

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Рег. № Б-41-ТБ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Акмаров П.Б. /

09

2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Теплофизика

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения – очная, заочная

Ижевск 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Теплофизика»	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ТЕПЛОФИЗИКА».....	4
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ «ТЕПЛОФИЗИКА».....	6
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА» (очное отделение).....	8
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА» (заочное отделение).....	12
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	16
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	17
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Теплофизика»	24
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА».....	27
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ	28

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕПЛОФИЗИКА»

Цель преподавания дисциплины – теоретически и практически подготовить будущих бакалавров 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 энерго-ресурсов, защите окружающей среды и безопасности людей.

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» в рамках данной дисциплины подготовлен к решению следующих задач:

- изучить и усвоить физические основы преобразования различных видов энергии в тепловую, а так же методы непосредственного использования тепловой энергии в теплофизических процессах;

- приобрести навыки постановки и решения инженерных задач в области использования тепловой энергии в техносферной безопасности, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, освоение методики эксплуатации оборудования предприятий различного назначения.

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.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники программ бакалавриата:

проектно-конструкторская;
сервисно-эксплуатационная;
организационно-управленческая;
экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская;
научно-исследовательская.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники программ бакалавриата с присвоением квалификации «прикладной бакалавр»:

проектно-конструкторская;
сервисно-эксплуатационная;
организационно-управленческая;
экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская.

При разработке и реализации программ бакалавриата образовательная организация ориентируется на конкретный вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовится бакалавр, исходя из потребностей рынка труда, научно-исследовательского и материально-технического ресурса образовательной организации.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП «ТЕПЛОФИЗИКА»

Дисциплина «Теплофизика» включена в базовую часть.

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)

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
Б1.Б.2 0	Математика Физика Химия Информатика	Гидрогазодинамика Обеспечение безопасности в отрасли Безопасность в ЧС Надежность технических систем и техногенный риск

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ «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-10	способностью к познавательной деятельности	способы получения и обработки информации	пользоваться архивными и библиотечным и фондами	ПЭВМ на уровне пользователя
ПК-1	способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	способы инженерных расчетов в области технической термодинамики и теплопередачи	проводить инженерные разработки среднего уровня сложности в составе коллектива	навыками инженерных разработок среднего уровня сложности в коллективе
ПК-8	способностью выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих	основные рабочие профессии и должности служащих	выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям и должностям служащих	навыками работы по одной или несколькими рабочими профессиями, должностям служащих
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, необходимые для решения профессиональных задач	использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	навыками проведения математических и инженерных расчетов при решении профессиональных задач
ПК-23	способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	методические основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	составлять отчеты по результатам исследований и экспериментов	навыками проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата) областью 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.

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность готовится к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторская; сервисно-эксплуатационная; организационно-управленческая; экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская; научно-исследовательская.

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Проектно-конструкторская: участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности; идентификация источников опасностей на предприятии, определение уровней опасностей; определение зон повышенного техногенного риска; подготовка проектно-конструкторской документации разрабатываемых изделий и устройств с применением электронно-вычислительных машин; участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов; участие в разработке средств спасения и организационно-технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Сервисно-эксплуатационная: эксплуатация средств защиты и контроля безопасности; выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания и ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям; составление инструкций по безопасности.

Организационно-управленческая: обучение рабочих и служащих требованиям безопасности; участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях; участие в разработке нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне предприятия.

Экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская: проведение контроля состояния средств защиты; выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания; участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы.

Научно-исследовательская: участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов; анализ опасностей техносферы; участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты; подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам.

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

- **знать:**

- основные законы термодинамики, теплообмена; основные термодинамические свойства и параметры состояния идеальных газов; термодинамические процессы и циклы;
- принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств; основные приборы для проведения теплофизических измерений;

- **уметь:**

- решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена; проводить теплофизические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники; проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых и теплообменных установках, а также других теплотехнических устройствах;

- рассчитывать и выбирать рациональные системы нагрева, охлаждения и термостатирования оборудования и тепловой защиты;

- **владеть:**

- методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА» (очное отделение)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Семестр	Количество часов						
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	Всего
5	42	75	16	12	14	27 - экзамен	144

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	5	1-3	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	51	6	6	6	-	33	Устный или письменный опрос
	5	1	Основные понятия и определения.		1					Устный или письменный опрос
	5	1	Первый закон термодинамики.		1	2	2			Устный или письменный опрос
	5	2	Второй закон термодинамики.		2	2				Устный или письменный опрос
	5	3	Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.		1	1	2			Устный или письменный опрос
	5	3	Реальные газы и пары.		1	1	2			Устный или письменный опрос
2	5	4-6	Модуль 2. Основы теплообмена	43	6	4	6	-	27	Устный или письменный опрос
	5	4	Стационарная и нестационарная теплопроводность.		2	2	2			Устный или письменный опрос
	5	5	Конвективный теплообмен		2	1	4			Устный или письменный опрос
	5	6	Лучистый теплообмен.		2	1	-			Устный или письменный опрос
3	5	7,8	Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	23	4	4	-	-	15	Устный или письменный опрос
	5	7	Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.		2	2	-	-		Устный или письменный опрос

	5	8	Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.		1	1	-	-		Устный или письменный опрос
	5	8	Устройства для защиты конструкций от высокой температуры		1	1	-	-		Устный или письменный опрос
			Промежуточная аттестация	27	-	-	-	-	-	Экзамен
Итого				144	16	14	12	-	75	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОК-10	ПК-1	ПК-8	ПК-22	ПК-23	общее количество компетенций
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	51	+	+		+		3
Модуль 2. Основы теплообмена	43	+	+		+		3
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	23		+	+	+	+	4

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике			
1		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. 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.	51
Модуль 2. Основы теплообмена			
2		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.	43
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль			
3		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.	23

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. Основы теплообмена		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. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике		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 теплообмена		4
	4	Расчет эквивалентного коэффициента теплопроводности при теплопередаче в ограниченном пространстве	2
	5	Решение задач по конвективному теплообмену	1
	6	Решение задач по лучистому теплообмену	1
3	Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль		4
	7	Расчет теплообменного аппарата	2
	8	Расчет соответствия потребных и установленных тепловых мощностей.	1
	8	Расчет огнеупорных ограждений	1
	Итого		14

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

Тема	Вид работ	Час	Вид контроля
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике			
1.1 Основные понятия и определения.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
1.2 Первый закон термодинамики.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе	4	Защита л/р
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
1.3 Второй закон термодинамики.	Подготовка к лекции	1	Устный или

	Подготовка к практическим занятиям	4	письменный опрос Проверка расчетов
1.4 Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе	4	Защита л/р
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
1.5 Реальные газы и пары.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе	4	Защита л/р
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
Модуль 2. Основы теплообмена			
2.1 Стационарная и нестационарная теплопроводность.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе	4	Защита л/р
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
2.2 Конвективный теплообмен	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе	8	Защита л/р
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
2.3 Лучистый теплообмен.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль			
3.1 Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
3.2 Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
3.3 Устройства для защиты конструкций от высокой температуры	Подготовка к лекции	1	Устный или письменный опрос
	Подготовка к практическим занятиям	4	Проверка расчетов
Итого:		75	

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ТЕПЛОФИЗИКА» (заочное отделение)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Курс	Количество часов						
	Ауд.	СРС	Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия	Промежуточная аттестация	Всего
3	12	123	4	4	4	9 - экзамен	144

4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Курс	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семестра); -промежуточной аттестации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
1	3		Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	48	2	2	2	-	42	Устный или письменный опрос
	3		Основные понятия и определения.		0,5	-	-			Устный или письменный опрос
	3		Первый закон термодинамики.		1	0,5	-			Устный или письменный опрос
	3		Второй закон термодинамики.		1	0,5	-			Устный или письменный опрос
	3		Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.		-	1	-			Устный или письменный опрос
	3		Реальные газы и пары.		-	-	2			Устный или письменный опрос
2	3		Модуль 2. Основы теплообмена	47	2	1	2	-	42	Устный или письменный опрос
	3		Стационарная и нестационарная теплопроводность.		1	-	2			Устный или письменный опрос
	3		Конвективный теплообмен		0,5	0,5	-			Устный или письменный опрос
	3		Лучистый теплообмен.		0,5	0,5	-			Устный или письменный опрос
3	3		Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	40	-	1	-	-	39	Устный или письменный опрос
	3		Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.		-	1	-	-		Устный или письменный опрос

	3		Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.		-	-	-	-		Устный или письменный опрос
	3		Устройства для защиты конструкций от высокой температуры		-	-	-	-		Устный или письменный опрос
	3		Промежуточная аттестация	9	-	-	-	-	-	Экзамен
Итого				144	4	4	4	-	123	

4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	ОК-10	ПК-1	ПК-8	ПК-22	ПК-23	общее количество компетенций
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	48	+	+		+		3
Модуль 2. Основы теплообмена	47	+	+		+		3
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	40		+	+	+	+	4

4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике			
1		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. 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.	48
Модуль 2. Основы теплообмена			
2		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.	47
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль			
3		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.	40

4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике		2
	2	Определение параметров влажного воздуха.	2
2	Модуль 2. Основы теплообмена		2
	5	Определение коэффициента теплопроводности методом цилиндра	2
	Итого		4

4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике		2
	1	Решение задач с применением первого закона термодинамики	0,5
	2	Решение задач с применением второго закона термодинамики	0,5
	3	Решение задач с использованием диаграмм	1
2	Модуль 2. Основы теплообмена		1
	5	Решение задач по конвективному теплообмену	0,5
	6	Решение задач по лучистому теплообмену	0,5
3	Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль		1
	7	Расчет теплообменного аппарата	1
	Итого		4

4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

Тема	Вид работ	Час	Вид контроля
Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике			
1.1 Основные понятия и определения.	Работа с учебной литературой	6	Устный или письменный опрос
1.2 Первый закон термодинамики.	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям.	9	Устный или письменный опрос, контрольная работа
1.3 Второй закон термодинамики.	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	9	Устный или письменный опрос, контрольная работа
1.4 Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.	Работа с учебной литературой, подготовка к практическим занятиям.	9	Устный или письменный опрос, контрольная работа
1.5 Реальные газы и пары.	Работа с учебной литературой, подготовка к лабораторным занятиям	9	Устный или письменный опрос, контрольная работа
Модуль 2. Основы теплообмена			
2.1 Стационарная и нестационарная теплопроводность.	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям.	14	Устный или письменный опрос, контрольная работа

2.2 Конвективный теплообмен	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям.	14	Устный или письменный опрос, контрольная работа
2.3 Лучистый теплообмен.	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям.	14	Устный или письменный опрос, контрольная работа
Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль			
3.1 Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.	Работа с учебной литературой, подготовка к практическим занятиям.	15	Устный или письменный опрос, контрольная работа
3.2 Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.	Работа с учебной литературой	8	Устный или письменный опрос
3.3 Устройства для защиты конструкций от высокой температуры	Работа с учебной литературой	16	Устный или письменный опрос, контрольная работа
Итого:		123	

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы теплотехнических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

5 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Лекции в виде мультимедийной презентации	16
	ЛР	Лабораторные работы с условиями, максимально приближенными к реальным.	2
	ПР	Решение ситуационных задач	4
			22

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы теплофизических процессов, установок, объектов и т.д.

Дисциплина может быть реализована с помощью дистанционных образовательных технологий.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите лабораторных работ и экзамену.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ¹

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

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

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 и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

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

Промежуточная аттестация - экзамен.

6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1.	5	ВК, ТАт	ОК-10, ПК-1, ПК-22	Модуль 1	Устный или тестовый контроль
2.	5	ТАт	ОК-10, ПК-1, ПК-22	Модуль 2	Устный или тестовый контроль
3.	5	ТАт	ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	Модуль 3	Устный или тестовый контроль
4.	5	ПрАт	ОК-10, ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	Модуль 1,2,3	Экзамен

¹ Полный фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

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

1. Основные понятия и определения.

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?

2. Первый закон термодинамики.

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.

3. Второй закон термодинамики.

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. Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.

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?
10. Что называется круговым процессом (циклом)?
11. Какие бывают циклы?
12. Что называется термическим КПД?
13. Описать обратимый цикл Карно.
14. Вывод выражения термического КПД цикла Карно.
15. Обратимый цикл Карно.
16. Что такое холодильный коэффициент и как он определяется?
17. Сущность теоремы Карно.

5. Реальные газы и пары.

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.
14. Цикл Ренкина для водяного пара.
15. Что называется влажным воздухом?
16. Что называется насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?
17. Что называется абсолютной влажностью?
18. Что называется относительной влажностью воздуха?
19. Что называется температурой точки росы?
20. Как определяется удельная энтальпия влажного воздуха?
21. Описать $i-d$ диаграмму влажного воздуха.
22. Как изображаются основные процессы влажного воздуха на $i-d$ диаграмме?

Модуль 2.

6. Стационарная и нестационарная теплопроводность.

1. Что называется температурным полем?
2. Что называется градиентом температуры?
3. Что такое тепловой поток?
4. Что называется теплопроводностью?
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 теплопроводности.
12. Граничные условия.
13. Теплопроводность плоской стенки при стационарном режиме.
14. Теплопроводность плоской многослойной стенки.
15. Теплопроводность цилиндрической стенки.
16. Теплопроводность шара.
17. Коэффициент теплопередачи.
18. Термическое сопротивление.

7. Конвективный теплообмен.

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.

8. Лучистый теплообмен.

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.

Модуль 3.

9. Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.

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.
10. Как рассчитывают поверхность нагрева отопительных приборов?
11. Какое оборудование используют для нагрева воздуха?

10. Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.

1. Назовите устройства используемые для измерения температуры различных тел.
2. Что такое тепловизор, область его применения?
3. Предназначение расходомеров?
4. Что такое теплосчетчик?
5. Назначение тепловычислителя?
6. Электрооборудование местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.
7. Удельный расход энергии при технологическом процессе.
8. Назовите типовые электронагревательные приборы, применяемые в быту. В чем их отличие от нагревателей производственного назначения?

11. Устройства для защиты конструкций от высокой температуры

1. С какой целью необходимо защищать конструкции от воздействия температур?
2. Какие способы защиты металлических конструкций Вам известны?
3. Какие способы защиты железобетонных конструкций Вам известны?
4. Что такое огнестойкость?
5. Основная задача огнезащиты конструкций?
6. Классификация зданий по степени огнестойкости?

в) для промежуточной аттестации (ПрАт):

Тестовые задания в полном объеме представлены на сайте дистанционного обучения ИжГСХА, moodle.izhgsha.ru.

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. Энтальпия. 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). h - s -диаграмма для водяного пар

29. Влажный воздух. Основные понятия и определения. Характеристики влажного воздуха. id 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. Сушка. Основные понятия. Формы связи влаги с материалом. Способы искусственной сушки.
38. Характеристика влажного материала и агента сушки. Кинетика процесса сушки.

6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Теплофизика».
2. Теплотехника : уч.-метод.пособие / Сост.А.В. Савушкин, П.Л. Лекомцев, Ю.В. Новокрещенов, Л.П. Артамонова, Е.В. Дресвянникова. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. - 99 с. – Режим доступа:
<http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14559&id=14615>
3. Расчет теплоснабжения сельского жилого поселка: метод. указ. / сост. Е.В. Дресвянникова, А.С. Корепанов. – 2-ое изд. доп. и перераб. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – 55 с. – Режим доступа:
<http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14559&id=42260>
4. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)

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

7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1.	Видин, Ю.В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.В. Казаков, В.В. Колосов, Ю.В. Видин .— Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015 .— 371 с.	2, 3 модули	5	ЭБС «Рукопт» https://lib.rucont.ru/efd/664603	
2.	Дьяконов, В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Электронный ресурс] : учеб. пособие / О.А. Лонцаков, Казан. нац. исслед. технол. ун-т, В.Г. Дьяконов .— Казань : КНИТУ, 2015 .— 244 с. : ил. — ISBN 978-5-7882-1813-7 .	2, 3 модули	5	ЭБС «Рукопт»: https://lib.rucont.ru/efd/595659	
3.	Техническая термодинамика и теплотехника : практикум [Электронный ресурс] / А. А. Хашенко, М. Ю. Калиниченко, А. Н. Вислогузов .— Ставрополь : изд-во СКФУ, 2017 .— 107 с.	1, 2, 3 модули	5	ЭБС «Рукопт»: https://lib.rucont.ru/efd/642457	

7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Остриков А. Н., Логинов А. В., Попов А. С., Болгова И. Н. Расчет и проектирование теплообменников [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, - Воронеж: , 2011. - Режим доступа:	3 модуль	5	ЭБС «Рукопт» https://lib.rucont.ru/efd/195817	
2	Расчет теплоснабжения сельского жилого поселка [Электронный ресурс]: метод. указ. / сост. Е.В. Дресвянникова, А.С. Корепанов. – 2-ое изд. доп. и перераб. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019.	1,2,3 модули	5	Портал ФГБОУ ВО ИжГСХА http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=14559&id=42260	
3	Ануфриенко, О. С. Техническая термодинамика и тепломассообмен : учеб. пособие / О. С. Ануфриенко .— Орск : Изд-во ОГТИ, 2011 .— 267 с.	1 модуль	5	ЭБС «Рукопт» https://rucont.ru/efd/233740	

7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА elib.izhgsha.ru
2. Электронная библиотечная система <http://lib.rucont.ru>
3. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>

4. Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации <http://docs.cntd.ru/>
5. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
6. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» (официальный сайт) <http://www.consultant.ru>

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Физика», «Математика», «Химия», «Информатика»

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию теплотехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике.

7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант-Плюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

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

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лекционных занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий).</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Стенд по гидродинамике; Стенд по газодинамике; Отопительно-вентиляционный агрегат; Калориферы с вентиляторами; Аэродинамические модели помещений; Оборудование для исследования работы вентиляции.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий)</p> <p>Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.</p>

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по итогам освоения дисциплины

ТЕПЛОФИЗИКА

Направление подготовки «Техносферная безопасность»

**Профиль подготовки «Безопасность технологических процессов
и производств»**

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ТЕПЛОФИЗИКА

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, практическим заданиям.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Модуль 1. Основные законы термодинамики и их применение в теплофизике	ОК-10, ПК-1, ПК-22	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Модуль 2. Основы теплообмена	ОК-10, ПК-1, ПК-22	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Модуль 3. Проектирование теплообменной аппаратуры и теплотехнический контроль	ПК-1, ПК-8, ПК-22, ПК-23	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/ индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-10	способностью к познавательной деятельности	способы получения и обработки информации	пользоваться архивными и библиотечными фондами	ПЭВМ на уровне пользователя
ПК-1	способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива	способы инженерных расчетов в области технической термодинамики и теплопередачи	проводить инженерные разработки среднего уровня сложности в составе коллектива	навыками инженерных разработок среднего уровня сложности в коллективе
ПК-8	способностью выполнять работы по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих	основные рабочие профессии и должности служащих	выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям и должностям служащих	навыками работы по одной или несколькими рабочими профессиями, должностям служащих
ПК-22	способностью использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, необходимые для решения профессиональных задач	использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	навыками проведения математических и инженерных расчетов при решении профессиональных задач
ПК-23	способностью применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	методические основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	составлять отчеты по результатам исследований и экспериментов	навыками проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность готовится к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторская; сервисно-эксплуатационная; организационно-управленческая; экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская; научно-исследовательская.

Бакалавр по направлению подготовки Техносферная безопасность должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Проектно-конструкторская: участие в проектных работах в составе коллектива в области создания средств обеспечения безопасности и защиты человека от техногенных и антропогенных воздействий, разработке разделов проектов, связанных с вопросами безопасности, самостоятельная разработка отдельных проектных вопросов среднего уровня сложности; идентификация источников опасностей на предприятии, определение уровней опасностей; определение зон повышенного техногенного риска; подготовка проектно-конструкторской

документации разрабатываемых изделий и устройств с применением электронно-вычислительных машин; участие в разработке требований безопасности при подготовке обоснований инвестиций и проектов; участие в разработке средств спасения и организационно-технических мероприятий по защите территорий от природных и техногенных чрезвычайных ситуаций.

Сервисно-эксплуатационная: эксплуатация средств защиты и контроля безопасности; выбор известных методов (систем) защиты человека и среды обитания и ликвидации чрезвычайных ситуаций применительно к конкретным условиям; составление инструкций по безопасности.

Организационно-управленческая: обучение рабочих и служащих требованиям безопасности; участие в деятельности по защите человека и среды обитания на уровне предприятия, а также деятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях; участие в разработке нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности на уровне предприятия.

Экспертная, надзорная и инспекционно-аудиторская: проведение контроля состояния средств защиты; выполнение мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания; участие в проведении экспертизы безопасности, экологической экспертизы.

Научно-исследовательская: участие в выполнении научных исследований в области безопасности под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов; анализ опасностей техносферы; участие в исследованиях воздействия антропогенных факторов и стихийных явлений на промышленные объекты; подготовка и оформление отчетов по научно-исследовательским работам.

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

- знать:

- основные законы термодинамики, теплообмена; основные термодинамические свойства и параметры состояния идеальных газов; термодинамические процессы и циклы;

- принцип действия и устройства теплообменных аппаратов, теплосиловых установок и других теплотехнических устройств; основные приборы для проведения теплофизических измерений;

- уметь:

- решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики, тепло- и массообмена; проводить теплофизические измерения, обрабатывать результаты измерений с применением компьютерной техники; проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых и теплообменных установках, а также других теплотехнических устройствах;

- рассчитывать и выбирать рациональные системы нагрева, охлаждения и термостатирования оборудования и тепловой защиты;

- владеть:

- методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении экзамена определяются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)

3.1.1 Модуль 1.

1. Основные понятия и определения.

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?

2. Первый закон термодинамики.

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.

3. Второй закон термодинамики.

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. Расчет свойств газов и параметров термодинамических процессов на основе законов термодинамики.

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?
10. Что называется круговым процессом (циклом)?
11. Какие бывают циклы?
12. Что называется термическим КПД?
13. Описать обратимый цикл Карно.
14. Вывод выражения термического КПД цикла Карно.
15. Обратимый цикл Карно.
16. Что такое холодильный коэффициент и как он определяется?
17. Сущность теоремы Карно.

5. Реальные газы и пары.

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.
14. Цикл Ренкина для водяного пара.
15. Что называется влажным воздухом?
16. Что называется насыщенным и ненасыщенным влажным воздухом?
17. Что называется абсолютной влажностью?
18. Что называется относительной влажностью воздуха?
19. Что называется температурой точки росы?
20. Как определяется удельная энтальпия влажного воздуха?
21. Описать i - d диаграмму влажного воздуха.
22. Как изображаются основные процессы влажного воздуха на i - d диаграмме?

3.1.2 Модуль 2.

6. Стационарная и нестационарная теплопроводность.

1. Что называется температурным полем?
2. Что называется градиентом температуры?
3. Что такое тепловой поток?
4. Что называется теплопроводностью?
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 теплопроводности.
12. Граничные условия.
13. Теплопроводность плоской стенки при стационарном режиме.
14. Теплопроводность плоской многослойной стенки.
15. Теплопроводность цилиндрической стенки.
16. Теплопроводность шара.
17. Коэффициент теплопередачи.
18. Термическое сопротивление.

7. Конвективный теплообмен.

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.

8. Лучистый теплообмен.

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.

3.1.3 Модуль 3.

9. Методы расчета и проектирования теплообменной аппаратуры.

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.
10. Как рассчитывают поверхность нагрева отопительных приборов?
11. Какое оборудование используют для нагрева воздуха?

10. Устройства для измерения температур. Расходомеры. Теплосчетчики.

1. Назовите устройства используемые для измерения температуры различных тел.
2. Что такое тепловизор, область его применения?
3. Предназначение расходомеров?
4. Что такое теплосчетчик?
5. Назначение тепловычислителя?
6. Электрооборудование местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.
7. Удельный расход энергии при технологическом процессе.

8. Назовите типовые электронагревательные приборы, применяемые в быту. В чем их отличие от нагревателей производственного назначения?

11. Устройства для защиты конструкций от высокой температуры

1. С какой целью необходимо защищать конструкции от воздействия температур?
2. Какие способы защиты металлических конструкций Вам известны?
3. Какие способы защиты железобетонных конструкций Вам известны?
4. Что такое огнестойкость?
5. Основная задача огнезащиты конструкций?
6. Классификация зданий по степени огнестойкости?

3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)

3.2.1 Модуль 1.

1. Определите удельный объем и плотность газа.
2. Выведите уравнение Клапейрона-Менделеева.
3. Определите размерность газовой постоянной и ее физический смысл.
4. Определите удельную газовую постоянную смеси.
5. Определите среднюю молярную массу смеси.
6. Выведите уравнение работы в произвольном процессе.
7. Запишите аналитическое выражение первого закона термодинамики.
8. Определите объемную и молярную теплоемкости.
9. Определите изобарную и изохорную теплоемкости.
10. Выведите уравнение Майера.
11. Основные формулировки второго закона термодинамики.
12. Дать выражение эксергического КПД.
13. Вычисление энтропии.
14. Написать формулы располагаемой работы для каждого термодинамического процесса.
15. Чему равно изменение теплоты для каждого термодинамического процесса.
16. Как вычисляют теплоемкость политропного процесса?
17. Изобразите p - v -диаграмму водяного пара.
18. Вычислите энтальпию и внутреннюю энергию влажного (сухого, перегретого) пара.
19. Опишите i - d -диаграмму влажного воздуха.

3.2.2 Модуль 2.

1. Изобразите температурное поле (однородное, неоднородное, одно-, двух-, трехмерное).
2. Запишите формулу градиента температуры.
3. Просчитайте тепловой поток.
4. Просчитайте плотность теплового потока.
5. Запишите закон Фурье.
6. Изобразите зависимость коэффициента теплопроводности газов от температуры, давления.
7. Изобразите зависимость коэффициента теплопроводности жидкостей от температуры.
8. Изобразите зависимость коэффициента теплопроводности твердых тел от температуры.
9. Запишите формулу расчета теплопроводности плоской стенки при стационарном режиме.
10. Запишите формулу расчета теплопроводности плоской многослойной стенки.
11. Запишите формулу расчета теплопроводности цилиндрической стенки.
12. Запишите формулу расчета теплопроводность шара.
13. Запишите формулу расчета коэффициента теплопередачи.
14. Запишите формулу расчета термического сопротивления.
15. Запишите формулу расчета числа Рейнольдса.
16. Запишите формулу уравнение Ньютона-Рихмана для теплообмена.
17. Запишите формулу расчета коэффициента теплоотдачи.
18. Запишите систему дифференциальных уравнений для конвективного теплообмена.
19. Запишите формулы чисел теплового подобия.
20. Запишите формулу уравнения подобия конвективного теплообмена.

21. Запишите закон Планка и его графическое изображение.
22. Запишите закон Стефана-Больцмана.
23. Запишите формулу теплообмена излучением между параллельными пластинами.
24. Вычислите коэффициент теплопередачи.
25. Вычислите термическое сопротивление.
26. Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.
27. Прямоточная и противоточная системы включения теплообменных аппаратов.
28. Изменение температуры горячего и холодного теплоносителей по длине теплообменника.
29. Определение температурного напора при разных схемах включения теплообменников.
30. Запишите холодильный коэффициент.
31. Напишите уравнение теплового баланса присушке.
32. Напишите уравнение влажностного баланса присушке.

3.2.3 Модуль 3.

1. Анализ преимуществ и недостатков теплообменных аппаратов
2. Расчет поверхности нагрева отопительных приборов.
3. Расчет воздухообмена в животноводческом помещении.
4. Анализ преимуществ и недостатков способов вентиляции животноводческих помещений.
5. Методика расчета вытяжной вентиляции.
6. Методика расчета приточной вентиляции.
7. Аэродинамический расчет воздухопроводов.
8. Перечень критериев подбора вентилятора.
9. Анализ преимуществ и недостатков кондиционирования воздуха.
10. Перечень основных функции и классификация систем кондиционирования.
11. Постройте процесс зимнего (летнего) кондиционирования на *i-d* диаграмме.
12. Понятие микроклимата производственных помещений.
13. Анализ преимуществ и недостатков калориферных установок (конструкции, назначение и область применения).
14. Анализ преимуществ и недостатков приточно-вытяжных установок (ПВУ).
15. Анализ преимуществ и недостатков вентиляционно-отопительные установки.
16. Анализ преимуществ и недостатков электрооборудования местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.
17. Расчет удельного расхода энергии при технологическом процессе.

3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

3.3.1 Модуль 1.

1. Температура комнаты была $t_1 = 10$ °С. После того как печь натопили, температура в комнате поднялась до $t_2 = 20$ °С. Объем комнаты $V = 50$ м³, давление в ней $P = 97$ кПа. Насколько изменилась масса воздуха, находящегося в комнате? Молярная масса воздуха $\mu = 29$ г/моль.
2. Баллон с гелием при давлении $P_1 = 6,5 \cdot 10^6$ Па и температуре $t_1 = -3$ °С имеет массу $M_1 = 21$ кг, а при давлении $P_2 = 2 \cdot 10^6$ Па и той же температуре массу $M_2 = 20$ кг. Какую массу гелия содержит баллон при давлении $P = 1,5 \cdot 10^7$ Па и температуре $t = 27$ °С?
3. Баллон, содержащий азот при давлении $P_1 = 1,5 \cdot 10^7$ Па и температуре $t_1 = 27$ °С, имеет массу $m_1 = 97$ кг. Когда часть азота была израсходована так, что при температуре $t_2 = -3$ °С давление в баллоне стало равным $P_2 = 6 \cdot 10^6$ Па, масса баллона с азотом стала равной $m_2 = 93,5$ кг. Какое количество азота осталось в баллоне?

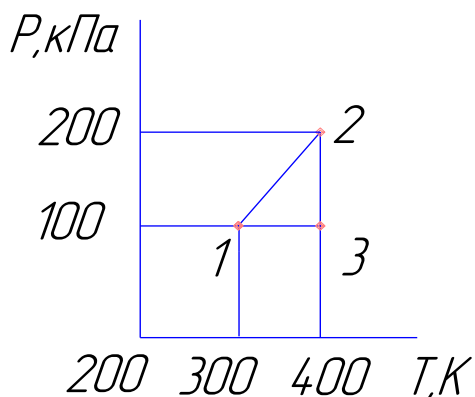


Рис.1

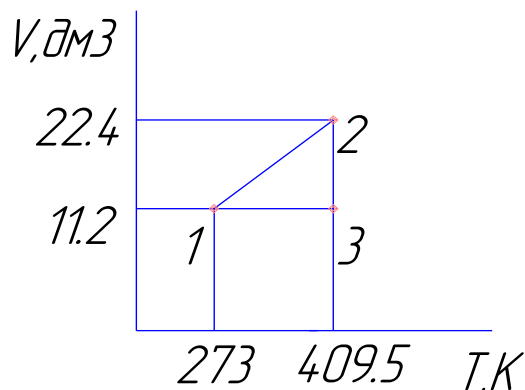


Рис.2

4. На P T -диаграмме изображен замкнутый процесс, который совершает некоторая масса кислорода (рис.1). Известно, что максимальный объем, который занимал газ в этом процессе, $V_{\max}=16,4$ дм^3 . Определить массу газа и его объем в точке 1. Значения T_1 , T_2 , P_1 и P_2 указаны на рисунке.
5. На V T -диаграмме изображен замкнутый процесс, который совершает некоторая масса азота (рис.2). Известно, что минимальное давление газа в этом процессе $P_{\min}=3 \cdot 10^5$ Па. Определить массу газа и его давление в точке 1. Значения T_1 , T_2 , V_1 и V_2 указаны на рисунке.
6. Некоторая масса газа занимает объем V_1 при давлении p_1 и температуре T_1 . Затем газ при постоянном объеме нагревают до температуры $T_2=2T_1$; после этого происходит расширение газа при постоянном давлении до объема $V_2=4V_1$. Из получившегося состояния газ возвращают в начальное (P_1, V_1, T_1), причем так, что во время этого процесса $PV^n = \text{const}$. Определить показатель степени n .
7. 4 кг воздуха с начальным давлением $p_1=1,2$ МПа и начальной температурой $t_1=-10$ °С расширяется адиабатно до конечного давления $p_2=0,2$ МПа. Определить объем и температуру воздуха в конце сжатия, работу сжатия и изменение внутренней энергии, если показатель адиабаты $k=1,4$.
8. 1 кг воздуха с начальным давлением $p_1=0,2$ МПа и начальной температурой $t_1=60$ °С сжимается политропно до конечной температуры $t_2=520$ °С. Определить работу сжатия, изменение внутренней энергии и количество отведенной теплоты от воздуха, если показатель политропы $n=1,35$.
9. В одноступенчатом компрессоре политропно сжимается воздух до конечного давления $p_2=0,6$ МПа. Начальная температура воздуха $t_1=17$ °С и давление $p_1=0,2$ МПа. Определить конечную температуру воздуха и работу, затраченную на сжатие 1 кг воздуха, если показатель политропы $n=1,25$.
10. В одноступенчатом компрессоре сжимается адиабатно двуокись углерода до $p_2=0,5$ МПа. Начальная температура двуокиси углерода $t_1=-5$ °С и давление $p_1=0,1$ МПа. Определить работу, затраченную на сжатие 1 кг двуокиси углерода и конечную температуру двуокиси углерода, если показатель адиабаты $k=1,28$.

3.3.2 Модуль 2.

1. В камере хранения скоропортящегося сырья хлебозавода установлены плоские охлаждающие батареи, в которых циркулирует водный раствор хлорида натрия (рассол). Определить плотность теплового потока от воздуха к рассолу, если температура в холодильной камере $t_k=4$ °С, средняя температура рассола $t_{ж}=-50$ С, коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке батареи $a_1=25$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$), от рассола к стенке $a_2=5000$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$), коэффициент теплопроводности стальной стенки $\lambda=50$ Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{К}$) и толщина стенки $\delta=1,5$ мм.
2. Определить плотность теплового потока от воздуха к водному раствору хлорида кальция (рассолу), циркулирующему в плоской батарее камеры хранения скоропортящегося сы-

- рья хлебозавода, если стенка батареи покрылась слоем льда толщиной $\delta = 5$ мм. Температура в холодильной камере $t_k = 4$ °С, средняя температура рассола $t_{ж} = -5$ °С, коэффициент теплоотдачи от воздуха ко льду $a_1 = 10$ Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от рассола к стенке $a_2 = 5000$ Вт/(м²·К), коэффициент теплопроводности льда $\lambda = 2,25$ Вт/(м²·К), коэффициент теплопроводности стальной стенки $\lambda_1 = 32$ Вт/(м²·К) и толщина стенки $\delta = 1,5$ мм.
3. Плоская кирпичная стенка хлебопекарной печи с одной стороны омывается продуктами сгорания топлива с температурой $t_1 = 1300$ °С, а с другой – воздухом помещения с температурой $t_2 = 20$ °С. Коэффициент теплоотдачи конвекцией равны соответственно $a_1 = 150$ Вт/(м²·К) и $a_2 = 50$ Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности стенки $\lambda = 0,6$ Вт/(м²·К), толщина стенки $\delta = 755$ мм. Кроме теплоотдачи конвекцией со стороны продуктов сгорания на стенку падает лучистый тепловой поток, часть которого $q_{луч} = 1000$ Вт/м² поглощается поверхностью стенки. Определить плотность теплового потока, проходящего через стенку.
 4. Какую среднюю температуру должен иметь пар в рубашке аппарата, чтобы при расходе теплоты на процесс $Q = 180$ кДж/с поддерживать температуру продукта $t_2 = 90$ °С? Площади контакта стенок аппарата с продуктом и паром, находящимся в рубашке, $F = 2$ м². Толщина стальной стенки аппарата $\delta = 3$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 50$ Вт/(м²·К), коэффициент теплоотдачи от пара к стенке $a_1 = 10000$ Вт/(м²·К) и коэффициент теплоотдачи от стенки к продукту $a_2 = 2000$ Вт/(м²·К).
 5. Какую площадь оребрения нужно сделать, чтобы в 10 раз увеличить поток теплоты от горячей воды, проходящей в плоском нагревателе площадью $F = 1$ м² к воздуху помещения с температурой $t_2 = 20$ °С? Средняя температура горячей воды $t_1 = 90$ °С, коэффициенты теплоотдачи к стенке нагревателя $a_1 = 4000$ Вт/(м²·К) и коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху помещения $a_2 = 50$ Вт/(м²·К), толщина стенки $\delta = 2$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 50$ Вт/(м²·К) и коэффициент эффективности ребер равен 1.
 6. Плоская тонкая пластина длиной $l = 2,5$ м омывается потоком воздуха со скоростью $w_x = 3$ м/сек при температуре $t_f = 20$ °С. Определить характер пограничного слоя и его толщину δ на расстоянии от передней кромки пластины $x = 0,2l$; $x = 0,5l$ и $x = l$.
 7. Плоская стенка длиной $l = 1,5$ м и шириной $h = 1$ м омывается продольным потоком воздуха. Скорость и температура набегающего потока соответственно равны $\omega = 4$ м/сек, $t = 20$ °С, температура поверхности пластины 50 °С. Определить средний коэффициент трения, средний коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, переданное пластиной воздуху.
 8. Гладкая плита длиной $l = 1,5$ м и шириной $h = 1$ м обдувается продольным потоком воздуха со скоростью $\omega = 5$ м/сек. Определить средний по длине коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отданное плитой воздуху, если температура поверхности плиты $t = 110$ °С, а температура обдувающего потока воздуха $t = 20$ °С.
 9. Тонкая пластина длиной $l = 2$ м и шириной $h = 0,5$ м с обеих сторон омывается продольным потоком воды со скоростью $\omega = 5$ м/сек; температура набегающего потока $t = 10$ °С, средняя температура поверхности пластины $t = 50$ °С. Определить средний по длине коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отдаваемое пластиной воде.
 10. Определить коэффициент теплоотдачи и тепловой поток на единицу длины в поперечном потоке воздуха для трубы диаметром $d = 30$ мм, если температура ее поверхности $t_W = 80$ °С, температура воздуха $t = 20$ °С и скорость $\omega = 5$ м/сек.

3.3.3 Модуль 3.

1. Определить расчетную тепловую нагрузку на отопление и на вентиляцию для локомотивного депо из 4 производственных зданий, каждое с наружным объемом 50000 м³, и больницы с наружным объемом 10000 м³. Расчетная температура наружного воздуха $t_{но} = -32$ °С. Расчетная внутренняя температура производственных зданий $t_{вп} = 14$ °С, а больницы $t_{вп} = 20$ °С. Расчетная температура наружного воздуха для вентиляции $t_{нв} = -19$ °С. Удельную тепловую нагрузку вентиляции больницы принять $0,35$ Вт/(м³·°С). Удельная

- отопительная характеристика для производственных зданий $0,52 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$., для больницы $0,42 \text{ Вт}/(\text{м}^3\text{°C})$.
2. Определить тепловой поток по уравнению теплового баланса и расход греющего теплоносителя, если он не задан. Тепловыми потерями в окружающую среду пренебречь. Определить температуру греющего теплоносителя на выходе из теплообменного аппарата. Для пароводяных теплообменников переохлаждение конденсата не учитывать.
 3. Определить производительность (мощность) производственно-отопительной котельной предприятия, выбрать количество и тип котлоагрегатов. Рассчитать часовой расход топлива, выбрать топочное устройство, определить его размеры, подобрать стандартную колосниковую решетку, газовую горелку или мазутную форсунку.
 4. Выполнить конструктивный расчет теплообменного аппарата. Определить поверхность теплообмена, число ходов нагреваемого теплоносителя, число трубок на один и на весь аппарат, длину труб, диаметры входных и выходных патрубков для обоих теплоносителей. Исходные данные согласно задания.

Контрольная работа (заочное обучение)

Целью контрольной работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами при изучении курса «Теплофизика» и развитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач.

Контрольная работа выполняется по варианту, выбранному по шифру студенческого билета, согласно методическим указаниям для выполнения контрольной работы.

Вопросы по контрольной работе

1. Объясните решение задач.
2. Методика расчета процесса, описанного в задаче.
3. Построение графиков.

Вопросы для подготовки 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). h - s диаграмма для водяного пар
29. Влажный воздух. Основные понятия и определения. Характеристики влажного воздуха. h - 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. Сушка. Основные понятия. Формы связи влаги с материалом. Способы искусственной сушки.
38. Характеристика влажного материала и агента сушки. Кинетика процесса сушки.

**5. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ
ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
Знать (1-й этап): способы получения и обработки информации	ОК-10	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): пользоваться архивными и библиотечным и фондами	ОК-10	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): ПЭВМ на уровне пользователя	ОК-10	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): способы инженерных расчетов в области гидродинамики	ПК-1	Обучающийся имеет знания только основного материала, но	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный мате-

		не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	риал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): проводить инженерные разработки в области гидродинамики среднего уровня сложности в составе коллектива	ПК-1	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками инженерных разработок в области гидродинамики среднего уровня сложности в коллективе	ПК-1	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): основные рабочие профессии и должности служащих	ПК-8	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): выполнять работы по одной или нескольким рабочим профессиям и должностям служащих	ПК-8	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания вы-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически

		поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	полнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками работы по одной или несколькими рабочими профессиями, должностям служащих	ПК-8	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук, необходимые для решения профессиональных задач	ПК-22	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): использовать законы и методы математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении профессиональных задач	ПК-22	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками проведения математических и инженерных расчетов при решении профессиональных	ПК-22	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят суще-	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практиче-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последо-

задач		ственного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	ские компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	вательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.
Знать (1-й этап): методические основы проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК-23	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
Уметь (2-й этап): составлять отчеты по результатам исследований и экспериментов	ПК-23	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
Владеть (3-й этап): навыками проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных	ПК-23	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Примеры экзаменационных билетов

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
“Ижевская государственная сельскохозяйственная академия”
Кафедра “Энергетика и электротехнологии”**

Экзаменационный билет № 1

по дисциплине “Теплофизика”

профиль подготовки – «Безопасность технологических процессов и производств»

1. Основные понятия технической термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамическое состояние. Термодинамический процесс.
2. Расчет рекуперативного теплообменного аппарата.
3. Температура комнаты была $t_1 = 10^\circ\text{C}$. После того как печь натопили, температура в комнате поднялась до $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Объем комнаты $V = 50 \text{ м}^3$, давление в ней $P = 97 \text{ кПа}$. Насколько изменилась масса воздуха, находящегося в комнате? Молярная масса воздуха $\mu = 29 \text{ г/моль}$.

Билет рассмотрен и утверждён на заседании кафедры «___» _____ 20__ года
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
“Ижевская государственная сельскохозяйственная академия”
Кафедра “Энергетика и электротехнологии”**

Экзаменационный билет № 2

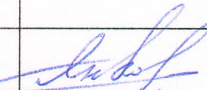
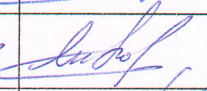
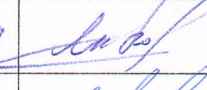
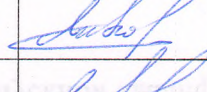
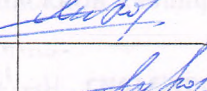
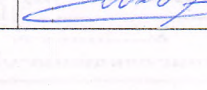
по дисциплине “Теплофизика”

профиль подготовки – «Безопасность технологических процессов и производств»

1. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Связь между массовой, мольной и объемной; изобарной и изохорной теплоемкостями.
2. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона - Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
3. Определить тепловой поток по уравнению теплового баланса и расход греющего теплоносителя, если он не задан. Тепловыми потерями в окружающую среду пренебречь. Определить температуру греющего теплоносителя на выходе из теплообменного аппарата. Для пароводяных теплообменников переохлаждение конденсата не учитывать.

Билет рассмотрен и утверждён на заседании кафедры «___» _____ 20__ года
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ²

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	24-26	№2 от 22.09.2017	
2	7-17, 24-26	№13 от 23.04.2018	
3	17, 24-26	№19 от 26.06.2019	
4	8,12, 24, 26	№11 от 26.06.2020	
5	26	№15 от 20.11.2020	
6	26	№1 от 31.08.2021	

² Теплофизика-Техносферная безопасность