

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВА-
ТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА им. М.С.Гуцериева

«Утверждаю»

Директор института
/ С.Б. Колесова
«28» февраля 2020 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Термодинамика и теплопередача

Направление подготовки
21.03.01 «НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО»

Направленность (профиль)
21.03.01.01 Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти

Квалификация выпускника:
бакалавр

Форма обучения:
очно-заочная

ПРИЕМ 2020/2021 уч. года

Разработчик(и) рабочей программы дисциплины(модуля)

ФИО	Ученая степень, звание, должность	Контактная информация (служебные E-mail и телефон)
Т.Н. Иванова	д.т.н., доцент	Тел: 8 (3412) 91-63-12 E-mail: nf-itn@udsu.ru

Экспертиза рабочей программы

Первый уровень (оценка качества содержания программы, соответствие целям и задачам ООП ВО)	
Руководитель ООП ВО	Подпись руководителя ООП ВО
С.Ю. Борхович, к.т.н., доцент	

Выписка из решения

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело. Соответствует целям и задачам ООП по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело.

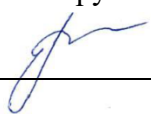
Программа рекомендуется к использованию в учебном процессе.

Второй уровень (оценка качества содержания программы и применяемых педагогических технологий)		
Наименование кафедры	№ протокола, дата	Подпись зав. кафедрой
РЭНГМ	№ 6/1 от 28.01.2020 г.	С.Ю. Борхович 

Выписка из решения

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело. Составители учли все рекомендации УМУ УдГУ.

Программа рекомендуется к использованию в учебном процессе.

Третий уровень (соответствие целям подготовки и учебному плану образовательной программы)		
Методическая комиссия института, в структуре ООП которого будет реализовываться данная программа	№ протокола, дата	Подпись председателя МК
	№ 6 от 03.02.2020 г.	Н.Г. Трубицына 

Выписка из решения

Рабочая программа и фонд оценочных средств составлены в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело. Составители учли все рекомендации УМУ УдГУ

Программа и фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в учебном процессе.

Рабочая программа дисциплины (модуля) рассмотрена и переутверждена на 2021-2022 учебный год на заседании кафедры РЭНГМ от 24.06.2021 года, протокол № 9.

Зав. кафедрой  к.т.н., доцент С.Ю. Борхович

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы	4
3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы.....	4
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	11
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий	11
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине.....	15
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине	16
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	25
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	26
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	31
11. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	31

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++ по направлению подготовки 21.03.01. Нефтегазовое дело, утвержденного Приказом Минобрнауки РФ от « 09 » февраля 2018 г., № 96.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Термодинамика и теплопередача» является формирование базы знаний бакалавра по освоению физических основ процессов, основных законов и расчетных соотношений термодинамики и теплопередачи.

Задачи освоения дисциплины:

- раскрытие закономерностей превращения и передачи энергии и массы в различных процессах;
- изучение законов и методов теплотехнического расчета параметров рабочих тел, расчетов преобразования тепловой энергии во внутреннюю энергию и в работу.
- ознакомление с существующими методами расчета и анализа тепломассообменных процессов;
- развитие навыков и умения использования основных закономерностей теплотехники при решении практических задач по расчету параметров рабочих тел, применяемых в технических устройствах различного назначения;
- создание базового фундамента при изучении дисциплин направления, что позволит студентам развить инженерное мышление, приучит к анализу методов решения и грамотному оформлению технических расчетов

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина входит в обязательная часть ООП бакалавриата.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: математикой, инженерной графикой, физикой, химией.

Из дисциплины Химия обучающийся должен знать: процессы и аппараты химической технологии. Основы научных исследований и проектирования. Моделирование химико-технологических процессов. Системы управления химико-технологическими процессами.

Из Физики, Математики: правила и основы преобразований выражений.

Успешное освоение дисциплины позволяет перейти к изучению гидродинамические исследования пластов и скважин, оборудование для добычи, скважинная добыча нефти, технология и техника методов увеличения нефтеотдачи в обязательной части ООП.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

Планируемые результаты обучения по дисциплине – это знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности. Планируемые результаты освоения образовательной программы – это формируемые дисциплиной компетенции.

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ООП ВО по данному направлению подготовки:

Уровень 1 (повышенный) предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении (соответствует оценке «отлично» при оценивании освоенности компетенции.

Уровень 2 (базовый) позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам (соответствует оценке «хорошо» при оценивании освоенности компетенции.

Уровень 3 (пороговый) дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач (соответствует оценке «удовлетворительно» при оценивании освоенности компетенции.

Результаты освоения ООП ВО (компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.1 Умеет использовать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля	Знать: основные законы и положения дисциплин инженерно-механического модуля, приемы компьютерной графики на стадии конструирования и чтения чертежей сложных изделий; методы решения практических задач, используя методы механики, сопротивления материалов, расчет деталей машин; законы гидравлики, гидромеханики, термодинамики	Уровень 1
		Уметь: ставить цели и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций; использовать принципы графического представления пространственных образов, систему проектно-конструкторской документации, правила построения технических схем и чертежей; использовать методы анализа систем, выявлять сильные и слабые стороны, разрабатывать предложения по совершенствованию; навыки выявления и устранения «узких мест» производственного процесса	
		Владеть навыками демонстрировать способность и готовность анализировать работу теплофизического оборудования, при необходимости разрабатывать и обосновывать решения по его совершенствованию	
		Знать законы термодинамики и теплопередачи	Уровень 2
		Уметь: Интерпретировать освоенную информацию, применять методы математического анализа и моделирования теоретических и экспериментальных исследований термодинамики и теплопередачи	
		Владеть Способностью использовать законы термодинамики и теплопередачи в профессиональной деятельности	
		Знать основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи, закономерности превращения и передачи энергии и массы в различных процессах	Уровень 3
		Уметь использовать основные закономерности термодинамики и теплопередачи при решении практических задач по расчету параметров рабочих тел, применяемых в технических устройствах	
		Владеть	

		способами решения основных задач термодинамики и теплопередачи в производственных задачах	
--	--	---	--

	ОПК-1.2 Умеет использовать основные законы естественно-научных дисциплин, правила построения технических систем и чертежей	Знать: законы естественнонаучных дисциплин к исследованию теплофизических процессов и явлений в нефтегазовом деле	Уровень 1
		Уметь: применять компьютерные программы при решении стандартных и нестандартных задач термодинамики и теплопередачи проявить математическую компетентность в различных ситуациях нефтегазового дела	
		Владеть способностью передавать результат проведенных исследований термодинамики и теплопередачи в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания, правилами построения технических систем и чертежей	
		Знает: основные законы естественнонаучных дисциплин: варьирует пределами применимости законов, выявляет причины их нарушений	Уровень 2
		Умеет: применять методы математического анализа и моделирования процессов термодинамики и теплопередачи в нефтегазовой отрасли соединять законы естественнонаучных дисциплин в одно целое и выявлять взаимосвязи между законами, принципами, концепциями применительно к термодинамике и теплопередаче	
		Владеет: методами теоретического и экспериментального исследования в нефтегазовом производстве методиками расчёта теплообменных аппаратов и котельных установок	
		Знать процессы теплообмена, конвективный и лучистый теплообмен, теорию горения топлива и работу котельных установок	
		Уметь устанавливать связи между математическими моделями и практической деятельностью, теоретическими и практическими исследованиями применять термодинамические расчеты для анализа режимов работы циклов паротурбинных, газотурбинных и ДВС циклов	уровень 3
		Владеть методами определения теплопроводности материала, расчетом теплоты в плоской и цилиндрических стенках при стационарном / нестационарном режимах.	
	ОПК – 1.5	Знать:	Уровень 1

	Участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования	основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи раскрытие закономерностей превращения и передачи энергии и массы в различных процессах ознакомление с существующими методами расчета и анализа тепломассобменных процессов развитие навыков и умения использования основных закономерностей теплотехники при решении практических задач по расчету параметров рабочих тел, применяемых в технических устройствах различного назначения методику теплообменных аппаратов использовать источники информации, справочную литературу и применять их в практической работе понимать и использовать результативные материалы для целей нефтеразведки и нефтедобычи	
		Уметь: применять методы теоретического и экспериментального определения величин, характеризующих процессы теплопроводности, конвекции, излучения и молекулярной диффузии, а также температуры и теплового потока рассчитывать и анализировать параметры состояния термодинамической системы, паровые процессы рассчитывать и анализировать циклы тепловых двигателей, холодильных машин, теплообменных аппаратов рассчитывать теплообмен при изменении агрегатного состояния вещества рассчитывать процессы и циклы с помощью TS-, is- диаграмм использовать полученные теоретические знания при освоении специальных дисциплин нефтегазового направления	
		Владеть: способами решения основных задач термодинамики и теплопередачи, использования основных законов термодинамики и теплопередачи в производственных задачах методами расчета дифференциальных уравнений термодинамики методикой термодинамического анализа цикла источниками информации, справочной литературой и применением их в практической работе, пониманием и использованием результативных материалов для целей нефтеразведки и нефтедобычи.	
		Знать Законы, циклы, процессы термодинамики и теплопередачи	
		Уметь Интерпретировать освоенную информацию, оформлять научно-техническую и служебную документацию, применять методы математического анализа и моделирования теоретических и экспериментальных исследований термодинамики и теплопередачи Владеть способностью использовать законы термодинамики и теплопередачи в профессиональной деятельности	уровень 2

		сти	уровень 3
		Знать основные законы и расчетные соотношения термодинамики и теплопередачи, закономерности превращения и передачи энергии и массы в различных процессах методами расчета и анализа тепломассообменных процессов	
		Уметь использовать основные закономерности термодинамики и теплопередачи при решении практических задач по расчету параметров рабочих тел, применяемых в технических устройствах применять способы решения основных задач термодинамики и теплопередачи в производственных задачах	
		Владеть методикой термодинамического анализа циклов, терминологией предметной области знания способностью корректно представить знания в математической форме и смоделировать процесс, явление	

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часов.

Объем контактной работы обучающихся с преподавателем составляет 22 академических часов, из них:

- лекции - 10 часов;
- практические (семинарские) занятия – 12 часов;
- лабораторные занятия – 0 часов;
- групповые и индивидуальные консультации - 0 часов;
- прием экзамена - 9 часов.

Объем самостоятельной работы составляет 3,1 зачетных единиц, 113 академических часов

Контрольная работа – 5 сем

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

№ п/п	Разделы, темы дисциплины, аннотация темы	Неделя семестра	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы те- кущего кон- троля успева- емости	Формируемые компетенции /индикаторы достижения компетенций	
			Контактная работа с преподавателем				СРС			
			Лек.	Сем. (Практ.)	Лаб.	КСР				
Семестр 5										
	Раздел 1. Первый закон термодинами- ки	1-6	3	4			40	контрольная работа	ОПК-1/ ОПК-1.1, 1.2, 1.5	
	Параметры состоя- ния термодинами- ческой системы.									
	Уравнения состоя- ния идеального газа									
	Теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия идеаль- ного газа. Смеси газов									
	Первый закон тер- модинамики к про-									

	цессам изменения физического состояния газа								
	Раздел 2. Второй закон термодинамики	6-12	3	4			40	контрольная работа	ОПК-1/ ОПК-1.1, 1.2, 1.5 ПК-2/ ПК-2.3
	Термодинамический анализ циклов								
	Графический метод расчета процессов и циклов с помощью TS – диаграммы								
	Энтродия газовых смесей								
	Паровые процессы								
	Термодинамическое состояние водяного пара.								
	Влажный воздух								
	Истечение и дросселирование газов и паров								
	Циклы паротурбинных установок								
	Работа газа в компрессоре								
	Циклы паротурбинных установок								
	Циклы газовых тепловых двигателей								
	Раздел 3. Основы теплопередачи	13-17	4	4			33	опрос	ОПК-1/ ОПК-1.1, 1.2, 1.5
	Конвективный теплообмен								
	Лучистый теплообмен								
	Теплопередача и понятие о теплообменных аппаратах								
	Топливо и котельные установки. Промышленные котельные установки								
	ИТОГО		10	12			113		

Форма промежуточной аттестации – экзамен

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Темы лекций и их аннотации

Раздел 1. Термодинамика.

Предмет, методы исследований и область применения технической термодинамики.

Тема 1. Параметры состояния термодинамической системы

Термодинамическая система, параметры и уравнения состояния.

Тема 2. Уравнения состояния идеального газа

Идеальный и реальный газ. Смеси идеальных газов.

Тема 3. Теплємкость, внутренняя энергия, энтальпия идеального газа. Смеси газов

Теплємкость (удельная, изобарная, изохорная) газов и их смесей.

Тема 4. Первый закон термодинамики к процессам изменения физического состояния газа

Первый закон термодинамики в интегральной и дифференциальной форме для реального и идеального газа. Энтальпия газа.

Раздел 2. Второй закон термодинамики

Тема 5. Термодинамический анализ циклов

Постановка задачи исследования процессов. Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы. Термодинамические процессы с идеальным газом. Круговые процессы (циклы), прямые и обратные. Цикл Карно: принцип работы. Циклы в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 6. Графический метод расчета процессов и циклов с помощью TS – диаграммы

TS – диаграмма. Термодинамические циклы в TS – диаграмме.

Тема 7. Энтропия газовых смесей

Тема 8. Дифференциальные уравнения термодинамики. Газовые переходы
Дифференциальные уравнения термодинамики. Термодинамические потенциалы.

Тема 9. Паровые процессы

Принципиальная схема паровой установки. Принцип работы. Циклы в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 10. Термодинамическое состояние водяного пара

Термодинамические процессы с водяным паром в PV-, TS – диаграммах. Сухой, насыщенный, перегретый, влажный пар. Области использования. Критическая температура и давление.

Тема 11. Влажный воздух

Термодинамические процессы с влажным воздухом в PV-, TS – диаграммах. Области использования. Критическая температура и давление.

Тема 12. Истечение и дросселирование газов и паров

Особенности преобразования энергии в потоке упругой жидкости. Параметры торможения. Сопловое и диффузорное течение. Формы каналов. Истечение газа через сужающееся сопло. Сопло Лавала. Скачки уплотнения.

Тема 13. Циклы паротурбинных установок

Идеальная газовая турбина. Принципиальная схема газовой установки. Принцип работы. Циклы в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 14. Работа газа в компрессоре

Идеальный компрессор. Одноступенчатый и многоступенчатый компрессор. Работа и коэффициент полезного действия реальных компрессоров.

Тема 15. Циклы паротурбинных установок

Принципиальная схема паротурбинной установки. Принцип работы. Циклы в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 16. Циклы газовых тепловых двигателей

Принципиальная схема поршневых двигателей внутреннего сгорания. Принцип работы. Циклы в PV -, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Раздел 3. Основы теплопередачи

Процессы теплообмена. Основные понятия теплопроводности. Определение теплопроводности материала. Дифференциальные уравнения теплопроводности. Условия однозначности. Распространение теплоты в плоской и цилиндрических стенках при стационарном режиме. Граничные условия первого рода. Движение жидкости в трубах. Теплоотдача при движении жидкости в трубах. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной гладкой трубы и пучка труб, оребренных труб. Принцип расчета. Определение коэффициента теплоотдачи. Теплоотдачи при свободном движении. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции.

Тема 18. Конвективный теплообмен

Основные понятия и определения. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Подобие физических явлений. Гидромеханическое подобие. Тепловое подобие. Уравнение подобия конвективного теплообмена.

Тема 19. Лучистый теплообмен

Общие сведения. Закон поглощения. Основные законы излучения. Серые тела. Закон Кирхгофа. Излучение газов. Теплообмен излучением между двумя телами. Защита от теплового излучения.

Тема 20. Теплопередача и понятие о теплообменных аппаратах

Типы и классификация теплообменных аппаратов. Схемы тока теплоносителей. Тепловой баланс. Температурный напор. Тепловые расчеты. Состав и объемы продуктов сгорания топлив.

Тема 21. Топливо и котельные установки. Промышленные котельные установки

Топливо и котельные установки. Топливо и процессы горения. Основные понятия. Твердое топливо. Жидкое топливо. Газообразное топливо. Переработка твердого топлива. Процессы горения топлива. Топочные устройства. Основные понятия. Слойные топки. Основные типы слоевых топок. Камерные топки. Камерные топки для сжигания твердого топлива. Циклонные топки. Приготовление пылеугольного топлива. Горелки и форсунки для сжигания топлива. Камерные топки для сжигания жидкого и газообразного топлива. Котельные установки и вспомогательные устройства. Основные понятия. Газотрубные котлы. Водотрубные котлы. Прямоточные котлы. Дополнительные поверхности нагрева. Паровые котельные агрегаты. Вспомогательные устройства. Автоматизация работы паросиловой установки. Тепловой расчет котельного агрегата. Задача теплового расчета. Расчет теплообмена в топке.

Тема 22. Основы энергоснабжения. Возобновляемые источники энергии

Схемы теплоснабжения промышленных предприятий, НГДУ. Экологические проблемы использования тепловой энергии в НГДУ. Цели и направления государственного обеспечения повышения эффективности использования энергии. Оценочные показатели энергоэффективности.

Планы практических занятий

Решение задач на темы:

- Параметры состояния термодинамической системы.
- Уравнения состояния идеального газа
- Термодинамический анализ циклов

Типовые задачи:

Задача. В резервуаре вместимостью 80 м^3 находится воздух при $p_1 = 2 \text{ МПа}$ и $t_1 = 57^\circ\text{C}$. В результате подвода тепла ($v = \text{const}$) температура газа повысилась до $t_2 = 1000^\circ\text{C}$.

Определить конечное давление, а также количество подведенной теплоты и изменение энтальпии; теплоемкость нелинейная.

Задача. В резервуаре при $p_1 = 1,5$ МПа находится смесь, состоящая из 0,8 кг воды и 0,2 кг сухого пара. Определить степень сухости, энтальпию, энтропию, внутреннюю энергию и удельный объем влажного пара.

Задача. 5 м³ водяного пара изобарно расширяются от начального состояния 1 ($p_1 = 2,0$ МПа; $x_1 = 0,9$) до конечного состояния 2 ($p_2 = 2,0$ МПа, $t_2 = 600^\circ\text{C}$). Определить затрату теплоты, совершенную работу и изменение внутренней энергии.

Планы лабораторного практикума

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Структура СРС

Код индикатора формируемой компетенции	Тема	Вид	Форма	Объем учебной работы (часов)	Учебно-методические материалы
ОПК-1/ ОПК-1.1, 1.2, 1.5	Все	подготовка к контрольной работе, лабораторной работе	СРС без участия преподавателя	113	В списке литературы основная и дополнительная литература, электронные образовательные ресурсы

Вопросы для самостоятельного изучения тем

Раздел 1. Термодинамика.

Предмет, методы исследований и область применения технической термодинамики.

Тема 1. Параметры состояния термодинамической системы

Параметры и уравнения состояния.

Тема 2. Уравнения состояния идеального газа

Идеальный и реальный газ.

Тема 3. Теплоемкость, внутренняя энергия, энтальпия идеального газа.

Теплоемкость (изобарная, изохорная) газов и их смесей. Уравнение Майера.

Тема 4. Первый закон термодинамики к процессам изменения физического состояния газа

Первый закон термодинамики для газа.

Раздел 2. Второй закон термодинамики

Тема 5. Термодинамический анализ циклов

Цикл Карно в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 6. Графический метод расчета процессов и циклов с помощью TS – диаграммы

Термодинамические циклы в TS – диаграмме.

Тема 7. Энтропия газовых смесей

Вывод уравнения энтропии

Тема 8. Дифференциальные уравнения термодинамики. Газовые переходы

Термодинамические потенциалы.

Тема 9. Паровые процессы

Циклы в PV-, TS – диаграммах. Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 10. Термодинамическое состояние водяного пара

Термодинамические процессы с водяным паром в PV-, TS – диаграммах.

Тема 11. Влажный воздух
Области использования. Критическая температура и давление.

Тема 12. Истечение и дросселирование газов и паров
Особенности преобразования энергии в потоке упругой жидкости.

Тема 13. Циклы паротурбинных установок
Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 14. Работа газа в компрессоре
Идеальный компрессор.

Тема 15. Циклы паротурбинных установок
Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 16. Циклы газовых тепловых двигателей
Работа и коэффициент полезного действия.

Тема 17. Основы теплопередачи
Условия однозначности. Граничные условия первого рода. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной гладкой трубы и пучка труб, оребренных труб. Теплоотдачи при свободном движении. Сложный теплообмен. Теплопередача через стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции.

Тема 18. Конвективный теплообмен
Подобие физических явлений. Гидромеханическое подобие. Тепловое подобие. Уравнение подобия конвективного теплообмена.

Тема 19. Лучистый теплообмен
Излучение газов. Теплообмен излучением между двумя телами. Защита от теплового излучения.

Тема 20. Теплопередача и понятие о теплообменных аппаратах
Тепловой баланс. Температурный напор. Тепловые расчеты. Состав и объемы продуктов сгорания топлив.

Тема 21. Топливо и котельные установки. Промышленные котельные установки
Камерные топki. Камерные топki для сжигания твердого топлива. Циклонные топki. Приготовление пылеугольного топлива. Горелки и форсунки для сжигания топлива. Камерные топki для сжигания жидкого и газообразного топлива. Котельные установки и вспомогательные устройства. Основные понятия. Газотрубные котлы. Водотрубные котлы. Прямоточные котлы. Дополнительные поверхности нагрева. Паровые котельные агрегаты. Вспомогательные устройства. Автоматизация работы паросиловой установки.

Тема 22. Основы энергоснабжения. Возобновляемые источники энергии
Экологические проблемы использования тепловой энергии в НГДУ. Цели и направления государственного обеспечения повышения эффективности использования энергии. Оценочные показатели энергоэффективности.

№ п/п	Тема
1.	Исследование процессов во влажном воздухе
2.	Экспериментальное определение удельных объемов и расчет таблиц термодинамических свойств двуокиси углерода
3.	Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло
4.	Теплоотдача горизонтальной трубы при свободном движении воздуха

Описание базы лабораторных занятий, форм их проведения:
Лабораторные занятия проводятся на собранных стендах кафедры «Теплоэнергетики» ФБГОУ ВО «УдГУ» с соблюдением всех требований и правил техники безопасности
Или электронный виртуальный курс «Теплотехника», установленные в компьютерном зале ИНГ им. М.С. Гущериева

Для выполнения лабораторного практикума подготовлены методические указания, таблицы перевода физических единиц, и всё сопутствующее оборудование: барометры, психометры, колориферы, линейки, видеокамера.

Защита лабораторных работ происходит интерактивным методом.

Лабораторные работы помогают

- углубить и закрепить знания по темам: термодинамическое состояние водяного пара; истечение и дросселирование газов и паров; основы теплопередачи;
- ознакомиться с методикой опытного исследования термодинамических характеристик;
- получить навыки и освоить опыт в проведении эксперимента, построении термодинамических таблиц и графиков;
- овладеть навыками постановки экспериментальных исследований;
- научиться применять конкретные результаты экспериментальных исследований для целей НГДУ.

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу

Тема: Температурная зависимость давления насыщенного водяного пара при давлении ниже атмосферного.

Задача: исследование состояния воздуха в различных сечениях воздушного тракта.

Задание:

1. По состоянию воздуха исследовать количество испаренной влаги на 1 кг сухого воздуха, расхода тепла на 1 кг испаренной влаги и количество тепла, потерянного в отдельных частях установки в окружающую среду.
2. Результаты изобразить графически.

Тема: Экспериментальное определение удельных объемов и расчет таблиц термодинамических свойств двуокиси углерода.

Задача: практическое усвоение раздела курса термодинамики, связанного с методами экспериментального определения термодинамических свойств реальных веществ.

Задание:

1. По полученным экспериментальным данным рассчитать удельный объем CO_2 для всех равновесных состояний, построить изотермы в PV - диаграмме. Нанести верхнюю и нижнюю пограничные кривые.
2. Сравнить удельные объемы и вычисленную теплоту парообразования.
3. Составить уравнение состояния и таблицу для расчета термодинамических свойств двуокиси углерода.
4. Оценить точность эксперимента.

Тема: Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло.

Задачей является практическое усвоение раздела курса термодинамики, связанного с процессами течения газов.

Задание:

1. Ознакомиться с основными уравнениями процессов течения газов и жидкостей и расчетом течения газов из суживающего сопла с учетом трения.
2. Экспериментально исследовать зависимость массового расхода от отношения давления воздуха на выходе сопла к давлению перед соплом. Построить графики данных зависимостей.
3. Определить скоростной коэффициент и коэффициент расхода.

4. По полученным результатам построить is - диаграмму.

Тема: Теплоотдача горизонтальной трубы при свободном движении воздуха

Задачей работы является углубление и закрепление знаний по теории конвективного теплообмена при свободном движении жидкости.

Задание:

1. Ознакомиться с методикой опытного исследования термодинамических характеристик процесса и получение навыков в проведении эксперимента.
2. Построить графическую зависимость теплоотдачи от температурного напора.

Либо проводятся виртуальные лабораторные работы (авторы Тверской государственной технической университет). Компьютерные версии установлены в каб. 608 Института нефти и газа им. М.С. Гучериева

Лабораторные исследования позволяют более глубоко понимать основные законы термодинамики и теплопередачи, принципы работы тепловых установок. Обработка опытных данных может осуществляться с помощью диаграмм и справочных таблиц, умение пользоваться которыми необходимо инженеру.

В состав виртуальной лаборатории включены шесть работ: три работы по технической термодинамике и три – по теплопередаче.

Использование компьютерных технологий при выполнении лабораторных работ позволяет значительно расширить диапазон как качественных, так и количественных характеристик исследуемых процессов. Использование виртуальной лаборатории позволяет руководителю занятий ставить перед обучаемым индивидуальные задания по исследованию теплотехнических процессов.

Работа 1. Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач

Работа 2. Определение параметров влажного воздуха

Работа 3. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла

Работа 4. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)

Работа 5. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)

Работа 6. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопровод

Перечень заданий, задач, выносимых на лабораторную работу 1.

Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.

Какими методами измеряется температура в данной работе?

Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?

На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?

Сформулируйте и напишите аналитические выражения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек.

Каков физический смысл величин, входящих в уравнения *первого закона термодинамики* для замкнутой и разомкнутой оболочек?

Дайте определение и поясните физический смысл понятий *теплоты* и *работы* в технической термодинамике.

Что означают знаки « + » и « – » для теплоты и работы?

На что и каким образом влияет изменение нагрева трубы при постоянном расходе воздуха?

На что расходуется мощность, подведенная для нагрева трубы, и как она определяется?

Как осуществляется выбор контрольных оболочек (границ) подсистем (системы) применительно к данной лабораторной работе?

В каком месте и почему границы подсистем (системы) размыкаются?

Что называется внутренней энергией рабочего тела? Свойства внутренней энергии и расчетные формулы.

Что называется энтальпией рабочего тела? Свойства энтальпии и расчетные формулы.

Виртуальная лаборатория по технической термодинамике и теплопередаче

Работа 1. Первый закон термодинамики в применении к решению одной из технических задач

Работа 2. Определение параметров влажного воздуха

Работа 3. Исследование процесса истечения из суживающегося сопла

Работа 4. Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)

Работа 5. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)

Работа 6. Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется в виде контрольной работы и опроса

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена

Оценочные средства по дисциплине

Задачи, выносимые на контрольную работу № 1

Вариант Х.

1. Давление влажного насыщенного водяного пара $p_a = \dots$ МПа и паросодержание $x = \dots$ Найти удельный объем, удельную энтальпию и удельную энтропию пара.

2. В резервуаре при $p_1 = \dots$ МПа ($\dots$ бар) находится смесь, состоящая из $\dots$ кг воды и $\dots$ кг сухого пара. Определить степень сухости, энтальпию, энтропию, внутреннюю энергию и удельный объем влажного пара.

3. $\dots$ кг водяного пара изотермически расширяется при $t = \dots$ °С. В начальном состоянии пар влажный ($x_1 = \dots$), в конечном состоянии $p_2 = \dots$ МПа. Определить количество подводимого тепла, изменение внутренней энергии и работу расширения. Задачу решить при помощи справочных данных.

4. Через цилиндрическое сопло вытекает $m = \dots$ кг/с кислорода в среду, давление которой $p_{cp} = \dots$ МПа. При входе в сопло кислород имеет параметры: $p_1 = \dots$ МПа и $t_1 = \dots$ °С. Определить площадь выходного сечения и теоретическую скорость истечения.

Задачи, выносимые на контрольную работу № 2

5. Паротурбинная установка работает по циклу с промежуточным перегревом пара. При входе в турбину: $p_1 = \dots$ МПа и $t_1 = \dots$ °С, давление в конденсаторе $p_2 = \dots$ МПа,

промежуточный перегрев производится при $p_2 = p_3 = \dots$ МПа до температуры $t_3 = \dots$ °С. Определить термический к. п. д. удельный расход пара, количество теплоты, сообщенной пару в парогенераторе, и потерю теплоты в конденсаторе.

6. Идеальный одноступенчатый компрессор всасывает $\dots$ м³/ч метана при $p_1 = \dots$ МПа, $t_1 = \dots$ °С и сжимает его политропически ($n = \dots$) до $p_2 = \dots$ МПа. Определить температуру и объем сжатого метана и теоретическую работу сжатия в компрессоре.

7. Плотность теплового потока через плоскую стенку толщиной $\delta = \dots$ мм равна $q = \dots$ Вт/м². Определить разность температур на поверхности стенки и численные значения градиента температуры в стенке, если она выполнена: а) из латуни, $\lambda = 70$ Вт/(м·К); б) из красного кирпича, $\lambda = 0,7$ Вт/(м·К); в) из пробки, $\lambda = 0,07$ Вт/(м·К).

Оформление:

- Титульный лист (название, исполнитель, дата сдачи).
- Теоретическая часть (дать определения законов, понятий, формул, используемых в ходе подготовки к выполнению задания).
- Расчетная часть (описать алгоритм расчета, привести все входные параметры и расчетные и справочные данные).
- Выводы.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме устного зачета.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Термодинамика и теплопередача»

1. Параметры состояния рабочего тела.
2. Физическое состояние рабочих тел. Идеальный газ.
3. Уравнение состояния для однородного идеального газа. Основные законы идеального газа.
4. Газовые смеси.
5. Теплоемкость газа.
6. Первый закон термодинамики.
7. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Теплоемкость.
8. Энтальпия газа.
9. Термодинамические процессы, изменение состояния газа.
10. Понятие о круговом процессе, цикл Карно и его термодинамическое значение.
11. Второй закон термодинамики.
12. Понятие об энтропии газа и $T - s$ -диаграмма.
13. Водяной пар: особенности, процесс парообразования в $p - v$ -диаграмме.
14. Критическое состояние вещества, теплота парообразования и перегрева
15. $i - s$ -диаграмма водяного пара.
16. Истечение и дросселирование газов и паров.
17. Работа проталкивания. Располагаемая работа.
18. Адиабатный процесс истечения газа.
19. Некоторые особенности истечения пара.
20. Действительный процесс истечения.
21. Дросселирование газов и паров.
22. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
23. Цикл с подводом теплоты при постоянном объеме
24. Цикл с подводом теплоты при постоянном давлении
25. Цикл со смешанным подводом теплоты
26. Циклы газотурбинных установок

27. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме.
28. Термодинамические основы работы компрессоров
29. Многоступенчатые компрессоры.
30. Основы теплопередачи теплопроводность. Основные понятия
31. Теплопроводность стенки
32. Плоская многослойная стенка.
33. Конвективный теплообмен. Основные понятия
34. Понятие о теории подобия и методы анализа размерностей.
35. Теплоотдача при свободном движении.
36. Теплоотдача при вынужденном движении.
37. Лучистый теплообмен. Основные понятия
38. Основные законы теплового излучения
39. Излучение газов и паров.
40. Теплопередача
41. Понятие о теплообменных аппаратах
42. Расчеты теплообменных аппаратов.
43. Определение конечных температур теплоносителей.
44. Массообмен.
45. Виды топлива. Основные характеристики.
46. Котельные установки.
47. Основы энергоснабжения. Возобновляемые источники энергии.
48. Вторичные энергоресурсы.

Вопросы для проверки остаточных знаний

1. Дайте краткую характеристику термодинамики.
2. Что называется внутренней энергией системы?
3. Дайте определения понятиям теплота и работа.
4. В чем состоит разница между теплотой и работой?
5. Каковы свойства координат термодинамического состояния?
6. Какие величины называют потенциалами термодинамических взаимодействий?
7. Что понимается под термодинамической системой, рабочим телом?
8. Приведите примеры термодинамических систем?
9. Назовите основные параметры состояния и единицы их измерения.
10. Каким числом независимых параметров можно задать состояние рабочего тела?
11. Какое состояние называется равновесным и неравновесным?
12. Назовите известные термодинамические процессы.
13. Приведите уравнение состояния идеального газа и дайте характеристику каждого из его составляющих.
14. Что называют реальным газом?
15. Какие известны уравнения состояния реального газа.
16. Как определить газовую постоянную смеси и ее молекулярную массу, если смесь задана массовыми или объемными долями?
17. Напишите уравнение первого закона термодинамики и дайте определения понятиям работа расширения, внутренняя энергия, энтальпия.
18. Объясните различия между законом сохранения и превращения энергии и первым началом термодинамики.
19. Рассмотрите приложение первого закона термодинамики для некоторых частных случаев, когда отсутствует теплообмен с окружающей средой, не изменяется объем системы или не меняется внутренняя энергия.
20. Что называется теплоемкостью вещества? Перечислите и охарактеризуйте виды теплоемкостей, применяемых в расчетах. Как зависит теплоемкость от температуры?

Что такое средняя теплоемкость?

21. Что такое энтропия? К какому классу функций (состояния или процесса) относится энтропия? Свойства T, s - диаграммы.
22. Когда изменение внутренней энергии, теплота и работа считаются положительными или отрицательными?
23. Перечислите основные процессы изменения состояния идеального газа. Изобразите их в p, v - и T, s - диаграммах. Как рассчитываются термодинамические процессы?
24. Какой термодинамический процесс называется циклом?
25. Сформулируйте теорему Карно.
26. Опишите цикл Карно. Покажите, что К.П.Д. цикла Карно не может быть больше единицы.
27. В чем сущность второго закона термодинамики? Назовите его некоторые формулировки.
28. Может ли в процессе без теплообмена (адиабатном) изменяться энтропия?
29. Докажите, что разность между теплоемкостями $C_p - C_v$ для всех веществ, встречающихся в природе, всегда положительна.
30. Докажите, что теплоемкости C_p и C_v идеального газа зависят только от температуры.
31. Покажите связь показателя адиабаты с теплоемкостями C_p и C_v идеального газа.
32. Какие термодинамические процессы идеального газа изучаются в термодинамике? Их специфические особенности. Почему они являются равновесными?
33. В каком термодинамическом процессе можно получить механическую работу без подвода теплоты? За счет чего это происходит?
34. В каком термодинамическом процессе все подведенное к рабочему телу количество теплоты полностью расходуется на получение механической работы?
35. Изобразите термодинамические процессы на $v-p$ и $T-s$ диаграммах.
36. Расскажите о принципиальной схеме холодильной установки и ее цикле. Какой показатель характеризует эффективность цикла холодильной установки?
37. Приведите классификацию и основные характеристики процессов теплообмена.
38. Сформулируйте основной закон теплопроводности.
39. Как распределяется температура по толщине плоской и цилиндрической стенок?
40. Из чего складывается термическое сопротивление теплопередачи однослойных и многослойных стенок?
41. Сформулируйте закон, характеризующий процесс теплообмена конвекцией.
42. Что такое определяющая температура и определяющий размер? Как они находятся?
43. Теплообмен при свободной конвекции в ограниченном пространстве.
44. Как определить тепловой поток между двумя пластинами? Для каких целей применяются экраны?
45. Приведите примеры теплообмена. Как производится расчет сложного теплообмена?
46. Какие применяются схемы движения теплоносителей в теплообменниках?
47. Какие основные уравнения используются при расчете теплообменников

УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. М.С. ГУЦЕРИЕВА

Дисциплина: «Термодинамика и теплопередача»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № XX

1. Дросселирование газов и паров
2. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме.
3. Температурная зависимость давления насыщенного водяного пара при давлении

ниже атмосферного.
Зав. кафедрой
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры, протокол № от

УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. М.С. ГУЦЕРИЕВА

Дисциплина: «Термодинамика и теплопередача»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № XX

1. Виды топлива. Основные характеристики.
2. Циклы газотурбинных установок
3. Местная теплоотдача при турбулентном движении воздуха в трубке.

Зав. кафедрой,
Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры, протокол № от

Контрольно-измерительные материалы

Оценка объема и качества знаний студентов по результатам семестровой аттестации определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний и обеспечения качества учебного процесса. Семестровая балльная раскладка по дисциплине приведена в таблицах 1, 2, 3, 4.

Применение балльно-рейтинговой системы

по дисциплине: «Термодинамика и теплопередача»

Таблица 1- Максимальный рейтинг по элементам контроля:

№ п/п	Наименование элемента контроля	Количество баллов
1	Выполнение и защита лабораторных работ или опрос	40
2	Выполнение контрольных работ	20
3	Экзамен	40
	Всего	100

Таблица 2 - Распределение баллов по элементам контроля:

№ п \ п	Наименование элемента контроля	Максимальное количество баллов за одну работу	Количество работ за курс	Максимально возможное количество баллов за данный вид работ
1	Выполнение и защита лабораторных работ или опрос	10	4	40
2	Выполнение контрольных работ	10	2	20
	Всего			60

Баллы за работу на лабораторных занятиях начисляются за правильность выполнения решения, а также за активное участие студентов при выполнении лабора-

торных работ. Баллы не выставляются студентам пассивно присутствующим на лабораторном занятии.

Таблица 3 - Перечень лабораторных работ и рейтинг
(при наличии)

№	Раздел	Время проведения	Рейтинг	Наименование и порядковый номер работы
1.	1	Перед 1 рубежным контролем	10	Лабораторная работа № 1.
2.	1		10	Лабораторная работа № 2.
3.	1	Перед 2 рубежным контролем	10	Лабораторная работа № 3.
4.	2		10	Лабораторная работа № 4.
	Итого		40	

Баллы за выполнение отчета по лабораторным работам и их защиту начисляются за полноту и правильность выполнения задания, за правильность выводов. Рейтинг не проставляется за работы, сданные с опозданием, но студент получает за них зачет. Баллы не начисляются, в случае выполнения работы студентом не в полном объеме, при наличии сквозной ошибки, либо более 2-х ошибок. Работы считаются сданными своевременно: в конце занятия; в начале следующего занятия; в периоде между двумя смежными занятиями.

Баллы за выполнение контрольных работ. Начисляются исходя из полноты и безошибочности ответа на вопросы и правильности решения задач. Темы, рассматриваемые в контрольных работах, максимальное количество баллов и время проведения представлены в таблице 4:

Таблица 4 - Рейтинг за выполнение контрольной работы

№	Разделы / темы	Критерии оценивания	Время проведения
1.	Раздел 1 темы 1 - 12	Выдается 2 вопроса по любой теме и задача. За ответ на теоретические вопросы присуждается 5 баллов. За решение задачи присуждается 5 баллов. Итого максимум 10 баллов.	Перед 1 рубежным контролем.
2	Раздел 1 темы 13 - 23	Выдается 2 вопроса по любой теме и задача. За ответ на теоретические вопросы присуждается 5 баллов. За решение задачи присуждается 5 баллов. Итого максимум 10 баллов.	Перед 2 рубежным контролем.
	итого	20	

Рейтинг рубежного контроля переводится в оценку по таблице 6.

Таблица 6. - Рейтинг рубежного контроля

Текущий рейтинг контрольной точки	Оценка на рубежном контроле
86 - 100% от максимально возможного рейтинга на данный момент времени	Зачтено
71 - 85 % от максимально возможного рейтинга на данный момент времени	Зачтено

56 - 70% от максимально возможного рейтинга на данный момент времени	Зачтено
Менее 55% от максимально возможного рейтинга на данный момент времени	Не зачтено
Рейтинг 1 рубежного контроля составляет 30 баллов Рейтинг 2 рубежного контроля составляет 30 баллов Итого максимум 60 баллов.	

Минимальный рейтинг для допуска к зачету составляет 41 балл.

Полный комплект фонда оценочных средств представлен в приложении 1 к рабочей программе дисциплины

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

8.1.1. Основная литература

1. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 264 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05093-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470717> (дата обращения: 20.06.2021).
2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 248 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05094-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/470720>

8.1.2 Дополнительная литература

1. Рабинович, О. М. Сборник задач по технической термодинамике : учеб. пособие для техникумов / О. М. Рабинович. - стер. изд., перепеч. с изд. 1973 г., 5-е изд., перераб. —Москва : Альянс, 2015. - 342, [2] с.
2. Степанов, В. Н. Автомобильные двигатели. Расчеты : учебное пособие для вузов / В. Н. Степанов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 149 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07814-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471532>
3. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок: учеб. пособие для вузов по напр. 650800 "Теплоэнергетика" / А. А. Александров. - 2-е изд.,стер. - М. : Изд-во МЭИ, 2006. - 157, [1] с.
4. Пуанкаре, А. Термодинамика / А. Пуанкаре ; пер. с фр. О.И. Яковенко ; пер. под ред. И.А. Квасникова. - М. : Ин-т компьютер. исслед. ; Ижевск : РХД, 2005. - 331 с.
5. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. пособие для вузов / В. В. Нащокин. - 4-е изд., стер. - М. : Аз-бук, 2008. — 468 с.
6. Назмеев Ю.Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учеб. пособие для вузов по напр. "Теплоэнергетика" рек. МО РФ / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. - 3-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2005. — 259 с.
7. Лариков, Н. Н. Общая теплотехника : учеб. пособие для строительно-технолог. спец. вузов / Н. Н. Лариков. - М. : Стройиздат, 1975.

8. Бендерский, Б.Я. Техническая термодинамика и теплопередача : Курс лекций с краткими биографическими данными / Б.Я. Бендерский. - М.;Ижевск : Ин-т компьютер.исслед., 2002. - 262,[1]с. : ил. ; 60х84/16. - Библиогр.:с.262-263. - ISBN 5-93972-
9. Ключников, Г.М. Влажный воздух.Определение характеристик электросушителя.Измерение параметров струи : Метод.указ.к лаборат.работам на базе электросушителя ER-4 -"воздушное полотенце" / ИГТУ. - Ижевск, 1996. - 17с. :
10. Теплотехника : Учеб.для вузов рек.МО РФ / Под ред.В.Н.Луканина. - 3-е изд.,испр. - М. : Высш.шк., 2002. - 671с. : ил. ; 60х88/16. - Библиогр.:с.670-671.
11. Теплотехника. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Л. Ерофеев [и др.] ; под редакцией В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 395 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-6992-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/469615>
12. Амерханов, Р. А. Теплотехника : учеб.для вузов рек. МО РФ / Р. А. Амерханов, Б. Х. Драганов. - 2-е изд., перераб., доп. - М. :Энергоатомиздат, 2006. - 431 с.
13. Краснощеков, Е.А. Задачник по теплопередаче : Учеб.пособие для вузов / Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергия, 1975.

Периодические издания

1. Химия и технология топлив и масел
2. Нефтепромышленное дело
3. Нефтегазовые технологии
4. Нефтегазовое дело
5. Нефтяное хозяйство
6. Бурение и нефть
7. Нефть России
8. Газовая промышленность
9. Oil & Gas Journal
10. Нефтепереработка

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

1. Удмуртская научно-образовательная Электронная библиотека (УДНОЭБ) (<http://elibrary.udsu.ru/xmlui/>)
2. ЭБС «Лань» (<https://e.lanbook.com/>)
3. ЭБС «Юрайт» (<https://urait.ru/>)
4. ЭБС «IPR Books» (<http://www.iprbookshop.ru/>)
5. ЭБС «Znaniium» (<http://znaniium.com/>)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа над конспектом лекции

Основу теоретического обучения студентов составляют лекции. Они дают систематизированные знания студентам о наиболее сложных и актуальных проблемах изучаемой дисциплины. На лекциях особое внимание уделяется не только усвоению студентами изучаемых проблем, но и стимулированию их активной познавательной деятельности, творческого мышления, развитию научного мировоззрения, профессионально-значимых свойств и качеств. Лекции по учебной дисциплине проводятся, как правило, как проблемные в форме диалога (интерактивные). Осуществляя учебные действия на лекционных занятиях, студенты должны внимательно воспринимать действия

преподавателя, запоминать складывающиеся образы, мыслить, добиваться понимания изучаемого предмета, применения знаний на практике, при решении учебно-профессиональных задач. Студенты должны аккуратно вести конспект. В случае непонимания какой-либо части предмета следует задать вопрос в установленном порядке преподавателю. В процессе работы на лекции необходимо так же выполнять в конспектах модели изучаемого предмета (рисунки, схемы, чертежи и т.д.), которые использует преподаватель.

Работу над конспектом следует начинать с его доработки, желательно в тот же день, пока материал еще легко воспроизводим в памяти. С целью доработки необходимо прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются

знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Подготовленный конспект и рекомендуемая литература используются при подготовке к семинарским и практическим занятиям. Подготовка сводится к внимательному прочтению учебного материала, к выводу с карандашом в руках всех утверждений и формул, к решению примеров, задач, к ответам на вопросы. Примеры, задачи, вопросы по теме являются средством самоконтроля.

Непременным условием глубокого усвоения учебного материала является знание основ, на которых строится изложение материала. Обычно преподаватель напоминает, какой ранее изученный материал и в какой степени требуется подготовить к очередному занятию. Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний. Неоднократное обращение к пройденному материалу является наиболее рациональной формой приобретения и закрепления знаний.

Работа с рекомендованной литературой

При работе с основной и дополнительной литературой целесообразно придерживаться такой последовательности. Сначала прочитать весь заданный текст в быстром темпе. Цель такого чтения заключается в том, чтобы создать общее представление об изучаемом материале, понять общий смысл прочитанного. Затем прочитать вторично, более медленно, чтобы в ходе чтения понять и запомнить смысл каждой фразы, каждого положения и вопроса в целом.

Чтение приносит пользу и становится продуктивным, когда сопровождается записями. Это может быть составление плана прочитанного текста, тезисы или выписки, конспектирование и др. Выбор вида записи зависит от характера изучаемого материала и целей работы с ним. Если содержание материала несложное, легко усваиваемое, можно ограничиться составлением плана. Если материал содержит новую и трудно усваиваемую информацию, целесообразно его законспектировать.

План – это схема прочитанного материала, перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- план-конспект – это развернутый детализированный план, в котором по наиболее сложным вопросам даются подробные пояснения,

- текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника,
- свободный конспект – это четко и кратко изложенные основные положения в результате глубокого изучения материала, могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом,
- тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает ответ по изучаемому вопросу.

В процессе изучения материала источника и составления конспекта нужно обязательно применять различные выделения, подзаголовки, создавая блочную структуру конспекта. Это делает конспект легко воспринимаемым и удобным для работы.

При работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слово-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

Подготовка к практическому занятию

Для успешного освоения материала студентам рекомендуется сначала ознакомиться с учебным материалом, изложенным в лекциях и основной литературе, затем выполнить самостоятельные задания, при необходимости обращаясь к дополнительной литературе.

При подготовке к семинару можно выделить 2 этапа:

- организационный,
- закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;
- подбор рекомендованной литературы;
- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.

Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его наиболее важная и сложная часть, требующая пояснений преподавателя в процессе контактной работы со студентами. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов.

В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, разобраться в иллюстративном материале, задачах.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (перечня основных пунктов) по изучаемому материалу (вопросу). Такой план позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам и структурировать изученный материал.

Целесообразно готовиться к семинарским занятиям за 1-2 недели до их начала, а именно: на основе изучения рекомендованной литературы выписать в контекст основные категории и понятия по учебной дисциплине, подготовить развернутые планы ответов и краткое содержание выполненных заданий.

Студент должен быть готов к контрольным опросам на каждом учебном занятии.

Одобрается и поощряется инициативные выступления с докладами и рефератами по темам семинарских занятий.

Подготовка докладов, выступлений и рефератов

Реферат представляет письменный материал по определённой теме, в котором собрана информация из одного или нескольких источников. В нем в обобщенном виде представляется материал на определенную тему, включающий обзор соответствующих литературных и других источников. Рефераты могут являться изложением содержания какой-либо научной работы, статьи и т.п.

Доклад представляет публичное, развёрнутое сообщение (информирование) по определённой проблеме или комплексу вопросов, основанное на привлечении документальных данных, результатов исследования, анализа деятельности и т.д.

При подготовке к докладу на семинаре по теме, указанной преподавателем, студент должен ознакомиться не только с основной, но и дополнительной литературой, а также с последними публикациями по этой тематике в сети Интернет. Необходимо подготовить текст доклада и иллюстративный материал в виде презентации. Доклад должен включать введение, основную часть и заключение. На доклад отводится 20-25 минут учебного времени. Он должен быть научным, конкретным, определенным, глубоко раскрывать проблему и пути ее решения. Особенно следует обратить внимание на безусловную обязательность решения домашних задач, указанных преподавателем к семинару.

Методические указания к выполнению контрольной работы

Структура контрольной работы:

- титульный лист,
- содержание контрольной работы,
- основная часть контрольной работы,
- выводы по работе,
- список использованной литературы.

Объем контрольной работы до 15 страниц машинописного текста через 1.5 интервала.

В контрольной работе должно быть отражено умение систематизировать, анализировать, обобщать, делать выводы и связывать теоретические знания с практикой. В тексте необходимо выделить основные идеи и предложить собственное отношение к ним, основные положения работы желательно иллюстрировать своими примерами. В тексте необходимо делать ссылки на использованную литературу с указанием страниц. В контрольной работе должны активно использоваться не менее 7 источников.

Ваша **самостоятельная работа** может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в беседах, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- подготовки к семинарам устных докладов (сообщений);
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- выполнения выпускных квалификационных работ и др.
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях.
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, написания рефератов и эссе по отдельным вопросам изучаемой темы.

Подготовка к промежуточной аттестации

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Методические рекомендации студентам по подготовке к зачету/экзамену

При подготовке к зачету студент должен повторно изучить конспекты лекций и рекомендованную литературу, просмотреть решения основных задач, решенных самостоятельно и на семинарах, а также составить письменные ответы на все вопросы, вынесенные на зачет.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Требования к аудитории (помещению, местам) для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций:

10.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

вместимость: 21 чел, наличие лаборантской.

10.2. Требования к аудиторному оборудованию, в том числе к неспециализированному компьютерному оборудованию и программному обеспечению общего пользования

наличие большой доски, экрана, компьютера, проектора.

10.3. Требования к специализированному оборудованию:

стенд «Тепломассообмен»; стенд «Теплопроводность теплоизоляционных материалов»; микропроцессорный отладочный комплекс; тепловизор

10.4. Перечень программного обеспечения: наличие программ Microsoft Office Power-Point, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word

11. Особенности организации образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализация дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Для адаптации программы освоения дисциплины используются следующие методы:

- для лиц с нарушениями слуха используются методы визуализации информации (презентации, использование компьютера для передачи текстовой информации, интерактивная доска, участие сурдолога и др.)

- для лиц с нарушениями зрения используются такие методы, как увеличение текста и картинки (в программах Windows), программы-синтезаторы речи, в том числе в ЭБС, звукозаписывающие устройства (диктофоны), компьютеры с соответствующим программно-аппаратным обеспечением и портативные компьютеризированные устройства.

Для маломобильных групп населения имеется необходимое материально-техническое обеспечение (пандусы, оборудованные санитарные комнаты, кнопки вызова персонала, оборудованные аудитории для лекционных и практических занятий), возможно применение ассистивных технологий и средств.

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.), при необходимости выделяется дополнительное время на подготовку и предоставляются необходимые технические средства.