснении хода решения задачи и получении верного ответа;

2) решение двух первых задач максимум оценивается в 2 балла, которые выставляются при правильном объяснении хода решения задач и получении верных ответов;

- низкий уровень сформированности компетенций:

3) решение трех первых задач максимум оценивается в 3 балла, которые выставляются при правильном объяснении хода решения задач и получении верных ответов;

- средний уровень сформированности компетенций:

4) решение двух задач из каждого блока максимум оценивается в 4 балла, которые выставляются при правильном объяснении хода решения задач и получении верных ответов;

- высокий уровень сформированности компетенций:

5) решение всех задач максимум оценивается в 5 баллов, которые выставляются при правильном объяснении хода решения задач и получении верных ответов.

Контрольная работа считается решенной при получении 3-5 баллов, которые учитываются преподавателем на экзамене в случае спорной оценки.

Комплект вариантов контрольных работ в виде разно уровневых заданий в форме открытого теста по определению степени сформированности компетенций прилагается.

6.3 Оценивание самостоятельной работы студентов (курсантов) проводится с учетом посещаемости и выполнения всех видов индивидуальных заданий:

- подготовка рефератов, докладов, сообщений, эссе по изучаемому материалу и их презентация на лекциях, лекциях-конференциях, бинарных лекциях, а также на научно-практической конференции студентов ФГБОУ ВО «КГМТУ»;
- решение задач, в том числе самостоятельное решение задач в аудитории;
- восстановление конспекта лекции в случае ее пропуска.

6.4 Оценивание остаточных знаний по дисциплине «Физические основы производства теплоты» проводится по четырех балльной системе. **Контрольная работа в виде разно уровневых заданий в форме открытого теста по** проверке остаточных знаний и **выявлению степени сформированности компетенций** состоит из 5 задач, на решение которых отводится 90 минут.

Каждая верно решенная задача оценивается в 1 балл. Соответственно за две верно решенные задачи выставляется оценка «неудовлетворительно», за три – «удовлетворительно», за четыре – «хорошо», за пять – «отлично».

Комплект вариантов контрольных работ в форме открытого теста по проверке остаточных знаний и выявлению степени сформированности компетенций прилагается.

РАЗНО УРОВНЕВЫЕ ЗАДАНИЯ
В ФОРМЕ ОТКРЫТОГО ТЕСТА
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СТЕПЕНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

(18 блоков разно уровневых заданий по 3 задачи, которые выбираются преподавателем для составления вариантов контрольной работы в форме открытого теста для выполнения студентами в конце семестра)

Тема 1. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов

№ 1.

1.1.1. Воздух объемом 1,45 м^3, находящийся при температуре 20 °С и давлении 100 кПа, превратили в жидкое состояние. Какой объем займет жидкий воздух, если его плотность 861 кг/м^3? Молярная масса воздуха 0,029 кг/моль.

1.1.2. В баллоне находится газ при температуре 23°С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 70% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 5 °С?

1.1.3. Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250 °С, а объем уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

1.2.1. Баллон, какой вместимости, нужен для содержания в нем газа, взятого в количестве 50 моль, если при максимальной температуре 360 К давление не должно превышать 6 МПа?

1.2.2. В баллоне находится газ при температуре 15 °С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 35% его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 10 °С?

1.2.3. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля КамАЗ-5320 температура воздуха в начале такта сжатия была 50°С. Найти температуру воздуха в конце такта, если его объем уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз.

1.3.1. Каково давление сжатого воздуха, находящегося в баллоне вместимостью 20 л при 12 °С, если масса этого воздуха 2 кг? Молярная масса воздуха 0,029 кг/моль.

1.3.2. В начальном состоянии давление кислорода массой 320 г было 83 кПа. При увеличении температуры на 100 К объем кислорода возрос на 50 л и давление стало 99,6 кПа. Найти начальный объем и температуру газа.

1.3.3. При увеличении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза давление газа увеличилось на 25 %. Во сколько раз изменился объем?

№ 2.

2.1.1. При давлении 1,04 МПа объем воздуха в цилиндре под поршнем 5 л. Найти его объем при давлении 1 МПа.

2.1.2. Газ медленно сжимают от первоначального объема 6 л до объема 4 л. Давление при этом повысилось на $2\cdot10^5$ Па. Каким было первоначальное давление?

2.1.3. Цилиндрический сосуд заполнен газом при температуре t_1 =27°С и давлении P_0 = 100 кПа и разделен пополам подвижной перегородкой. Каково будет давление Р, если газ в одной половине нагреть до температуры t_2 = 57°С, а во второй половине температуру газа оставить без изменения?

2.2.1. Давление воздуха в камерах колес велосипеда при температуре 12°С равно $1{,}5\cdot10^5$ Па. Каким станет давление при 42°С?

2.2.2. Как изменится давление газа в цилиндре, если поршень медленно опустить на 1/3 высоты цилиндра?

2.2.3. Посередине закрытой с обоих концов горизонтальной трубки длиной L = 1 м находится в равновесии подвижная тонкая теплонепроницаемая перегородка. Слева от нее температура газа t_1 = 100°С, справа t_2 = 0°С. На каком расстоянии *x*, от левого конца трубки установится перегородка, если температура всего газа станет равной t_2 = 0 °С?

2.3.1. При давлении 1,04 МПа объем воздуха в цилиндре под поршнем 5 л. Найти его объем при давлении 1 МПа.

2.3.2. Газы, выходящие из топки в трубу, охлаждаются от 115° до 200°С. Во сколько раз уменьшается их объем?

2.3.3. Закрытый горизонтальный цилиндр разделен на две части подвижным поршнем. По одну сторону поршня в цилиндре имеется некоторое количество молей газа при температуре t_1 = – 73 °С, по другую сторону –

такое же количество молей этого газа при t_2 = +27°С. Поршень находится в равновесии. Определить объемы V_1 и V_2, занимаемые газом, если общий объем равен V = 500 см^3.

№ 3.

3.1.1. В координатах (*P*,*V*); (*P*,*T*); (*V*,*T*) представить изобарный процесс при давлениях $P_1 = P$ и $P_2 = 2P$.

3.1.2. В колбе находится смесь кислорода и водорода. Парциальное давление кислорода равно $7\cdot10^4$ Па, а водорода – $5\cdot10^4$ Па. Каково давление смеси?

3.1.3. В сосуде А емкостью 3 л находится газ под давлением 2 ат. В сосуде В емкостью 4 л находится тот же газ под давлением 1 ат. Температура в обоих сосудах одинакова. Под каким давлением будет находиться газ, если соединить сосуды А и В трубкой?

3.2.1. В координатах (*P*,*V*); (*P*,*T*); (*V*,*T*) представить изохорный процесс для объемов $V_1 = V$ и $V_2 = 2{,}5V$.

3.2.2. К сосуду, содержащему 5000 см^3 воздуха под давлением 120 кПа, присоединяют сосуд, не содержащий воздуха. Общее установившееся давление 90000 Па. Каков объем сосуда?

3.2.3. Два сосуда с объемами V_1 = 40 л и V_2 = 20 л содержат газ при одинаковой температуре, но разных давлениях. После соединения сосудов в них установилось давление P = 1 МПа. Каково было начальное давление P_1 в большем сосуде, если в меньшем оно было P_2 = 600 кПа? Температура не меняется.

3.3.1. В координатах (*P*,*V*); (*P*,*T*); (*V*,*T*) представить изотермический процесс при температурах $T_1 = T$ и $T_2 = 3T$.

3.3.2. Сосуд, содержащий 5 л воздуха под нормальным давлением, соединили с пустым сосудом вместимостью 4,5 л. Найти давление воздуха, установившееся в сосудах.

3.3.3. Два сосуда, наполненные воздухом под давлением $P_1 = 8\cdot10^5$ Па и $P_2 = 6\cdot10^5$ Па, имеют объем V_1 = 3 л и V_2 = 5 л соответственно. Сосуды соединяют трубкой, объемом которой можно пренебречь по сравнению с объемами сосудов. Найти установившееся давление в сосудах, если температура воздуха в них была одинакова и после установления равновесия не изменилась.

№4.

4.1.1. Определить плотность и удельный объем углекислоты CO_2 при давлении 9,81 *бар* и температуре 27°С, если газовая постоянная ее равна 189 кДж(кг·град).

4.1.2. **Роторный компрессор всасывает в** 1 *мин* **0,8** *м*^{3} **воздуха при давлении 0,98** *бар* **и температуре 12°С и подает его в резервуар емкостью 15** *м*^{3}**, поднимая давление в нем до 5** *кгс/см*^{2} **по манометру, причем температура воздуха в резервуаре повышается от 12° до 43°С. Определить количество поданного в резервуар воздуха, время работы компрессора и его часовую производительность в кубических метрах при нормальных условиях; до начала работы воздух в резервуаре имел параметры, одинаковые с параметрами наружного воздуха.**

4.1.3. **Баллон, содержащий в себе кислород при давлении 118** *ат* **по манометру и температур – 8°С, перенесен в помещение с температурой +28°С. Какое давление будет в баллоне, если газ нагреется до этой температуры? Атмосферное давление равно** 1 *кгс/см*^{2}.

4.2.1. **Определить массовый и объемный составы смеси водорода с азотом, если газовая постоянная ее равна** *R* = 922 Дж/(*кг*·град) **Давление смеси 720** *мм. рт. ст.* **Определить также парциальные давления компонентов.**

4.2.2**. Баллон емкостью 100 л заполнен окисью углерода под абсолютным**

давлением 50 *ат* и при температуре – 25°С. После внесения его в теплое помещение температура газа поднялась до + 20°С. Определить количество теплоты, приобретенное газом, и давление в баллоне после нагревания.

4.2.3. **Мольный состав продуктов сгорания 1 *кг* бензина в авиационном моторе следующий: CO_2 – 0,07125 моль, H_2O – 0,0725 моль, O_2 – 0,0215 моль, N_2 – 0,4883 моль температура этих газов на выхлопе равна 900°С. Определить процент тепловых потерь с уходящими газами; теплотворная способность бензина равна 43950 кДж/кг.**

Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики

№ 1.

1.1.1. В каком отношении следует смешать две массы воды, взятые при температурах 50° и 0°С, чтобы температура смеси была 20°С?

1.1.2. 6,5 г водорода, находящегося при температуре 27°С, расширяется вдвое при p = const за счет притока тепла извне. Найти: 1) работу расширения, 2) изменение внутренней энергий газа, 3) количество тепла, сообщенного газу.

1.1.3. 10,5 г азота изотермически расширяются при температуре 23°С от давления p_1 = 2,5 атм. до p_2= 1 атм. Найти работу, совершенную газом при расширении.

1.2.1. В ванну налито 80 л воды при температуре 10°С. Сколько литров воды при 100°С нужно прибавить в ванну, чтобы температура смеси была 25°С?

1.2.2. 2 кмоля углекислого газа нагреты при постоянном давлении на 50 К. Найти: 1) изменение его внутренней энергии, 2) работу расширения, 3) количество тепла, сообщенного газу.

1.2.3. При изотермическом расширении 10 г азота, находящегося при температуре 17°С, была совершена работа, равная 860 Дж. Во сколько раз изменилось давление азота при расширении?

1.3.1. Смешали 0,4 м^3 воды при 20°С и 0,1 м^3 воды при 70 °С. Какова температура смеси при тепловом равновесии? Плотность воды 1000 кг/м^3.

1.3.2. 1 кмоль многоатомного газа нагревается на 100 К в условиях свободного расширения. Найти: 1) количество тепла, сообщенного газу, 2) изменение его внутренней энергии, 3) работу расширения.

1.3.3. При изотермическом расширении 2 м^3 газа давление его меняется от p_1 = 5 атм. до p_2 = 4 атм. Найти совершенную при этом работу.

№ 2.

2.1.1. Какое количество частиц находится в 1 г парообразного йода, если степень диссоциации его равна 50%? Масса одного киломоля йода J_2 равна 0,254 кг/кмоль.

2.1.2. Найти молярную и удельную теплоемкости при постоянном объеме и давлении неона.

2.1.3. Найти удельные теплоемкости c_V и c_p некоторого газа, если известно, что масса одного моля этого газа равна μ = 0,030 кг/моль и отношение $C_З/C_M = 1{,}4$.

2.2.1. Какое количество частиц находится в 16 г наполовину диссоциированного кислорода?

2.2.2. Найти молярную и удельную теплоемкости при постоянном объеме и давлении окиси азота.

2.2.3. Для некоторого двухатомного газа удельная теплоемкость при постоянном давлении равна $14{,}7\cdot10^3$ Дж/кг·К. Чему равна масса одного моля этого газа?

2.3.1. Какое количество частиц находится в 2 г парообразного йода, если степень диссоциации его равна 50 %? Масса одного моля молекулярного йода I_2 равна 0,254 кг/моль.

2.3.2. Найти молярную и удельную теплоемкости при постоянном объеме и давлении паров ртути.

2.3.3. Найти для кислорода отношение удельной теплоемкости при постоянном давлении к удельной теплоемкости при постоянном объеме.

№ 3.

3.1.1. Найти прирост энтропии при превращении 1 г воды при 0^oC в пар при 100° С.

3.1.2. Найти изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема в 10 л при температуре 80°С к объему в 40 л при температуре 300°С.

3.1.3. 10 г кислорода нагреваются от $t_1 = 50^oC$ до $t_2 = 150^oC$. Найти изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорно и 2) изобарно.

3.2.1. Найти изменение энтропии при плавлении 1 кг льда, находящегося при 0°С.

3.2.2. Найти изменение энтропии при переходе 6 г водорода от объема в 20 л под давлением в 1,5 бар к объему в 60 л под давлением в 1 бар.

3.2.3. В результате нагревания 22 г азота его абсолютная температура увеличилась в 1,2 раза, а энтропия увеличилась на 4,19 Дж/К. При каких условиях производилось нагревание (при постоянном объеме или при постоянном давлении)?

3.3.1. Найти прирост энтропии при превращении 5 г воды при 0^oC в пар при 100° С.

3.3.2. 6,6 г водорода расширяются изобарно до удвоения объема. Найти изменение энтропии при этом расширении.

3.3.3. При нагревании 1000 молей двухатомного газа его абсолютная температура увеличивается в 1,5 раза. Найти изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорно и 2) изобарно.

№ 4.

4.1.1. Воздух в компрессоре сжимается по политропе n = 1,25 от 1 до 8 *ат,* начальная температура воздуха 27^oC. После сжатия воздух проходит через холодильник, охлаждаемый холодной водной $t = 10^oC$. Определить часовой расход циркуляционной воды в холодильнике, если она нагревается до 18^oC. Производительность компрессора 1000 $м^3/ч$ при нормальных физических условиях, а воздух охлаждается до 30^oC при постоянном давлении в холодильнике.

4.1.2. Газовая турбина работает на продуктах сгорания, имеющих при входе в нее температуру 800°С и давление 5 *ат:* расширение в турбине идет по политропе n = 1,3 до давления 1 *ат.* Определить температуру газов на выходе, изменение объема их в процессе и работу 1 *кг* продуктов сгорания при расширении их в турбине. R= 294 *кДж/(кг·град).*

4.1.3. 1 *кг* азота изотермно сжимается до $V_2=0{,}5V_1$, а затем изобарно расширяется до начального объема; начальное состояние определяется температурой 27°С и давлением 1 *бар.* Определить работы, изменения внутренней энергии и энтальпии, количества внешней теплоты обоих процессов и суммарное изменение этих величин. Представить эти процессы на pV-диаграмме. R = 297*Дж/(кг·град*), а c_p = 1,05 *кДж/(кг·град).*

4.2.1. Смесь из 4 *кг* кислорода и 6 *кг* азота адиабатно расширяется до $V_2 = 2V_1$. Начальные параметры смеси: давление 10 *бар,* температура 127°С. Определить V_1, V_2, P_2 и t_2, а также работу расширения и изменения внутренней энергии.

4.2.2. 4 *кг* азота политропно расширяются до $V_2 = 2V_1$, причем давление упало от 8 до 1 *бар.* Определить показатель политропы и изменение энтропии в процессе.

4.2.3. Начальное состояние 1 кмоль азота определяется температурой 10^oC. Как изменится энтропия газа, если его температура повысится на 100^oC в процессах: изохорном, изобарном и адиабатном?

№ 5.

5.1.1. Каков КПД идеальной паровой турбины, если пар поступает в турбину с температурой 480 °С, а оставляет ее при температуре 30 °С?

5.1.2. Газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника T_2 = 290 К и теплоотдатчика T_1 = 400 К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до T'_1 = 600 К?

5.1.3. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. При этом 80% тепла, получаемого от нагревателя, передается холодильнику. Количество тепла, получаемое от нагревателя, равно 6300 Дж. Найти работу, совершенную при полном цикле.

5.2.1. Температура воздуха «- 35°С», а температура воды в пруду подо льдом +1°С. Нельзя ли использовать эту разность температур для энергетических целей? Каков КПД тепловой машины при такой разности температур?

5.2.2. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 57% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру T_2 теплоприемника, если температура теплоотдатчика $T_1 = 430$ К.

5.2.3. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника $T_2 = 290$ К и теплоотдатчика $T_1 = 400$ К. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия η цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до $T'_1 = 600$ К?

5.3.1. Идеальный тепловой двигатель получает от нагревателя в каждую секунду 7,2 МДж теплоты и отдает в холодильник 6,4 МДж. Каков КПД двигателя?

5.3.2. Температура нагревателя 150 °С, а холодильника 20 °С. Какую работу совершит идеальный тепловой двигатель, если рабочее тело получит от нагревателя $1{,}0 \cdot 10^5$ кДж теплоты?

5.3.3. Температура нагревателя 350 °С, а холодильника 50 °С. Какую работу совершит идеальный тепловой двигатель, если рабочее тело получит от нагревателя $1{,}0 \cdot 10^5$ кДж теплоты?

Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы

№ 1.

1.1.1. Как изменяется температура плавления льда с изменением внешнего давления, если энтальпия плавления льда равна 79,7 кал·г$^{-1}$ при 0°С? При замерзании воды её плотность изменяется от 1 до 0,9168 г/см^3. Определите температуру плавления льда при давлении 500 ат.

1.1.2. Как изменяется температура кипения воды с изменением внешнего давления, если энтальпия испарения воды равна 539,7 кал·г$^{-1}$ при 100°С? При испарении воды её удельный объём изменяется от 1 см^3·г$^{-1}$ до 1651 см^3·г$^{-1}$. Определите температуру испарения воды при давлении 5 атм.

1.1.3. Плотность твёрдого фенола равна 1.072 г·см$^{-3}$, жидкого − 1.056 г·см$^{-3}$, теплота его плавления 1.044·105 Дж·кг$^{-1}$, нормальная температура замерзания 410°С. Вычислите температуру плавления фенола при давлении 500 атм.

№ 2.

2.2.1. Нормальная температура кипения гексана равна 690С, энтальпия испарения составляет 6,9 ккал·моль$^{-1}$. Вычислите давление насыщенного пара гексана при 600°С.

2.2.3. При каком давлении (в ат) температура замерзания воды понизится от 0°С до −10°С? Плотности жидкой воды и льда равны 1 г·см$^{-3}$ и 0,92 г·см$^{-3}$ соответственно. Теплота плавления льда при 0° равна 333,5 Дж·г$^{-1}$.

2.2.3. Найти зависимость от температуры теплоты фазового перехода жидкость-пар.

Тема 4. Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров

№ 1.

1.1.1. Влажный воздух с температурой $t_1 = 0$°С относительной влажностью $\varphi_1 = 95\%$ нагревается при постоянном давлении p = 2 бар до температуры $t_2 = 80$°С. Расход влажного воздуха G = 5 кг/с. Определить подводимую теплоту (Q, кДж/с) и относительную влажность нагретого воздуха (φ_2).

1.1.2. Воздух с параметрами $t_1 = 50$°С и $\varphi_1 = 80\%$ охлаждают при постоянном давлении p = 2 бар до температуры $t_2 = 10$°С. Температура t_2 меньше температуры точки росы ($t_2 < t_p$). Определить уменьшение влагосодержания воздуха (d_1-d_2) и температуру точки росы (t_p), а также отводимую теплоту в процессе охлаждения (q, кДж/кг с.в.).

Показать процесс охлаждения и изотерму t_p в h-d- диаграмме.

1.1.3. Пар с параметрами p_1 = 10 бар, t_1 = 200°С расширяется по адиабате (s = const) до давления p_2 = 1 бар. Рассчитать работу адиабатного процесса ω и ℓ .

№ 2.

2.1.1. Из сопла Лаваля вытекает водяной пар. Давление пара на входе в сопло p_1 = 40 бар, температура t_1 = 450°С. Давление на выходе из сопла p_2 = 1 бар. Расход пара G = 0,5т/ч. Потерями на трение пренебречь. Скорость на входе в сопло c_1 = 0. Принять $\beta_{кр} = \frac{p_{кр}}{p_1} = 0{,}55$. Определить скорость пара на выходе из сопла (c_2) и площадь выходного сечения (f_2, мм^2), скорость в минимальном сечении сопла ($c_{кр}$) и площадь минимального сечения (f_{min}, мм^2).

При решении задачи воспользоваться таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара.

2.2.1. Из суживающегося сопла вытекает газ (гелий $\mu_{He} = 4 кг/моль$), находящийся в резервуаре, давление и температура в котором постоянны и равны p_1 = 45 бар, t_1 = 70°С. Давление среды, в которую происходит истечение, $p_{ср}$ = 30 бар. Скорость на входе в сопло близка к 0°С. Определить скорость истечения газа (c_2), температуру газа на выходе из сопла (T_2,К) и расход газа (G,кг/с), если площадь выходного сечения сопла f = 20 мм^2.

Теплоемкость газа принять постоянной, потерями на трение пренебречь.

2.2.3. Водяной пар с давлением p_1 = 20 бар, и степенью сухости x_1 = 0,88 дросселируется до состояния сухого насыщенного пара (x_2 = 1). Определить давление пара (p_2) и уменьшение температуры при дросселировании (t_1-t_2), пользуясь таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара. Представить процесс дросселирования водяного пара в h-s- диаграмме.

Тема 5. Физические основы теплообмена. Теплопередача. Теплоотдача. Топливо

№ 1.

1.1.1. Определить потери теплоты излучением через открытое окно, расположенное в стенке печи, температура которой $t_{печ}$ = 900°С. Ширина окна l = 1,4 м, его высота H = 1,2 м. Толщина стенки δ = 0,46 м. Окно открывают на время τ = 720 с.

1.1.2. Определить коэффициент конвективного теплообмена и плотность теплового потока при движении воздуха со скоростью $W_в$ = 10 м/с при нормальных условиях и температуре $t_в$ = 400°С по каналу, имеющему поперечное сечение 1,5 × 1,5 м и температуру $t_{ст}$ = 800°С.

1.1.3. Определить потерю тепла через стенку из красного кирпича длиной l = 5 м, высотой h = 4 м и толщиной δ = 0,250 м, если температура на внутренней и наружной поверхностях стенки соответственно t_{c1} = 110 °С и t_{c2} = 40 °С. Коэффициент теплопроводности красного кирпича λ = 0,70 Вт/(м·°С).

№ 2.

2.1.1. Определить тепловую нагрузку и температуры t_1 и t_2 поверхности нагрева парового котла, если заданы следующие величины: $t_{ж1}$ = 1000 °С; $t_{ж2}$ = 150 °С; α_1 = 30 ккал/(м·ч·°С); α_2 = 5000 ккал/(м·ч·°С); λ = 50 ккал/(м·ч·°С) и толщина стенки δ = 10 мм.

2.1.2. Определить тепловой поток через кирпичную стенку толщиной 250 мм, покрытую слоем штукатурки толщиной 50 мм. Теплопроводность кирпича и штукатурки 0,93 и 0,093 Вт/(м·°С) соответственно. Температура воздуха внутри помещения и снаружи 18 и – 30°С соответственно. Коэффициент теплоотдачи стенки и штукатурки равен соответственно 8 и 17,5 Вт/(м^2·°С). Определить также температуру стенки с внутренней стороны.

2.1.3. Трубопровод диаметром 120 мм проложен в канале размером 400 × 400 мм. Определить потерю тепла излучением на 1 м трубопровода, если температура поверхности изоляции трубопровода 127 °С, температура внутренней поверхности кирпичной кладки канала 27 °С. Степени черноты поверхностей принять одинаковыми и равными 0,93.

Тема 6. Теплообменные аппараты

№ 1.

1.1.1. Для нагревания 100 г свинца от 15 до 35 ^{o}C надо сообщить телу 260 Дж теплоты. Определить его теплоемкость, молярную теплоемкость и удельную теплоемкость.

1.1.2. В калориметре смешиваются три химически не взаимодействующих жидкости в количествах m_1 = 1 кг, m_2 = 10 кг. m_3 = 5 кг, имеющих соответственно температуры t_1 = 6°C, t_2 = - 40 °C, t_3 = 60 °C и удельные теплоемкости c_1 = 2 кДж/кг К, c_2 = 4 кДж/кг К, c_3 = 2 кДж/кг К. Определить количество теплоты, необходимое для последующего нагревания смеси до t = 6 °C.

1.1.3. Латунный калориметр, имеющий массу $m_к$ = 0,2 кг, содержит m_1 = 0,4 кг анилина при температуре t_0 = 10 °C. В калориметр долили m_2 = 0,4 кг анилина, нагретого до температуры t = 31 °C. Определить удельную теплоемкость c_x анилина, если после перемешивания установилась температура θ = 20 °C. Удельная теплоемкость латуни c = 400 кДж/кг·К.

1.2.1. Какое количество теплоты потребляет в сутки жилой дом, если за это время в отопительную систему дома поступает 1600 м^3 воды три температуре 90°C, а уходит из дома при температуре 50°C?

1.2.2. Какова тепловая отдача кузнечного горна, если для нагревания 1 кг стали на 1400°C расходуется 0,8 кг условного топлива?

1.2.3. В калориметре смешиваются три химически не взаимодействующих жидкости в количествах m_1 = 1 кг, m_2 = 10 кг. m_3 = 5 кг, имеющих соответственно температуры t_1 = 6 °C, t_2 = - 40 °C, t_3 = 60 °C и удельные теплоемкости c_1 = 2 кДж/кг К, c_2 = *4* кДж/кг К, c_3 = 2 кДж/кг К. Определить температуру θ смеси.

№ 2.

2.1.1. Определить тепловые потери $Q_П$ нетеплоизолированного теплообменника, если длина его l = 1,5 м, наружный диаметр корпуса D = 0,4м, днище и крышка – плоские. Корпус омывается теплоносителей с температурой t = 95°C. Теплообменник находится в закрытом помещении, где температура $t_в$ = 25°C.

2.1.2. Определить конечные температуры теплоносителей и тепловой поток Q в противоточном аппарате с поверхностью теплообмена F = 300 м^2, если начальные температуры теплоносителей t_1' = 80°C и t_2' = 20°C, водяные эквиваленты W_1 = 4,65·10^5 и W_2 =13,95·10^5 Вт/град; коэффициент теплопередачи k = 3720 Вт/(м^2·град).

2.1.3. Определить поверхность нагрева прямоточного и противоточного воздухонагревателей, нагреваемых дымовыми газами, если температуры дымовых газов и воздуха на выходе и на входе соответственно равны $t_г'$ = 520°C до $t_г''$ = 330°C, а воды от $t_в'$ = 25^{0}C до $t_в''$ =255°C. Расход нагреваемого воздуха в теплообменнике G = 15,5·10^{3}кг/ч, его давление p = 0,9807 бар, коэффициент теплопередачи k=20,92 вт/(м^2·град).

№ 3.

3.1.1. Параметры пара перед турбиной: p_1 = 180 бар, t_1 = 550°C; давление отбора пара p_2 = 9 бар; давление пара в конденсаторе p_3 = 0,04 бар; расход пара, поступающего на турбину, G = 280 кг/с; расход пара, направляемого потребителю $G_{отб}$=160 кг/с; температура возвращаемого потребителем конденсата $t_к$ = 100°C при давлении p_2 = 9 бар. Определить значения энтальпий в узловых точках цикла; теоретическую мощность обратимого цикла (N_t, кВт); теплоту, переданную потребителю ($Q_{потр}$, кВт); подводимую теплоту в обратимом цикле (Q_1, кВт);

3.1.2. Определить потребную поверхность рекуперативного теплообменника, в котором вода нагревается горячими газами. Расход воды G = 9500 кг/час. Расчет произвести для прямоточной и противоточной схем. Если известны значения температур газа t'_1 =370°C, t''_1 = 160°C и воды t'_2 = 33°C, t''_2 = 120°C, коэффициент теплопередачи k = 15 Вт/(м^2·°C). Привести график изменения температур для обеих схем движения.

3.1.3. Какую минимальную тепловую мощность Q_{min}, кВт, должен иметь встроенный в цистерну подогреватель нефтепродукта, чтобы обеспечить среднюю температуру поверхности цистерны $t_{ст}$ = 52°C? Котел цистерны диаметром d = 2,8 м, имеющий расчетную площадь поверхности F = 110м^2 , расположен горизонтально и защищен от ветра. Температура воздуха $t_в$ = 15°C. Для определения среднего коэффициента теплоотдачи от поверхности цистерны воспользоваться критериальной формулой для расчета теплообмена около горизонтальной трубы в условиях естественной конвекции.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра математики, физики и информатики

Попова Т.Н., Уколов А.И.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ

Методические указания
по освоению дисциплины
(приложение 2 к рабочей программе дисциплины)
для студентов направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
профиль «Машины и аппараты пищевых производств»
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2017 г.

Оглавление

1 Общие сведения о дисциплине …….. **3**
1.1 Цели и задачи дисциплины ……..……..…… **3**
1.2 Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины ……..…… **3**
1.3 Тематический план дисциплины, распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий и самостоятельной работы ……..……...…… **5**

2 Общие рекомендации к аудиторным занятиям и самостоятельной работе ……...…. **6**
2.1 Учебные функции лекции……... **6**
2.2 Подготовка к лекции ……..… **6**
2.3 Подготовка к практическим занятиям ……..…….…... **6**
2.4 Цель самостоятельной работы ……..…… **6**
2.5 Основная задача организации самостоятельной работы ……..…….…… **7**
2.6 Виды деятельности при самостоятельной работе …….……..…… **7**
2.7 Виды самостоятельной работы студентов ……...……. **7**
2.8 Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы ……. **7**

3 Подготовка к контролю знаний по дисциплине ……...…….…… **8**

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины ……..……. **8**

5 Информационные ресурсы ……... **9**

1 Общие сведения о дисциплине

Дисциплина «Физические основы производства теплоты» входит в состав вариативной части обязательных дисциплин математического и естественнонаучного цикла ФГОС ВО (Б1.В.ОД.2), изучается в четвертом семестре. Для изучения дисциплины достаточно знаний физики и математики в объеме разделов дифференциального и интегрального исчисления курса вузовской математики и физики (первый, второй, третий семестры), введение в профессию (первый семестр). Дисциплина является необходимой для изучения курсов: «Энергосбережение в отрасли», «Теплотехника», «Ремонт и сервисное обслуживание оборудования», «Оборудование предприятий питания», «Технологическое оборудование отрасли», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Проектирование линий пищевых производств», а также для участия в НИР и выполнения выпускной квалификационной работы.

1.1 Цели и задачи дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины «Физические основы производства теплоты» для будущих бакалавров-инженеров является формирование у студентов глубоких и знаний в области физики тепловых процессов и производства теплоты для решения острых практических вопросов, связанных, прежде всего, с современным энергетическим оборудованием.

К другим важным **целям** изучения дисциплины следует отнести:

- раскрытие роли энергетического оборудования в технологических процессах;
- овладение студентами физической сущности процессов переноса теплоты;
- развитие навыков практического применения знаний для решения конкретных задач теплотехники в области конструирования теплотехнического оборудования, расчета и прогнозирования эксплуатационных характеристик;
- привитие умения и навыка грамотно и эффективно использовать как отдельные тепловые устройства, так и встроенные в различные технологические процессы;
- привитие навыков к научным исследованиям;
- воспитание у студентов аналитического технического мышления с приложением фундаментальных законов физики к объяснению принципа действия теплоэнергетических установок;
- формирование целостного (системного) представления о приобретаемой специальности.

Основная задача курса дисциплины «Физические основы производства теплоты» – дать необходимую теоретическую теплотехническую подготовку будущему квалифицированному инженеру-механику. В том числе:

- усвоить важнейшие физические основы производства теплоты;
- овладеть теоретическими основами технической эксплуатации оборудования по производству теплоты; выбора оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации;
- освоить теоретические и практические методы выбора и, при необходимости, разработки рациональных нормативов эксплуатации, технического обслуживания, а также разработки проектной и технологической документации для ремонта, модернизации и модификации технологического оборудования;
- обучить методам решения практических производственных задач;
- освоить программу курса и приобрести навыки самостоятельной работы, саморазвития и самопознания в дальнейшей жизнедеятельности;
- приобретение студентами компетенций, необходимых в последующей профессиональной деятельности.

1.2 Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций, предусмотренных ФГОС ВПО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (квалификация «бакалавр»):

Таблица 1– Компетенции, формирующиеся при изучении дисциплины

Шифр компетенции по ФГОС	Характеристика
Общекультурные компетенции (ОК)	

Шифр компетенции по ФГОС	Характеристика
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)	
ОПК-1	способность к приобретению с большой степенью самостоятельности новых знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК-1	способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные закономерности преобразования энергии в различных термодинамических процессах;
- рабочие процессы и эффективные показатели процессов в энергетических установках;
- теоретические основы: принципа действия основных конструктивных элементов энергетических установок, паровых котлов; назначение котельных и паропроизводящих установок; основы теории и материальный баланс процесса горения органического топлива; теплообмен в котлах и парогенераторах; циркуляции, парообразования;

уметь:

- самостоятельно решать практические задачи по курсу;
- использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;
- анализировать тепловые физические явления и выделять «управляющие» этими явлениями законы;
- рассчитывать и выбирать рациональные системы теплоснабжения, преобразования и использования энергии;
- использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения;
- применять современные физико-математические методы, используемые в инженерии, при моделировании задач в теплотехнике;
- пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности;
- самостоятельно приобретать новые знания с использованием современных образовательных и информационных технологий;

владеть:

- инженерной терминологией;
- основными способами и навыками решения практических задач;
- навыками выполнения термодинамических и тепломассообменных расчетов;
- средствами компьютерной графики (ввод, вывод, изображение, преобразование и редактирование графических объектов на ПЭВМ);
- навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения;
- основными приемами обработки экспериментальных данных;
- навыками самостоятельного и систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области методов и способов производства теплоты.

1.3 Тематический план дисциплины, распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий и самостоятельной работы

Наименования тем	Очная форма обучения								Заочная форма обучения							
	Общее количество часов	Количество зачетных единиц	Распределение часов по видам занятий						Общее количество часов	Количество зачетных единиц	Распределение часов по видам занятий					
			Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ	СР	Контроль			Ауд.	ЛК	ЛР	ПЗ	СР	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Раздел 1. Физические основы производства теплоты																
Тема 1. Основные понятия термодинамики. Первый закон термодинамики и его приложение к анализу термодинамических процессов. Круговые термодинамические процессы.	19	0,5	7	4	-	3	12	-	19	0,5	1,8	0,8	-	1	17,2	-
Тема 2. Второй закон термодинамики и его статистическое толкование. Третий закон термодинамики.	17	0,5	5	2	-	3	12	-	17	0,5	1,8	0,8	-	1	15,2	-
Тема 3. Условия термодинамического равновесия. Фазовые переходы	18	0,5	6	3	-	3	12	-	18	0,5	1,4	0,4	-	1	16,6	-
Тема 4. Физические свойства газов и паров. Дросселирование газов и паров	18	0,5	6	3	-	3	12	-	18	0,5	1,8	0,8	-	1	16,2	-
Тема 5. Физические основы теплообмена. Топливо. Конвективный и лучистый теплообмен.	18	0,5	7	4	-	3	11	-	18	0,5	1,8	0,8	-	1	16,2	-
Тема 6. Теплообменные аппараты	14	0,5	5	2	-	3	9	-	14	0,5	1,4	0,4	-	1	12,6	-
Форма контроля	**4**	**Зачет с оценкой**					**4**		**4**	**Зачет с оценкой**						**4**
Всего (часов/зач.ед.) по дисциплине	**108**	**3**	**36**	**18**		**18**	**72**		**108**	**3**	**10**	**4**		**6**	**94**	**4**

2 Общие рекомендации к аудиторным занятиям и самостоятельной работе

Обучение студентов дисциплине «Физические основы производства теплоты» предполагает изучение курса в аудитории (лекции и практические занятия) и при выполнении самостоятельной работы.

2.1 С целью обеспечения успешного обучения студент должен готовиться к лекции,

поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса и выполняет следующие **учебные функции**:

- знакомит с новым учебным материалом;
- разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;
- систематизирует учебный материал;
- ориентирует в учебном процессе.

2.2 Подготовка к лекции заключается в следующем:

- внимательно прочитать материал предыдущей лекции;
- узнать тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора и т.п.);
- ознакомиться с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- осознать место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;
- записать вопросы, которые возможно будут заданы лектору на лекции.

2.3 Подготовка к практическим занятиям состоит из таких видов самостоятельной работы:

- внимательно прочитать материал лекций, относящихся к предстоящему практическому занятию, по конспекту лекций, учебнику и учебным пособиям;
- выписать и выучить основные термины;
- знать ответы на вопросы для самоподготовки к занятию;
- на непонятные вопросы учебного материала получить ответ заранее (до посещения практического занятия) во время текущих консультаций преподавателя;
- готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;
- рабочая программа дисциплины в части целей, перечню знаний, умений, терминов и учебных вопросов может быть использована в качестве ориентира в организации самостоятельного изучения дисциплины.

2.4 Целью самостоятельной работы студентов является:

- научить студента самостоятельной учебно-познавательной деятельности: работать с учебным материалом, научной информацией и другими источниками знаний, что формирует навыки самоорганизации, самовоспитания, самопознания и непрерывного повышения своей квалификации;
- закрепление, расширение и углубление знаний, умений и навыков, полученных студентами на аудиторных занятиях под руководством преподавателей;
- изучение студентами дополнительных материалов по изучаемой дисциплине и умение выбирать необходимый материал из различных источников;
- воспитание у студентов самостоятельности, организованности, самодисциплины, творческой активности, потребности саморазвития и стремления в достижении поставленных целей.

Предлагаемый подход к освоению материала усиливает мотивацию к аудиторной и самостоятельной учебно-познавательной деятельности студентов, что обеспечивает достижение ими необходимого уровня знаний по изучаемой дисциплине и позволяет повысить их готовность к контролю знаний (зачету или экзамену).

2.5 Основная задача организации самостоятельной работы заключается в создании психолого-педагогических и дидактических условий развития интеллектуальной инициативы и мышления студентов на занятиях любой формы.

Разнообразные формы самостоятельной работы студентов включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов – законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант-плюс», «Гарант»,

компьютерной сети «Интернет»;

- ❖ изучение учебно-методической, научной и научно-популярной литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных источников официальной, статистической, периодической и научной информации;
- ❖ подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- ❖ участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

На интенсивность самостоятельной работы оказывает влияние содержание образовательных программ, разработанных в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

2.6 Самостоятельная работа включает следующие виды деятельности:

- изучение лекционного материала, а также по учебникам программного материала, не изложенного на лекциях;
- подготовку практическим занятиям;
- подготовку докладов, статей, рефератов;
- выполнение учебных заданий кафедр (расчетные и расчетно-графические работы, презентаций);
- рецензирование/оппонирование тезисов/статей и др.

Самостоятельная работа реализуется непосредственно**:**

- ❖ в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях;
- ❖ в контакте с преподавателем – на консультациях по учебным вопросам, в ходе выполнения творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- ❖ в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при подготовке к лекциям, практическим занятиям, различным формам контроля, а также в ходе выполнения студентом учебных и творческих задач.

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебно-методической, научной литературой, имеющейся в библиотеке, получить в библиотеке рекомендованные учебники и пособия, завести новую тетрадь для конспектирования лекций и работы с первоисточниками.

2.7 В учебном процессе выделяют **два вида самостоятельной работы**:

- аудиторная;
- внеаудиторная)

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно рабочей программ учебной дисциплины.

2.8 Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, пособия, дополнительной литературы и т.п.), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочными пособиями, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и «Интернета» и др.;
- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, пособия, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление

таблиц для систематизации и обобщения учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на конференции, подготовка реферата, составление библиографии, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение графических работ, решение ситуативных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

3 Подготовка к контролю знаний по дисциплине

К экзамену (зачету) необходимо готовиться целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней изучения дисциплины. С этой целью в самом начале учебного курса необходимо познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний, умений и навыков, которыми студент должен овладеть в процессе изучения дисциплины;
- тематическими планами лекций, практических занятий;
- контрольными мероприятиями;
- учебником, учебными пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами;
- перечнем вопросов, выносимых на семестровый контроль.

После этого у студентов должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний, умений и навыков, которыми надо будет овладеть в ходе изучения дисциплины. Систематическая учебно-познавательная деятельность на лекциях и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для контроля знаний студентов (экзамена или зачета.

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

6. Физические основы производства теплоты / Конспект лекций для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения / Т.Н. Попова, А.И. Уколов. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ». – 2016. – 146 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».
7. Физические основы производства теплоты / Практикум по решению задач на практических занятиях, самостоятельной работе и выполнению контрольной работы для студентов направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» очной и заочной форм обучения / Т.Н. Попова, А.И. Уколов. – Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ». – 2016. – 78 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».
8. Попова Т.Н. Физические основы производства теплоты: задачник для выполнения контрол. работы для студентов направления подгот. 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» заоч. формы обучения / сост.: Т.Н. Попова, А.И. Уколов; ФГБОУ ВО «КГМТУ». — Керчь, 2016. — 28 с. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http:// www.kgmtu.ru/ – Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Дополнительная литература:

9. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Теплотехника. – 2-е изд., стер. – СПб: Лань, 2016. – 208 с.
10. Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е.. Феоктистов Д.В., Шабунина О.С. Примеры и задачи по тепломассообмену. – 2-е изд. – СПб: Лань, 2014. – 256 с.

13 Информационные ресурсы

7. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»: [Электронный ресурс] - Режим

доступа: http://lib.kgmtu.ru/.

8. http://ru.wikipedia.org/wiki/ - Википедия – свободная энциклопедия.
9. http://lib.mexmat.ru/ - Электронная библиотека мехмата МГУ.
10. http://www.edu.ru/ - Российское образование: федеральный образовательный портал.
11. http://studentam.net/ - Электронная библиотека учебников.
12. http://elibrary.ru/ - Научно-электронная библиотека eLibrary.ru.

Попова Татьяна Николаевна
Уколов Алексей Иванович

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОТЫ

Методические указания
по освоению дисциплины
(приложение 2 к рабочей программе дисциплины)
для студентов направления подготовки
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
профиль «Машины и аппараты пищевых производств»
очной и заочной форм обучения

Тираж 330. Подписано к печати _____ 2016 г.
Заказ № _____. Объем 0,49 п.л.
Изд-во ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309, г. Керчь – 9, ул. Орджоникидзе, 82.