

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 13.05.2024 10:13:30  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2358d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной  
программы

\_\_\_\_\_ А.Е. Анашкина  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Теплотехника  
специальность: 21.05.04 – Горное дело  
направленность: Маркшейдерское дело  
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры Инженерных систем и сооружений

Протокол № 08 от «25» апреля 2023 г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение обучающимися фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации.

Предоставить студенту достаточные знания законов, понятий, характеристик теплообмена, дать возможность овладеть методиками аналитического, численного, инженерного расчета и экспериментальных исследований по дисциплине, дать представление о современных контрольно-измерительных приборах.

Задачи дисциплины:

- научить навыкам практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве;
- сформировать прочные знания свойств рабочих тел и законов их изменения в различных термодинамических процессах;
- обучить методам анализа эффективности циклов ТСУ;
- объяснить процессы преобразования и рационального использования энергии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основных этапов производственного цикла и технологического процесса строительства скважин, особенности функционирования определённых спецтехнологических процессов;
- основных стандартов и технических условий;
- основных понятий, терминов и определений в области сертификации; организационно-методические принципы сертификации в РФ, правила и порядок проведения сертификации; методы обработки результатов измерений; методы выявления и оценки погрешностей измерений; принципы функционирования средств измерений, методов и методик измерений;

умения:

- анализировать информацию по технологическим, спецтехнологическим процессам и техническим устройствам в области бурения скважин;
- использовать основные положения метрологии, стандартизации и сертификации;
- использовать научные и организационные основы, технические средства, правила и нормы, необходимые для обеспечения качества измерения; использовать способы нахождения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований стандартизации, сертификации, качества и конкурентоспособности; анализировать и представлять результаты измерений; проводить расчёт метрологической надежности средств измерений; применять нормативные документы в области стандартизации и сертификации.

владение:

- приемами, методами наблюдения, измерения и контроля параметров производственных процессов;

- навыками работы с контрольно-измерительной техникой для контроля качества продукции и технологических процессов; применения современных методов контроля качества продукции и процессов при выполнении работ по сертификации продукции и систем менеджмента качества.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: математика, физика, химия, химия нефти и газа, теоретическая механика, гидравлика, информатика.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.4. Осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций	Знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (31)
		Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У1)
	УК-1.5. Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли (В1)
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (32)
		Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных

		<p>теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У2)</p>
		<p>Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве (В2)</p>
<p>ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов</p>	<p>ОПК-6.1. Применяет основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом</p>	<p>Знать (З3): основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом</p>
		<p>Уметь (У3): применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом</p>
		<p>Владеть (В3): навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом</p>
	<p>ОПК-6.2. Оценивает наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам</p>	<p>Знать (З4): наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам</p>
		<p>Уметь (У4): оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам</p>
		<p>Владеть (В4): навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам</p>
<p>ОПК-6.3. Обрабатывает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей</p>	<p>Знать (З5): результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород</p> <p>Уметь (У5): обрабатывать результаты ис-</p>	

	горных пород	пытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород
		Владеть (B5): навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород
	ОПК-6.4. Оценивает влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Знать (З6): влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
		Уметь (У6): оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
		Владеть (B6): навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
ОПК-16. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-16.1. Использует методы прогнозирования и оценки уровня экологической и промышленной безопасности на производственных объектах	Знать (З7) методы прогнозирования и оценки уровня экологической и промышленной безопасности
		Уметь (У7): оценивать промышленную безопасность на производственных объектах
	ОПК-16.2. Разрабатывает системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве горных работ	Владеть (B7): навыками использования методов прогнозирования и оценки уровня экологической и промышленной безопасности
		Знать (З8) системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности
		Уметь (У8): разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности
		Владеть (B8): навыками проектирования систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности
ОПК-17. Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации	ОПК-17.1. Использует нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	Знать (З9) нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда
		Уметь (У9): использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
	ОПК-17.2. Выполняет расчеты технических средств и систем	Владеть (B9): навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
		Знать (З10) виды технических средств и систем безопасности

подземных объектов	безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	Уметь (У10): выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий
		Владеть (В10): навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий
	ОПК-17.3. Проводит обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ	Знать (З11) виды инструктажей по безопасному выполнению работ
Уметь (У11): проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ		
		Владеть (В11): навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/6	16	32	-	60	экзамен
заочная	3/6	6	6	-	96	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Термодинамика	8	16	-	16	38	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-16.1 ОПК-17.1 ОПК-17.2	Вопросы для письменного опроса, выполнение практических работ
2	2	Теплопередача	8	16	-	17	43	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2 ОПК-6.3	Вопросы для письменного опроса, выполнение

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								ОПК-6.4 ОПК-16.2 ОПК-17.3	практических работ
3	Текущие аттестации		-	-	-	-	-	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2	Аттестационные вопросы
4	Экзамен		-	-	-	27	27	ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-6.4 ОПК-16.1 ОПК-16.2 ОПК-17.1 ОПК-17.2 ОПК-17.3	Экзаменационные вопросы
Итого:			16	32	-	60	108	X	X

### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Термодинамика	3	3	-	43	49	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-16.1 ОПК-17.1 ОПК-17.2	Вопросы для письменного опроса, выполнение практических работ
2	2	Теплопередача	3	3	-	44	50	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2 ОПК-6.3 ОПК-6.4 ОПК-16.2 ОПК-17.3	Вопросы для письменного опроса, выполнение практических работ
3	Экзамен		-	-	-	9	9	УК-1.4 УК-1.5 УК-2.2 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3 ОПК-6.4 ОПК-16.1 ОПК-16.2 ОПК-17.1	Экзаменационные вопросы



№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								ОПК-17.2 ОПК-17.3	
		Итого:	6	6	-	96	108	X	X

### **очно-заочная форма обучения (ОЗФО)**

Не реализуется.

#### 5.2. Содержание дисциплины.

##### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### **Раздел 1. Термодинамика.**

Предмет теплотехники, её место и роль в системе в подготовки инженеров. Связь теплотехники со смежными науками. Историческое развитие и проблемы современной теплотехники. Теплотехника на предприятиях нефтяной и газовой промышленности. Основные положения Энергетической программы на длительную перспективу. Совершенствование структуры энергетического баланса, экономия топлива и энергии. Защита окружающей среды. Роль отечественных ученых теплотехников и использование достижений науки и техники с целью формирования у студентов активной гражданской позиции, нравственных качеств, необходимых для профессиональной деятельности.

Предмет технической термодинамики и её методы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Рабочее тело. Термодинамическая система. Параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние.

Первое начало термодинамики. Термодинамическая и потенциальная работа. Теплоёмкость при постоянном давлении и объёме. Зависимость теплоёмкости от температуры. Средние и истинные теплоёмкости. Определение средней теплоёмкости смеси. Частные случаи 1-го начала термодинамики – принцип эквивалентности, закон Гесса, принцип исключенного Perpetuummobile 1-го рода. Понятие о внутренней энергии. Сущность первого начала термодинамики. Аналитического выражение 1-го начала термодинамики. Понятие об энтальпии. Закон Майера.

Термодинамические процессы. Классификация процессов изменения состояния. Политропные процессы. Уравнения политропы. Показатель политропы. Анализ процессов на основе сравнения показателей политропы. Частные случаи политропного процесса – изохорный, изобарный, адиабатный, изотермический. Термодинамический анализ процессов в компрессорах. Поршневой компрессор. Принцип действия. Работа, затрачиваемая на привод компрессора. Индикаторная диаграмма. Изотермическое, адиабатное и политропное сжатие.

Второе начало термодинамики. Тепловые машины, тепловые двигатели и холодильные машины. Круговые процессы (циклы) тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термический КПД и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его свойства. Термодинамическая шкала температур. Аналитическое выражение 2-го начала термодинамики. Статистическое и философское толкование 2-го начала термодинамики.

Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии. Изменение энтропии рабочего тела в термодинамических процессах. Координаты T-S. Процессы парообразования в P-V, T-S и h-S диаграммах. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Расчёт термодинамических процессов с помощью таблиц и P-V, T-S и h-S диаграмм.

Циклы ДВС и ГТУ. Цикл реактивного двигателя. Анализ циклов. Термический КПД цикла теплового двигателя. Методы повышения КПД. Сравнение термических КПД циклов по средним температурам.

Циклы паросиловых установок. Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина. Влияние начальных и конечных параметров цикла Ренкина на его КПД. Изображение цикла в P-V, T-S и h-S диаграммах. Пути повышения экономичности паросиловых установок. Теплофикационный цикл. Бинарный и парогазовый циклы. Прямые преобразователи энергии. Термоэлектрические генераторы. Термоэмиссионные преобразователи. МГД-генераторы.

Циклы холодильных машин, теплового насоса, термотрансформаторов. Циклы холодильных установок. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл паровой и воздушной компрессорной холодильной установки. Понятие об абсорбционных и парожеторных установках. Сущность трансформации, коэффициент преобразования тепла, циклы понижающего и повышающего термотрансформаторов, циклы совместного получения тепла и холода.

## **Раздел 2. Теплопередача.**

Предмет и задачи теории теплообмена. Знание теплообмена в промышленных процессах. Виды переноса тепла – теплопроводность, конвекция, излучение. Сложный теплообмен. Особенности теплообмена в многолетне мёрзлых грунтах. Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле, температурный градиент. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Теплопроводность при стационарном режиме однослойной и многослойной плоской и цилиндрической стенок.

Основные положения и учения в конвективном теплообмене. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Основные положения теории пограничного слоя.

Основы теории подобия и моделирования. Условия подобия физических явлений. Первая и вторая теоремы подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии подобия. Третья теорема подобия. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Анализ размерностей. Понятие о математическом моделировании. Теплопередача при вынужденном течении жидкости. Теплообмен при движении вдоль плоской поверхности, теплоотдача при ламинарном течении жидкостей в гладких и шероховатых, прямых и изогнутых трубах, круглого и некруглого сечения. Расчётные уравнения подобия. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб расположенных коридорно и шахматно. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплоотдача в неограниченном объёме. Ламинарная и турбулентная конвекция у вертикальных поверхностей и горизонтальных труб.

Теплообмен излучением. Общие понятия и определения. Теплообмен излучением при

наличии экранов. Излучение газов. Лучистый теплообмен в потоках и камерах сгорания.

Теплопередача. Основы расчёта теплообменных аппаратов (ТА). Теплопередача как вид сложного теплообмена. Теплопередача через однослойную и многослойную плоскую и цилиндрическую стенки при стационарном режиме. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Критический диаметр тепловой изоляции. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчёта ТА. Конструктивный и поверочный расчёты ТА. Основы гидродинамического расчёта ТА.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
1	1	1	3	-	Предмет теплотехники, её место и роль в системе подготовки инженеров
2		1		-	Предмет технической термодинамики и её методы
3		1		-	Первое начало термодинамики
4		1		-	Термодинамические процессы
5		1		-	Второе начало термодинамики
6		1		-	Циклы ДВС и ГТУ
7		1		-	Циклы паросиловых установок
8		1		-	Циклы холодильных машин, теплового насоса, термотрансформаторов
9	2	1	3	-	Предмет и задачи теории теплообмена
10		1		-	Основные положения и учения в конвективном теплообмене
11		2		-	Основы теории подобия и моделирования
12		2		-	Теплообмен излучением
13		2		-	Теплопередача
Итого:		16	6	X	X

#### Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	16	3	-	Термодинамический расчет цикла компрессора и двигателя внутреннего сгорания
2	2	16	3	-	Теплотехнический расчет первого и второго рода теплообменных аппаратов
Итого:		32	6	X	X

#### Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

## Самостоятельная работа

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	16	43	-	Термодинамика	Внеаудиторная СР. Изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения
2				-		Внеаудиторная СР. Подготовка к практическим занятиям
3	2	17	44	-	Теплопередача	Внеаудиторная СР. Изучение тем теоретического курса, запланированных для самостоятельного освоения.
4				-		Внеаудиторная СР. Подготовка к практическим занятиям
5	1-2	27	9	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		60	96	X	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в Power Point в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия).

## 6 Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## 7 Контрольные работы

К решению задач контрольного задания следует приступать после изучения соответствующего раздела курса и ознакомлением с ходом решения аналогичных задач по учебной литературе.

Студенты выполняют контрольные работы по 2 разделам «Термодинамика» и «Теплопередача». По последней четной цифре личного шифра студента выполняются задачи № 1, 2. Задачи № 3,4 выполняются студентами, имеющими нечетную последнюю цифру личного шифра. Исходные данные к каждой задаче выбираются из соответствующих таблиц по последней и предпоследней цифре шифра.

При решении контрольных задач необходимо соблюдать следующие условия: а) выписывать условие задачи и исходные данные; б) решение задач сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором указывать, какая величина определяется и по какой формуле, какие величины подставляются в формулу и откуда они берутся (из условия задачи, из справочника или были определены выше и т.д.); в) вычисления проводить в единицах СИ, показывать ход решения. После решения задачи нужно дать краткий анализ

полученных результатов и сделать выводы. Всегда, если это возможно, нужно осуществлять контроль своих действий и оценивать достоверность полученных числовых данных.

## 7.1. Термодинамика

**Задача 1.** Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определить: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.1., зависимость величины теплоемкости от температуры приведена в приложении 1.

Таблица 7.1

Последняя цифра шифра	Процесс	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$P_1, \text{МПа}$	$m, \text{кг}$
0	Изохорный	2400	400	0	O <sub>2</sub>	1	2
1	Изобарный	2200	300	1	N <sub>2</sub>	4	5
2	Адиабатный	2000	300	2	H <sub>2</sub>	2	10
3	Изохорный	1800	500	3	N <sub>2</sub>	3	4
4	Изобарный	1600	400	4	CO	5	6
5	Адиабатный	1700	100	5	CO <sub>2</sub>	6	8
6	Изохорный	1900	200	6	N <sub>2</sub>	8	3
7	Изобарный	2100	500	7	H <sub>2</sub>	10	12
8	Адиабатный	2300	300	8	O <sub>2</sub>	12	7
9	Изобарный	1500	100	9	CO	7	9

**Задача 2.** Для теоретического цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном давлении определить параметры рабочего тела (воздуха) в характерных точках цикла, подведенную и отведенную теплоту, работу и термический к.п.д. цикла, если начальное давление  $p_1 = 0,1 \text{ МПа}$ , начальная температура  $t_1 = 27, ^\circ\text{C}$ , степень повышения давления в компрессоре  $\pi$ , температура газа перед турбиной  $t_3$ .

Таблица 7.2

Последняя цифра шифра	$\pi = \frac{P_2}{P_1}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$G, \text{кг/с}$	Последняя цифра шифра	$\pi = \frac{P_2}{P_1}$	Предпоследняя цифра шифра	$t_1, ^\circ\text{C}$	$G, \text{кг/с}$
0	6	0	700	35	5	7,5	5	725	60
1	6,5	1	725	25	6	7	6	750	70
2	7	2	750	30	7	6,5	7	775	80
3	7,5	3	775	40	8	6	8	800	90
4	8	4	700	50	9	7	9	825	100

Определить теоретическую мощность ГТУ при заданном расходе воздуха  $G$ . Дать схему и цикл установки в  $p_v$ - и  $Ts$ -диаграммах. Данные для решения задачи выбрать из табл. 2. Теплоемкость воздуха принять не зависящей от температуры.

**Задача 3.** Провести термодинамический расчет поршневого двигателя, работающего по циклу Дизеля, если начальный удельный объем газа  $v_1$ ; степень сжатия  $\varepsilon = v_1/v_2$ ; начальная температура сжатия  $t_1$ ; количество тепла, подводимое в цикле  $q_1$ . Определить параметры состояния в крайних точках цикла. Энтальпию ( $h$ ), внутреннюю энергию ( $U$ ) определить относительно состояния газа при  $T_0 = 0$  К, энтропию ( $S$ ) — относительно состояния при условиях  $T_0 = 273$  К,  $P = 0,1$  МПа. Построить цикл в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ -координатах. Для каждого процесса определить работу, количество подведенного и отведенного тепла, изменение внутренней энергии, энтальпию и энтропию. Определить работу цикла, термический к.п.д. цикла. Рабочее тело - воздух, масса 1 кг.  $R = 0,287$  кДж/кг·К;  $C_p = 1$  кДж/кг·К. Данные к задаче выбрать из табл. 3.

Таблица 7.3

Последняя цифра шифра	$\varepsilon = v_1/v_2$	Предпоследняя цифра шифра	Начальная температура сжатия, $t_1, ^\circ\text{C}$	$q_1$ , кДж/кг
0	14	0	25	900
1	15	1	20	800
2	20	2	15	500
3	18	3	30	600
4	16	4	40	400
5	15	5	35	850
6	14	6	50	700
7	16	7	30	450
8	18	8	28	550
9	20	9	45	600

**Задача 4.** Определить конечное состояние газа, расширяющегося политропно от начального состояния с параметрами  $P_1$ ,  $t_1$ , изменение внутренней энергии, количество подведенной теплоты, полученную работу, если задан показатель политропы ( $n$ ), конечное давление  $P_2$ . Показать процесс в  $p$ - $v$ - и  $T$ - $s$ -координатах. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 4.

Таблица 7.4

Последняя цифра шифра	$P_1$ , МПа	$t_1, ^\circ\text{C}$	$P_2$ , МПа	$n$	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$m$ , кг
0	0,5	100	0,1	1,2	0	$O_2$	1
1	1	70	0,5	1,5	1	$N_2$	2
2	1,5	110	1,0	1,4	2	$CO$	3
3	2	120	1,5	1,1	3	$N_2$	4
4	2,5	80	0,5	1,3	4	$H_2$	5
5	3	90	1,2	1,2	5	$O_2$	6
6	3,5	130	1,5	1,4	6	$CO_2$	8
7	4	150	0,2	1,6	7	$O_2$	2
8	5	200	2	1,2	8	$CO$	5
9	6	250	3,5	1,5	9	$N_2$	3

## 7.2. Теплопередача

**Задача 1.** Плоская стальная стенка толщиной  $\delta_1$  ( $\lambda_1 = 40$  Вт/м·К) с одной стороны омывается газами; при этом коэффициент теплоотдачи равен  $\alpha_1$ . С другой стороны стенка

изолирована от окружающего воздуха плотно прилегающей к ней пластиной толщиной  $\delta_2$  ( $\lambda_2 = 0,40$  Вт/м·К). Коэффициент теплоотдачи от пластины к воздуху равен  $\alpha_2$ . Определить тепловой поток  $q_1$  Вт/м<sup>2</sup> и температуры  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$  поверхностей стенок, если температура продуктов сгорания  $t_r$ , а воздуха -  $t_b$ . Данные для решения задачи выбрать из табл. 5.

Таблица 7.5

Последняя цифра шифра	$\delta_1$ , мм	$\alpha_1$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$t_r$ , °С	Предпоследняя цифра шифра	$\delta_2$ , мм	$\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$t_b$ , °С
0	5	35	350	0	10	5	30
1	6	45	400	1	12	6	25
2	7	40	370	2	14	7	20
3	8	30	350	3	16	8	15
4	9	35	330	4	18	9	10
5	10	25	300	5	20	10	5
6	6	42	380	6	22	9	0
7	5	30	320	7	24	8	-5
8	3	34	400	8	26	6	-10
9	4	38	280	9	28	5	-20

**Задача 2.** Воздух течет внутри трубы, имея среднюю температуру  $t_b$ , давление  $p_1 = 1$  МПа и скорость  $\omega$ . Определить коэффициент теплоотдачи от трубы к воздуху ( $\alpha_1$ ), а также удельный тепловой поток, отнесенный к 1 м длины трубы, если внутренний диаметр трубы  $d_1$ , толщина ее  $\delta$  и теплопроводность  $\lambda_1 = 20$  Вт/(м·К). Снаружи труба омывается горячими газами. Температура и коэффициент теплоотдачи горячих газов, омывающих трубу, соответственно равны  $t_r$ ,  $\alpha_2$ . Данные, необходимые для решения задачи выбрать из табл. 6. Физические параметры сухого воздуха для определения  $\alpha_1$  взять из приложения 2.

Таблица 7.6

Последняя цифра шифра	$t_r$ , °С	$\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> ·К	$\omega$ , м/с	Предпоследняя цифра шифра	$t_b$ , °С	$d_1$	$\delta$
						мм	
0	500	20	10	0	150	70	3
1	550	20	9	1	200	80	5
2	600	40	6	2	130	60	4
3	650	50	8	3	100	40	3
4	700	40	10	4	150	20	2
5	750	60	12	5	200	50	3
6	800	50	14	6	250	80	5
7	780	40	16	7	200	60	4
8	740	30	18	8	150	40	3
9	520	20	20	9	100	20	2

**Задача 3.** Стальной трубопровод диаметром  $d_1/d_2 = \frac{100\text{ мм}}{110\text{ мм}}$  с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_1$  покрыт изоляцией в 2 слоя одинаковой толщины  $\delta_2 = \delta_3 = 50$  мм, причем первый слой имеет коэффициент теплопроводности  $\lambda_2$ , второй  $\lambda_3$ .

Таблица 7.7

Последняя цифра шифра	$\lambda_1$ , Вт/м·К	$\lambda_2$ , Вт/м·К	$\lambda_3$ , Вт/м·К	Предпоследняя цифра шифра	$t_1$ , °С	$t_4$ , °С
0	50	0,06	0,12	0	250	50
1	30	0,03	0,06	1	300	100

2	40	0,08	0,16	2	400	200
3	60	0,10	0,20	3	350	150
4	45	0,04	0,14	4	500	120
5	20	0,01	0,15	5	450	90
6	50	0,05	0,12	6	380	60
7	40	0,02	0,08	7	280	50
8	45	0,06	0,10	8	550	20
9	35	0,04	0,15	9	200	70

Определить потери теплоты через изоляцию с 1 м. трубы, если температура внутренней поверхности  $t_1$ , а наружной поверхности изоляции  $t_4$ . Определить температуру на границе соприкосновения слоев  $t_3$ . Как изменится величина тепловых потерь с 1 м. трубопровода, если слой изоляции поменять местами, т.е. слой с большим коэффициентом  $\lambda$  наложить непосредственно на поверхность трубы? Данные выбрать из табл. 7.

**Задача 4.** Определить потери теплоты в единицу времени с 1 м. длины горизонтально расположенной цилиндрической трубы, охлаждаемой свободным потоком воздуха, если температура стенки трубы  $t_c$ , температура воздуха в помещении  $t_b$ , а диаметр трубы  $d$ . Степень черноты трубы  $E_c = 0,9$ . Данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.8.

Таблица 7.8

Последняя цифра шифра	d, мм	Предпоследняя цифра шифра	$t_c$	$t_b$	Последняя цифра шифра	d, мм	Предпоследняя цифра шифра	$t_c$	$t_b$
			°C					°C	
0	220	0	150	15	5	270	5	100	20
1	230	1	140	20	6	300	6	190	15
2	210	2	130	25	7	320	7	180	10
3	240	3	120	35	8	340	8	170	5
4	250	4	110	25	9	360	9	160	0

Приложение 7.1

Средние изобарные теплоемкости

$t, ^\circ\text{C}$	Воздух	Кислород $\text{O}_2$	Азот $\text{N}_2$	Водород $\text{H}_2$	Водяной пар $\text{H}_2\text{O}$	Окись углерода $\text{CO}$	Углекислый газ $\text{CO}_2$
0	29,073	29,274	29,115	28,617	33,499	29,123	35,860
100	29,153	29,538	29,144	29,935	33,741	29,178	38,112
200	29,299	29,931	29,228	29,073	34,188	29,303	40,059
300	29,521	30,400	29,383	29,123	34,575	29,517	41,755
400	29,789	30,878	29,601	29,186	35,090	29,789	43,250
500	30,095	31,334	29,864	29,249	35,630	30,099	44,573
600	30,405	31,761	30,149	29,316	36,195	30,426	45,758
700	30,723	32,150	30,451	29,408	36,789	30,752	46,813
800	31,028	32,502	30,748	29,517	37,392	31,070	47,763
900	31,321	32,825	31,037	29,647	38,008	31,376	48,617
1000	31,598	33,118	31,313	29,789	38,619	31,665	49,392
1200	32,109	33,633	31,828	30,107	39,825	32,192	50,740
1400	32,565	34,076	32,293	30,467	40,976	32,653	51,858
1600	32,967	34,474	32,699	30,832	42,056	33,051	52,800
1800	33,319	34,834	33,055	31,192	43,070	33,402	53,604



2000	33,641	35,169	33,373	31,548	43,995	33,708	54,290
2200	33,296	35,483	33,658	31,891	44,853	33,980	54,881
2400	34,185	35,785	33,909	32,222	45,645	34,223	55,391

## Приложение 7.2

### Физические параметры сухого воздуха при давлении 101,3 кПа

$t, ^\circ\text{C}$	$10^2 \cdot \lambda, \text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$	$10^6 \cdot \nu, \text{м}^2/\text{с}$	$P_g$
0	2,44	13,28	0,707
100	3,21	23,13	0,688
200	3,94	34,85	0,680
300	4,60	48,33	0,674
400	5,21	63,09	0,678
500	5,75	79,38	0,687
600	6,23	96,89	0,699
700	6,71	115,4	0,706
800	7,19	134,8	0,713
900	7,64	155,1	0,717
1000	8,08	177,1	0,719

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	2	3
1 текущая аттестация		
1.1	Сдача лабораторных и практических работ по разделу 1	15
1.2	Письменный опрос по разделу 1 дисциплины	15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
2.1	Сдача лабораторных и практических работ по разделам 1-2	15
2.2	Письменный опрос по разделам 1-2	15
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
3.1	Сдача лабораторных и практических работ по разделу 2	15
3.2	Презентация доклада	5
3.3	Письменный опрос по разделу 2 дисциплины	20
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows.

## 10 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Теплотехника	<p>Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №722, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., акустическая система (колонки) - 2 шт., проекционный экран - 1 шт., документ-камера - 1 шт.</p> <p>Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №722, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Моноблок - 1 шт., проектор - 1 шт., акустическая система (колонки) - 2 шт., проекционный экран - 1 шт., документ-камера - 1 шт.</p>	<p>625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70</p> <p>625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, д. 70</p>

## 11 Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает

рекомендации, необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Теплотехника

Код, специальность 21.05.04 Горное дело

Направленность Маркшейдерское дело

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	Знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (31)	Не знает методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует отдельные знания методов системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует достаточные знания методов системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует исчерпывающие методы системного и критического анализа процессов и оборудования, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации; методик разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации в области техники и технологий, используемых при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У1)	Не умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли	Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций при реализации технологических процессов нефтегазового производства; теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли
	Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли (В1)	Не владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли	Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности	Владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности	В совершенстве владеет навыками системного интеллектуального мышления, экспертных оценок, коллективной генерации идей и осуществления предложений по совершенствованию техники и технологий; навыками работы со сложными теплотехническими системами в нефтегазовой отрасли

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации (32)	Не знает фундаментальные законы термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основные формы распространения теплоты в пространстве, процессы и оборудование, используемое при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует отдельные знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует достаточные знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации	Демонстрирует исчерпывающие знания фундаментальных законов термодинамики (первое и второе начало, теории циклов), основных форм распространения теплоты в пространстве, процессов и оборудования, используемого при разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонте и модернизации
	Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли (У2)	Не разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли	Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет разрабатывать проект по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли, их ремонту и модернизации с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта по разработке и эксплуатации сложных теплотехнических систем в нефтегазовой отрасли

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве (B2)	Не владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве	Владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет навыками практического применения знаний гидравлических и теплотехнических законов, методик расчета, принципов работы гидроприводов, двигателей внутреннего сгорания и другого оборудования, применяемого в нефтегазовом хозяйстве
ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных	Знать (З3): основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Не знает основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Недостаточно хорошо знает основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Знает основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Знает в совершенстве основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом
	Уметь (У3): применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Не умеет применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Посредственно умеет применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Хорошо умеет применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Умеет применять основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
сооружений	Владеть (В3): навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Не владеет навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Посредственно владеет навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Хорошо владеет навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Свободно владеет навыками применения основных понятий; основ разрушения горных пород; физических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом
	Знать (З4): наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Не знает наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Недостаточно хорошо знает наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Знает наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Знает в совершенстве наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам
	Уметь (У4): оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Не умеет оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Посредственно умеет оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Хорошо умеет оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Умеет оценивать наиболее эффективные способы управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам



Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Владеть (B4): навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Не владеет навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Посредственно владеет навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Хорошо владеет навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам	Свободно владеет навыками оценки наиболее эффективных способов управления состоянием массива горных пород соответственно конкретным горно-геологическим условиям и технологическим процессам
	Знать (З5): результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Не знает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Недостаточно хорошо знает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Знает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Знает в совершенстве результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород
	Уметь (У5): обрабатывать результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Не умеет обрабатывать результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Посредственно умеет обрабатывать результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Хорошо умеет обрабатывать результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Умеет оценивать результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород
	Владеть (B5): навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Не владеет навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Посредственно владеет навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Хорошо владеет навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Свободно владеет навыками обработки результатов испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Знать (З6): влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Не знает влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Недостаточно хорошо знает влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Знает влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Знает в совершенстве влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
	Уметь (У6): оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Не умеет оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Посредственно умеет оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Хорошо умеет оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Умеет оценивать влияние свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
	Владеть (В6): навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Не владеет навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Посредственно владеет навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Хорошо владеет навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ	Свободно владеет навыками оценки влияния свойств горных пород и состояния породного массива на выбор технологии и механизации буровзрывных работ
ОПК-16. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и	Знать (З7) методы прогнозирования и оценки уровня экологической и промышленной безопасности	Не знает принципы формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Демонстрирует отдельные знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Демонстрирует достаточные знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	Демонстрирует исчерпывающие знания по принципам формирования оптимальной системы коммуникации в организации, учитывая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	Уметь (У7): оценивать промышленную безопасность на производственных объектах	Не умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий	Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет применять на практике элементы коммуникации в организации, с учетом социальных, этнических, конфессиональных и культурных различий
	Владеть (В7): навыками использования методов прогнозирования и оценки уровня экологической и промышленной безопасности	Не владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды	Владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды	В совершенстве владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды
	Знать (З8) системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Не знает системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Демонстрирует отдельные знания по системам по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Демонстрирует достаточные знания по системам по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Демонстрирует исчерпывающие знания по системам по обеспечению экологической и промышленной безопасности
	Уметь (У8): разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Не умеет разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Умеет разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет разрабатывать системы по обеспечению экологической и промышленной безопасности
	Владеть (В8): навыками проектирования систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Не владеет навыками проектирования систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности	Владеет навыками проектирования систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками проектирования систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности	В совершенстве владеет навыками и методами формирования наиболее эффективной коммуникации в организации для достижения результатов в работе команды

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
ОПК-17. Способен применять методы обеспечения промышленной безопасности, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов	Знать (39) нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда	Не знает нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда	Демонстрирует отдельные знания нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда	Демонстрирует достаточные знания нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда	Демонстрирует исчерпывающие знания нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда
	Уметь (У9): использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	Не умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	Умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет использовать нормативные документы по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
	Владеть (В9): навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	Не владеет навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	Владеет навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых	В совершенстве владеет навыками поиска нормативных документов по промышленной безопасности и охране труда при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых
	Знать (310) виды технических средств и систем безопасности	Не знает виды технических средств и систем безопасности	Демонстрирует отдельные знания видов технических средств и систем безопасности	Демонстрирует достаточные знания видов технических средств и систем безопасности	Демонстрирует исчерпывающие знания видов технических средств и систем безопасности

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Уметь (У10): выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	Не умеет выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	Умеет выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет выполнять расчеты технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий
	Владеть (В10): навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	Не владеет навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	Владеет навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий	В совершенстве владеет навыками расчета технических средств и систем безопасности, в том числе с использованием информационных технологий
	Знать (З11) виды инструктажей по безопасному выполнению работ	Не знает виды инструктажей по безопасному выполнению работ	Демонстрирует отдельные знания видов инструктажей по безопасному выполнению работ	Демонстрирует достаточные знания видов инструктажей по безопасному выполнению работ	Демонстрирует исчерпывающие знания видов инструктажей по безопасному выполнению работ
	Уметь (У11): проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ	Не умеет проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ	Умеет проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет проводить обучение и инструктаж по безопасному выполнению работ
	Владеть (В11): навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ	Не владеет навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ	Владеет навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ	В совершенстве владеет навыками проведения инструктажа по безопасному выполнению работ

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина ТеплотехникаКод, специальность 21.05.04 Горное делоНаправленность Маркшейдерское дело

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Тепломасообменное оборудование и тепловые процессы в системах транспорта и хранения нефти и газа [Текст]: учебник для студентов образовательных организаций высшего образования, обучающихся по направлению подготовки магистратуры "Нефтегазовое дело" / Ю. Д. Земенков [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - 175 с.	46+ЭР	30	100	+
2	Кудинов, Василий Александрович. Техническая термодинамика и теплопередача : учебник для вузов / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. - 4-е изд., пер. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2020. - 454 с. - (Высшее образование). - URL: <a href="https://urait.ru/bcode/449806">https://urait.ru/bcode/449806</a> . - Режим доступа: для автор. пользователей. - ЭБС "Юрайт".	ЭР	30	100	+
3	Теплотехника [Текст]: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подготовки "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования" и по направлениям подготовки бакалавров "Эксплуатация транспортных средств" и "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" / М. Г. Шатров [и др.]; под ред. М. Г. Шатрова. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2013. - 288 с.	46	30	100	-
4	Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах [Текст] : учебное пособие для студентов нефтегазового профиля / Г. В. Бахмат [и др.] ; ред. Ю. Д. Земенков ; ТюмГНГУ. - Тюмень : Вектор Бук, 2010. - 544 с.	100	30	100	-