

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(АНО ВО «КИТ Университет»)

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор АНО ВО «КИТ Университет»

_____ д.т.н., профессор В.А. Никулин

_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины «Теплофизика»

Направление подготовки: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки: «Защита в чрезвычайных ситуациях»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Ижевск 2022

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплофизика»

Цель преподавания дисциплины – теоретически и практически подготовить будущих специалистов методам получения, преобразования, передачи и использования теплоты, выбирать и эксплуатировать необходимое оборудование отраслей промышленности. При этом необходимо особое внимание уделить максимальной экономии теплоэнергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов, выявлению и использованию вторичных энергоресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

Задачи дисциплины:

- изучить и усвоить физические основы преобразования различных видов энергии в тепловую, а так же методы непосредственного использования тепловой энергии в технологических процессах;
- освоить современные инженерные методы расчета устройств и установок технологических процессов предприятий;
- получить знания по устройству, принципам действия и применению современного оборудования для производства продукции различного назначения, использования различных видов энергии в технологических процессах, принципам управления, автоматизации и правилам эксплуатации оборудования;
- приобрести навыки постановки и решения инженерных задач в области использования тепловой энергии в технологических процессах, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, освоение методики эксплуатации оборудования предприятий различного назначения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Областями профессиональной деятельности бакалавра по направлению «Техносферная безопасность» являются: обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Бакалавр по направлению «Техносферная безопасность» подготовлен к решению следующих профессиональных задач:

- осуществлять контроль за соблюдением законодательных и иных нормативных правовых актов по охране труда работниками предприятия;
- совершенствовать профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма, профессиональных и производственно обусловленных заболеваний и улучшению условий труда;
- осуществлять планирование пожарно-профилактической работы на предприятии;
- анализировать состояние пожарной безопасности объектов, технологических процессов, технологического оборудования, продукции и материально-технических ресурсов предприятия;
- разрабатывать мероприятия, направленные на усиление противопожарной защиты и предупреждения пожаров;
- заниматься исследовательской, проектной, организационно-управленческой, производственно-технологической деятельностью в сфере систем защиты человека и территорий, обеспечения устойчивости объектов народного

хозяйства в ЧС и ликвидации техногенных аварий и стихийных бедствий, а также методов и средств защиты человека, объектов экономики и среды обитания от опасностей и вредного воздействия последствий ЧС;

- осуществлять контроль за соблюдением на предприятии действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды.

Область профессиональной деятельности бакалавров включает в себя: обеспечение безопасности человека в современном мире, формирование комфортной для жизни и деятельности человека техносферы, минимизацию техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических средств, методов контроля и прогнозирования.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

- человек и опасности, связанные с человеческой деятельностью;
- опасности среды обитания, связанные с деятельностью человека;
- опасности среды обитания, связанные с опасными природными явлениями;
- опасные технологические процессы и производства;
- методы и средства оценки опасностей, риска;
- методы и средства защиты человека и среды обитания от опасностей;
- правила нормирования опасностей и антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- методы, средства спасения человека.

Бакалавр по направлению подготовки «Техносферная безопасность» готовится к следующим видам профессиональной деятельности: производственно-технологическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская; проектная; маркетинговая. Конкретные действия и различные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются высшим учебным заведением совместно с обучающимися, научно-педагогическими работниками высшего учебного заведения и объединениями работодателей.

Для успешного осуществления профессиональной деятельности в данной области необходимо обладать навыками высокоэффективного использования технических средств, методов контроля и прогнозирования, быть способным работать в конкурентоспособной среде на рынке труда и решать профессиональные задачи для достижения финансовой устойчивости и стратегической эффективности деятельности объекта техносферы на разных этапах его жизненного цикла.

Выпускники данного направления подготовлены к следующим видам профессиональной деятельности:

экспертной, надзорной и инспекционно-аудиторской: контроль промышленной безопасности опасных производственных процессов; надзор за промышленной безопасностью, аудит безопасности опасных технологий и производств; расследование промышленных аварий;

научно-исследовательской: анализ и оценка техногенных рисков опасных технологий и производств, исследование новых методов диагностики состояния безопасности и снижения риска опасных производств;

проектно-конструкторской: разработка деклараций промышленной безопасности, проектов систем контроля и диагностики безопасности опасных технических объектов, специальных систем обеспечения техногенной безопасности;

организационно-управленческой: создание системы обеспечения промышленной безопасности и управление ее функционированием;

сервисно-эксплуатационной: использование специальных систем и устройств диагностики и обеспечения безопасности технических объектов.

В результате обучения студент:

приобретает умения, необходимые для обеспечения промышленной безопасности технических объектов и производственных процессов;

способен обеспечивать безопасность человека в современном мире;

знает, как сформировать комфортную для жизни и деятельности человека техносферу;

способен минимизировать техногенное воздействие на природную среду;

обладает навыками в области сохранения жизни и здоровья человека за счет использования технических средств, методов контроля и прогнозирования.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ТЕПЛОФИЗИКА»

Дисциплина «Теплофизика» включена в цикл Б.3 Профессиональный цикл.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины.

Для изучения дисциплины «Теплофизика» необходимы следующие знания, умения и навыки:

Знать:

- основные понятия, термины и определения, используемые в теории теплообмена, строительной и горной теплофизике; методы оценки и повышения теплотехнической надежности зданий и сооружений; основные теплофизические свойства и характеристики материалов; характер воздействия тепловых факторов на человека и технические системы, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

Уметь:

- использовать: основные математические модели теории теплообмена для формализации задач обеспечения и управления безопасностью технологических процессов и производств;

справочный материал для определения типа математической модели и класса методов ее исследования; идентифицировать основные опасности, возникающие при эксплуатации теплотехнических систем и оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности.

Владеть:

– способностью проводить расчеты теплофизических характеристик процессов, протекающих в конкретных технических устройствах, по существующим методикам с использованием справочной литературы;

– готовностью к участию в проведении теплофизического эксперимента и в обработке опытных данных;

– способностью проектировать узлы экспериментальных установок для изучения теплофизических свойств веществ и характеристик процессов тепло- и массообмена с использованием информационных технологий;

– готовностью к участию в разработках проектов аппаратов новой техники и в модернизации стандартного теплообменного оборудования;

- готовностью к выполнению монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию; экспериментальных установок и аппаратов новой техники и проведению градуировок датчиков для измерений теплофизических параметров;
- способностью проводить выбор приборов и оборудования для замены в процессе эксплуатации экспериментальных установок и при модернизации стандартных теплообменных систем.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины (модуля) Теплофизика

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
БЗ.Б.4	Б2.Б.1 Математика Б2.Б.5 Экология Б2.Б.3 Физика Б2.Б.2 Информатика Б3.В.2 Материаловедение и технология конструкционных материалов.	Б3.Б.2 Механика, Б3.Б.5 Электротехника и электроника Б3.Б.6 Метрология, стандартизация и сертификация Б3.Б.9 Безопасность жизнедеятельности

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Теплофизика»

3.1 Перечень общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-6	способностью организовать свою работу ради достижения поставленных целей; готовность к использованию инновационных идей	закономерности повышения квалификации и самостоятельной работы	анализировать взаимосвязи теплотехнические явления и процессы	во методологией самостоятельной работы
ПК-5				

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Теплофизика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Семестр	Всего часов	Аудиторных	Самост. работа	Лекций	Лабораторных	Практических	Контроль
5	108	69	39	16	12	14	Экзамен 27

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семес	Недели	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)	Форма: -текущего контроля
-------	-------	--------	--	---	---------------------------

				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
1	5	1-4	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	38	8	6	6		18	Тест
2	5	5-9	Модуль 2. Теплопроводность, тепло- и массообмен	38	10	4	6		18	Тест
3	5	10-14	Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	32	10	4	-		18	Тест
Итого				108	28	14	12		54	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОК-6	ОК-8	ОК-10	ПК-3	ПК-4	ПК-14	ПК-17	общее количество компетенций
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	8								
1.1. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Математическая запись первого закона термодинамики. Физический смысл.	2	+	+	+	+				4
1.2. Второй закон термодинамики. Энтропия. Физический и статистический смысл.	1	+	+	+	+				4
1.3. Термодинамический анализ прямого и обратного циклов Карно.	1	+	+	+	+				4
1.4. Третий закон термодинамики.	1	+	+	+	+				4
1.5. Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	1	+	+	+	+				4
1.6. Методы термодинамики. Исследование и оценка энергетических превращений.	1	+	+	+	+				4
1.7. Реальные газы и пары. Термодинамическое уравнение состояния. Теплофизические свойства газов и жидкостей. Термодинамические коэффициенты	1	+	+	+	+				4
Модуль 2. Теплопроводность, тепло- и массообмен	10								
2.1. Стационарная теплопроводность.	1	+	+	+	+				4
2.2. Нестационарная теплопроводность.	1	+	+	+	+				4
2.3. Методы решения задач	1	+	+	+	+				4

теплопроводности.									
2.4. Теплообмен излучением и теплопроводностью.	1	+	+	+	+				4
2.5. Тепло- и массообмен при фазовых и химических превращениях.	1	+	+	+	+				4
2.6. Конвективный теплообмен в ламинарном и турбулентном потоках в однородных и неоднородных средах.	2	+	+	+	+				4
2.7. Аналитические и графоаналитические методы расчета массообмена.	1	+	+	+	+				4
2.8. Гидродинамические закономерности теплообмена при конденсации и кипении.	1	+	+	+	+				4
2.9. Теплопередача и массообмен в теплообменниках и тепловых трубах.	1	+	+	+	+				4
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	10								
3.1. Методы расчета процессов тепло- и массообмена применительно к различным техническим приложениям.	2	+	+	+	+	+	+	+	7
3.2. Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	2	+	+	+	+	+	+	+	7
3.3. Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	2	+	+	+	+	+	+	+	7
3.4. Измерение состава и свойства веществ. Системы промышленного и теплотехнического контроля.	2	+	+	+	+	+	+	+	7
3.5. Устройства для защиты конструкций от высокой температуры.	2	+	+	+	+	+	+	+	7
Итого	28								

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике		
		Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Математическая запись первого закона термодинамики. Физический смысл. Второй закон термодинамики. Энтропия. Физический и статистический смысл. Термодинамический анализ прямого и обратного циклов Карно. Третий закон термодинамики. Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики. Методы термодинамики. Исследование и оценка энергетических превращений. Реальные газы и пары. Термодинамическое уравнение состояния. Теплофизические свойства газов и жидкостей. Термодинамические коэффициенты.
Модуль 2. Теплопроводность, тепло- и массообмен		
		Стационарная теплопроводность. Нестационарная теплопроводность. Методы решения задач теплопроводности. Теплообмен излучением и теплопроводностью. Тепло- и массообмен при фазовых и химических превращениях. Конвективный теплообмен в ламинарном и турбулентном потоках в однородных и неоднородных средах. Аналитические и графоаналитические методы расчета массообмена. Гидродинамические закономерности теплообмена при конденсации и кипении. Теплопередача и массообмен в теплообменниках и тепловых трубах.
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль		
		Методы расчета процессов тепло- и массообмена применительно к различным техническим приложениям. Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры. Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.

	Измерение состава и свойства веществ. Системы промышленного и теплотехнического контроля. Устройства для защиты конструкций от высокой температуры.
--	---

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике		6
	1	Определение теплоемкости воздуха.	2
	2	Определение параметров влажного воздуха.	2
	3	Изучение процесса парообразования	2
2	Модуль 2. Теплопроводность, тепло- и массообмен		6
	4	Определение коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободной конвекции.	2
	5	Определение коэффициента теплопроводности методом цилиндра	2
	6	Определение параметров отопительно-вентиляционного аппарата	2
	Итого		12

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 1. Техническая термодинамика.		6
	1	Решение задач с применением первого закона термодинамики	2
	2	Решение задач с применением второго закона термодинамики	2
	3	Решение задач с использованием диаграмм	2
2	Модуль 2. Основы теории тепломассообмена.		4
	4	Расчет эквивалентного коэффициента теплопроводности при теплопередаче в ограниченном пространстве	2
	5	Расчет теплообменного аппарата	2
3	Модуль 3. Применение теплоты на предприятиях.		4
	6	Расчет соответствия потребных и установленных тепловых мощностей.	2
	7	Расчет теплоаккумулирующих установок.	2
	Итого		14

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

Тема	Вид работ	Час	Вид контроля
1.1. Первый закон термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Математическая запись первого закона термодинамики. Физический смысл.	Подготовка к лекции	1	Тест
1.2. Второй закон термодинамики. Энтропия. Физический и статистический смысл. 1.3. Термодинамический анализ прямого и обратного циклов Карно.	Подготовка к лекции	1	Тест

1.4. Третий закон термодинамики. 1.5. Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	Подготовка лекции к Подготовка практическим занятиям к	1 3	Тест Проверка расчетов
1.6. Методы термодинамики. Исследование и оценка энергетических превращений. 1.7. Реальные газы и пары. Термодинамическое уравнение состояния. Теплофизические свойства газов и жидкостей. Термодинамические коэффициенты.	Подготовка лекции к Подготовка лабораторной работе к Подготовка практическим занятиям к	1 3 3	Тест Защита л/р Проверка расчетов
2.1. Стационарная теплопроводность. 2.2. Нестационарная теплопроводность.	Подготовка к лекции к Подготовка к практическим занятиям к	1 3	Тест Проверка расчетов
2.3. Методы решения задач теплопроводности. 2.4. Теплообмен излучением и теплопроводностью.	Подготовка лабораторной работе к Подготовка к лекции к	3 1	Защита л/р Тест
2.5. Тепло- и массообмен при фазовых и химических превращениях.	Подготовка лабораторной работе к Подготовка лекции к	3 1	Защита л/р Тест
2.6. Конвективный теплообмен в ламинарном и турбулентном потоках в однородных и неоднородных средах.	Подготовка лабораторной работе к Подготовка лекции к	3 1	Защита л/р Тест
2.7. Аналитические и графоаналитические методы расчета массообмена. 2.8. Гидродинамические закономерности теплообмена при конденсации и кипении.	Подготовка лабораторной работе к Подготовка лекции к Подготовка практическим занятиям к	3 1 3	Защита л/р Тест Проверка расчетов
2.9. Теплопередача и массообмен в теплообменниках и тепловых трубах.	Подготовка лекции к Подготовка лабораторной работе к Подготовка практическим занятиям к	1 3 3	Тест Защита л/р Проверка расчетов
3.1. Методы расчета процессов тепло- и массообмена применительно к различным техническим приложениям.	Подготовка лекции к Подготовка практическим занятиям к	1 3	Тест Проверка расчетов

	занятиям			
3.2. Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	Подготовка лекции	к	1 3	Тест Проверка расчетов
	Подготовка практическим занятиям	к		
3.3. Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	Подготовка лекции	к	1	Тест
3.4. Измерение состава и свойства веществ. Системы промышленного и теплотехнического контроля.	Подготовка лекции	к	1	Тест
3.5. Устройства для защиты конструкций от высокой температуры.	Подготовка лекции	к	1	Тест
Итого:			54	

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Лекция с использованием кооперативного обучения	2
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	14
	ПР	Решение ситуационных задач	14
			30

Интерактивные методы могут применяться при организации преподавателем следующей работы со студентами:

- организация тематических занятий (семинаров),
- организация временных творческих коллективов при работе над учебным проектом,
- формирование портфолио студента,
- организация дискуссий и обсуждений спорных вопросов, возникших в коллективе,
- для создания образовательных ресурсов.

Для решения учебных задач могут быть использованы следующие интерактивные формы:

1. Интерактивная экскурсия.
2. Использование кейс-технологий.
3. Проведение видеоконференций.
4. Круглый стол.
5. Мозговой штурм.
6. Дебаты.
7. Фокус-группа.
8. Деловые и ролевые игры.
9. Case-study (анализ конкретных, практических ситуаций).
10. Учебные групповые дискуссии.
11. Тренинги.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Контроль знаний студентов по дисциплине «Теплофизика» проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий, промежуточный и итоговый контроль (зачет).

Методы контроля:

- тестовая форма контроля;
- устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме;
- решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике;
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - тестирование.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, ТАт, ПрАт)	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Оценочные средства	
				Форма	Кол-во вопросов в задании
1.	3	ВК, ТАт	Модуль 1.	Входной контроль Текущий контроль Тестирование по итогам модуля	22 вопроса 82 вопроса 10 заданий
2.	3	ТАт, ПРАТ	Модуль 2.	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля	75 вопросов 10 заданий
3.	3	ТАт, ПРАТ	Модуль 3.	Текущий контроль Тестирование по итогам модуля.	27 вопросов 10 заданий

Примеры оценочных средств*:

а) для входного контроля (ВК):

1. Как осуществляется дифференцирование сложных функций?
2. Что такое частная производная, полная производная функции?
3. Что такое вторая смешанная производная функции?
4. Как определяются удельные характеристики?
5. Что такое энергия?
6. Пути передачи энергии.
7. Что такое идеальный газ?
8. Что такое молекулярная масса?
9. Какие параметры характеризуют состояние системы?
10. Что такое давление?
11. Как определяется абсолютное давление системы?
12. Какие линии называются изотермами, изобарами, изохорами?

13. Что такое внутренняя энергия системы?
14. Как определяется внутренняя энергия в молекулярно-кинетической теории?
15. Как определить работу, совершенную системой?
16. Как связаны между собой температура, давление и объем?
17. Что такое универсальная газовая постоянная?
18. Закон Авогадро.
19. Что такое теплота плавления, теплота парообразования?
20. Как определить количество теплоты, необходимое для нагрева тела массой m ?
21. Какие реакции называются экзотермическими?
22. Какие реакции называются эндотермическими?

б) для текущей успеваемости (ТАт):

Модуль 1

Основные понятия и определения. Предмет и метод термодинамики.

1. Какие величины называют термодинамическими параметрами?
2. Напишите размерности основных параметров.
3. Определите удельный объем и плотность газа.
4. Что называется абсолютной температурой?
5. Что называется термодинамической системой?
6. Дать определение гомогенной и гетерогенной систем.
7. Что такое термодинамические процессы и как они протекают?
8. Дать определение кругового процесса.
9. Что такое термодинамическое равновесие?
10. Что такое идеальный газ?
11. Что называется уравнением состояния?
12. На каких законах основан вывод уравнения Клапейрона-Менделеева?
13. Размерность газовой постоянной и ее физический смысл?
14. Дать определение универсальной газовой постоянной.
15. Что такое газовая смесь?
16. Что называется парциальным давлением?
17. Дать формулировку закона Дальтона.
18. Как определяется удельная газовая постоянная смеси?
19. Как определяется средняя молярная масса смеси?

Первый закон термодинамики. Энтальпия.

1. Что понимается под внутренней энергией газа?
2. Чему равно изменение внутренней энергии в термодинамических процессах?
3. Вывод уравнения работы в произвольном процессе?
4. Формулировка первого закона термодинамики?
5. Аналитическое выражение первого закона термодинамики?
6. Теплота и работа термодинамического процесса.
7. Дать определение энтальпии.
8. Запись первого закона термодинамики с использованием энтальпии.
9. Дать определение удельной теплоемкости.
10. Определение объемной и молярной теплоемкостей.
11. Определение изобарной и изохорной теплоемкостей.
12. Вывод уравнения Майера.
13. Объяснить смысл всех величин, входящих в уравнение Майера.

Энтропия. Второй закон термодинамики. Энтропия.

1. Дать определение энтропии.
2. Физический смысл энтропии.
3. Как изменяется энтропия изолированных систем?

4. Основные формулировки второго закона термодинамики.
5. Статистическая формулировка второго закона термодинамики.
6. Что такое эксергия?
7. Дать выражение эксергического КПД.
8. Основное уравнение термодинамики.
9. Вычисление энтропии.
10. Для чего используется тепловая T-s диаграмма?

4. Политропные процессы.

1. Как графически изображаются на p-v диаграмме изохора, изобара, изотерма и адиабата?
2. Написать уравнения основных процессов.
3. Написать формулы располагаемой работы для каждого процесса.
4. Чему равно изменение теплоты для каждого процесса.
5. Объясните физический смысл показателя адиабаты.
6. Какой процесс называется политропным?
7. Как вычисляют теплоемкость политропного процесса?
8. Каковы значения показателя политропы для остальных процессов?
9. По каким уравнениям вычисляется изменение энтропии в изохорном, изобарном, изотермическом, адиабатном и политропном процессах?

5. Циклы компрессора.

1. Что называется круговым процессом (циклом)?
2. Какие бывают циклы?
3. Что называется термическим КПД?
4. Описать обратимый цикл Карно.
5. Вывод выражения термического КПД цикла Карно.
6. Обратимый цикл Карно.
7. Что такое холодильный коэффициент и как он определяется?
8. Сущность теоремы Карно.

6. Реальные газы. Уравнение состояния.

1. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
2. Что положено в основу вывода уравнения Ван-дер-Ваальса?
3. Проведите исследование уравнения Ван-дер-Ваальса.
4. Что называется кипением, парообразованием и испарением?
5. Какой пар называют влажным насыщенным, сухим насыщенным, перегретым?
6. Что такое степень сухости?
7. Изобразить p-v диаграмму водяного пара.
8. Какие точки располагаются на пограничных кривых жидкости и пара?
9. Что такое теплота парообразования?
10. Как вычисляю энтальпию и внутреннюю энергию влажного (сухого, перегретого) пара?
11. Энтропия воды, влажного, сухого и перегретого пара.
12. T-s диаграмма водяного пара.
13. i-s диаграмма водяного пара.
15. Цикл Ренкина для водяного пара.
16. Что называется влажным воздухом?
17. Что называется насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?
18. Что называется абсолютной влажностью?
19. Что называется относительной влажностью воздуха?
20. Что называется температурой точки росы?
21. Как определяется удельная энтальпия влажного воздуха?

22. Описать $i-d$ диаграмму влажного воздуха.

23. Как изображаются основные процессы влажного воздуха на $i-d$ диаграмме?

Модуль 2.

7. Теплообмен. Способы передачи теплоты.

1. Виды теплообмена.
2. Механизм передачи теплоты теплопроводностью.
3. Механизм передачи теплоты конвекцией.
4. Механизм передачи теплоты излучением.
5. Что называется температурным полем?
6. Что называется изотермической поверхностью?
7. Что называется градиентом температуры?
8. Что такое тепловой поток?
9. Что такое плотность теплового потока?

8. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности.

3. Что называется теплопроводностью?
4. Закон Фурье.
5. Физический смысл коэффициента теплопроводности.
6. Зависимость коэффициента теплопроводности газов от температуры, давления.
7. Зависимость коэффициента теплопроводности жидкостей от температуры.
8. Зависимость коэффициента теплопроводности твердых тел от температуры.
9. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности.
10. Уравнение Фурье для трехмерного температурного поля.
11. Физический смысл коэффициента температуропроводности.

9. Теплопроводность тел разной формы.

1. Граничные условия.
2. Теплопроводность плоской стенки при стационарном режиме.
3. Теплопроводность плоской многослойной стенки.
4. Теплопроводность цилиндрической стенки.
5. Теплопроводность шара.
6. Коэффициент теплопередачи.
7. Термическое сопротивление.

10. Конвективный теплообмен. Основы теории подобия.

1. Что называется конвективным теплообменом?
2. Какие различают виды конвекции?
3. Виды движения жидкости и их различие.
4. Число Рейнольдса и его применение.
5. Уравнение Ньютона-Рихмана для теплообмена.
6. Определение коэффициента теплоотдачи.
7. Написать систему дифференциальных уравнений для конвективного теплообмена.
8. Что называют условиями однозначности?
9. Какие условия лежат в основе теории подобия?
10. Три теоремы подобия.
11. Какое уравнение называют уравнением подобия?
12. Числа теплового подобия.
13. Уравнения подобия конвективного теплообмена.

11. Теплообмен излучением.

1. Природа энергии излучения.
2. Что называется коэффициентом поглощения, отражения и пропускания?
3. Закон Планка и его графическое изображение.

4. Закон Стефана-Больцмана.
5. Коэффициент излучения абсолютно черного тела.
6. Закон Кирхгофа.
7. Теплообмен излучением между параллельными пластинами.

12. Расчет теплообменных аппаратов.

1. Что такое сложный теплообмен?
2. Как вычисляют коэффициент теплопередачи?
3. Что называется термическим сопротивлением?
4. Что называется теплообменным аппаратом?
5. Классификация теплообменных аппаратов.
6. Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.
7. Прямоточная и противоточная системы включения теплообменных аппаратов.
8. Изменение температуры горячего и холодного теплоносителей по длине теплообменника.
9. Определение температурного напора при разных схемах включения теплообменников.

13. Холодильные установки. Циклы холодильных установок. Классификация.

1. На какие группы делятся холодильные установки?
2. Что такое холодильный коэффициент?
3. Описать воздушную холодильную установку.
4. Описать пароэжекторную холодильную установку.
5. Описать абсорбционную холодильную установку.
6. Описать паровую компрессорную холодильную установку.
7. Описать принцип действия термоэлектрических и термомагнитных холодильников.
8. Какие машины называют тепловыми насосами?
9. Что такое отопительный коэффициент? Его определение.

Модуль 3.

14. Системы отопления и вентиляции. Кондиционирование воздуха.

1. Приведите классификацию систем отопления.
2. Как рассчитывают поверхность нагрева отопительных приборов?
3. Какое оборудование используют для нагрева воздуха?
4. Раскройте особенности обогрева культивационных сооружений.
5. Что называют вентиляцией и вентиляционной системой?
6. Как рассчитывают необходимый воздухообмен в животноводческом помещении?
7. Поясните основные способы вентиляции животноводческих помещений.
8. Поясните методику расчета вытяжной вентиляции.
9. Поясните методику расчета приточной вентиляции.
10. В чем заключается аэродинамический расчет воздухопроводов?
11. По каким критериям подбирают вентиляторы?
12. Что называют кондиционированием воздуха?
13. Поясните основные функции и классификацию систем кондиционирования.
14. Какое различие между зимним и летним кондиционированием?
15. Постройте процесс зимнего (летнего) кондиционирования на $i-d$ диаграмме.
16. Что понимается под микроклиматом производственных помещений?
17. Калориферные установки (конструкции, назначение и область применения).
18. Характеристика приточно-вытяжных установок (ПВУ).
19. Вентиляционно-отопительные установки.
20. Тепловые насосы и кондиционеры воздуха - назначение и область применения.
21. Электрооборудование местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.

22. В чем состоит принцип активного вентилирования и конвективной сушки?
23. Какое оборудование при этом применяется?
24. Удельный расход энергии при технологическом процессе.
25. Назовите типовые электронагревательные приборы, применяемые в быту. В чем их отличие от нагревателей производственного назначения?

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

Полный комплект тестированных заданий представлен в базе ИЖГСХА, выполнен в программе Testoffice, 200 тестированных заданий.

Вопросы к экзамену

1. Основные понятия технической термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс.
2. Параметры состояния. Уравнение состояния.
3. Работа и теплота в термодинамическом процессе.
4. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Связь между массовой, мольной и объемной; изобарной и изохорной теплоемкостями.
5. Газовые смеси. Закон Дальтона. Кажущаяся молярная масса. Газовая постоянная смеси.
6. Первый закон термодинамики. Формулировка и математическое выражение. Физическая сущность величин, входящих в уравнение 1-го начала термодинамики.
7. Внутренняя энергия, ее изменение в термодинамическом процессе для идеального газа.
8. Уравнение Майера. Физический смысл газовой постоянной.
9. Второй закон термодинамики. Основные формулировки. Математическое выражение.
10. Энтропия. Физический смысл. Формулы для вычислений.
11. Связь между энтропией и количеством теплоты в термодинамическом процессе.
12. Прямой цикл Карно. КПД цикла. Его изображение в p - v координатах.
13. Обратный цикл Карно. Его изображение в p - v координатах. Коэффициент преобразования энергии и холодильный коэффициент.
14. Энтальпия. Физический смысл и математическое выражение для вычисления энтальпии. Формулировка 1-го закона термодинамики через энтальпию. Физический смысл величин, входящих в математическое выражение.
15. Политропный процесс. Политропная теплоемкость, показатель политропы ее связь между ними. Определение показателя политропы по параметрам в двух точках ТДП.
16. Соотношение параметров в политропном процессе. Изменение u , i , s в политропном процессе. Вычисление теплоты и работы в политропном процессе.
17. Частные случаи политропных процессов ($p=\text{const}$, $v=\text{const}$, $T=\text{const}$, $s=\text{const}$).
18. Изотермический процесс. Связь между параметрами (p , v , T) изменение u , i , s в процессе. Вычисление теплоты и работы в изотермическом процессе.
19. Изобарный процесс. Связь между параметрами (p , v , T); изменение u , i , s . Вычисление теплоты и работы в процессе.
20. Изохорный процесс. Связь между параметрами (p , v , T); изменение u , i , s . Вычисление теплоты и работы в процессе.
21. Адиабатный процесс. Связь между параметрами (p , v , T); изменение u , i , s . Вычисление теплоты и работы в процессе.
22. Термодинамика потока. Основные понятия. Уравнение неразрывности. Уравнение импульсов.
23. Первый закон термодинамики для потока вещества. Уравнение энергии.
24. Реальные газы. Их общие свойства. h - D диаграмма реального газа.

25. Процесс парообразования, его представление на p-v и T-s диаграммах. Степень сухости.
26. Параметры кипящей жидкости (u, i, s). Параметры сухого насыщенного пара (u, i, s).
27. Теплота парообразования. Первый закон термодинамики для парообразования.
28. Влажный насыщенный пар и его параметры (u, i, s). Перегретый пар и его параметры (u, i, s). I-s диаграмма для водяного пар
29. Влажный воздух. Основные понятия и определения. Характеристики влажного воздуха. i-d диаграмма влажного воздуха. Ее применение.
30. Теплопроводность. Закон Фурье.
31. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
32. Основы теории подобия. Критерии Nu, Gr, Pr, Re.
33. Применение теории подобия для решения задач конвективного теплообмена. Критериальное уравнение для свободной конвекции.
34. Теплообмен излучения. Закон Стефана-Больцмана.
35. Теплопередача через плоскую многослойную стенку. Коэффициент теплопередачи. Термические сопротивления.
36. Расчет теплообменных аппаратов.
37. Схема воздушной холодильной установки. Цикл воздушной холодильной установки.
38. Схема компрессионной фреоновой холодильной установки. Ее цикл в p-v и T-s диаграммах.
39. Кондиционирование воздуха. Основные функции и классификация систем кондиционирования.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Теплофизика»

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1.	Теплотехника.	Луканин В., Шатров М., Калфер Г. и др.	М.:Высш. школа, 2000 г.	1,2,3 модули	5	6	
2.	Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция	Тихомиров К. В.	М. : Бастет, 2009. - 477 с.	1,2,3 модули	5	1	
3.	Теплотехника	Апальков А. Ф.	Ростов н/Д : Феникс, 2008.	1,2,3 модули	5	6	
4.	Тепломассообмен	Цветков Ф. Ф., Б. А. Григорьев.	М.: МЭИ, 2006.	1,2,3 модули	5	22	
5.	Техническая термодинамика	Кудинов В. А. Э. М. Карташов	М.: Высш. шк., 2005.	1,2,3 модули	5	99	
6.	Техническая термодинамика и теплопередача	Карминский В. Д.	М.: Маршрут, 2005.	1,2,3 модули	5	99	

7.	Техническая термодинамика	Кириллин В. А.	М.: МЭИ, 2008.	1,2,3 модули	5	15	
8.	Сборник задач по технической термодинамике. Учебное пособие для ВУЗов	Т.Н.Андрианов а, Б.В. Дзампов, В.Н. Забарьев, С.А. Ремизов. .	М.:Издательство МЭИ, 2006.	1,2,3 модули	5	50	
9.	Теплотехника, методические указания для выполнения курсовой работы	Лекомцев П.Л. и др.	2005, Ижевск	1,2,3 модули	5	100	
10.	Теплотехника, учебно-методическое пособие по лабораторным работам	Лекомцев П.Л. и др.	2009, Ижевск	1,2,3 модули	5	150	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор(ы)	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	Задачник по теплообмену	Цветков М.М., Керимов Р.В., Величко В.И.	М. МЭИ, 1997	1,2,3 модули	5	5	
2	Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве	Драганов Б.Х. и др.	М.: Агропромиздат, 1990.-463 с.	1,2,3 модули	5	246	
3	Теплотехника.	Под ред. Матвеева Г.А.	М.: "Высшая школа", 1981 г.	1,2,3 модули	5	10	
4	Методические указания к лабораторным работам.	П.Л.Лекомцев, С.А. Колесников, Л.П. Артамонова	Ижевск, ИжГСХА, 1996 г.	1,2,3 модули	5	20	

7.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

- Полный комплект тестированных заданий представлен в базе ИжГСХА, выполнен в программе Testoffice, тестированные задания.
- В учебном процессе применяются графические программы такие как Компас, Autocad, различного рода расчетные программы такие как Maple, Excel.

Основные ссылки на источники в интернет сети:

1. <http://www.xumuk.ru/teplotehnika/>
2. <http://www.twirpx.com/files/tek/warming>
3. <http://x-term.ru/>
4. <http://www.studfiles.ru/dir/cat34/subj1334.html>
5. http://www.ph4s.ru/book_teploehnika.html
6. <http://www.classes.ru/all-russian/russian-dictionary-Ushakov-term-75171.htm>
7. http://ttech.pstu.ac.ru/teplot/tt/study/active/workplan/rngm_bngs.htm
8. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-144-3/146.htm>
9. <http://www.proingener.ru/load/teplotekhnik/4>
10. <http://book.tr200.net/v.php?id=1476389>

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА»

Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Термодинамика

Лаборатория технической термодинамики, оснащенная экспериментальными установками:

- определение показателя адиабаты для воздуха;
- исследование процесса парообразования;
- исследование параметров влажного воздуха;
- определение теплоемкости воздуха;
- исследование конвективной сушки;
- испытание кондиционера;
- испытание холодильной установки;
- определения падения давления потока.

2. Тепломассообмен

Лаборатория тепломассообмена, оснащенная экспериментальными установками:

- определение коэффициента теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободной конвекции;
- испытание нагревательного прибора;
- исследование соответствия потребных и установленных тепловых мощностей.

Для лекционного курса.

Комплект плакатов по частям раздела «Теплофизика»

Для лабораторно-практических и занятий.

Комплект планшетов.

Действующие макеты.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Номер изменения	Номер листа			Дата внесения изменения	Дата введения изменения	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений
	измененного	нового	изъятого				

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

№ пп	Наименование подразделения, должность	Ф.И.О. должностного лица	Подпись
1	Проректор по учебной работе	Акмаров П.Б.	
2	Начальник методического отдела		
3	Начальник учебного отдела	Антонова О.Г.	
4	Декан факультета, на котором ведется дисциплина	Лекомцев П.Л.	
5	Декан факультета, за кафедрой которого закреплена дисциплина	Максимов П.Л.	

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене ния	Номер листа			Дата внесения измене ния	Дата введения измене ния	Всего листов в докумен те	Подпись ответственно го за внесение изменений
	измененно го	новог о	изъятог о				