Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Рукович Александр Владимирович
Должность: Директор
Дата подписания: 23.11.2021 09:00:21
Уникальный программный ключ:
f45eb7c44954caac05ea7d4f32eb8d7d6b3db96ae6d9b4bda094afddaffb705f

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К. АММОСОВА»
Технический институт (филиал) ФГАОУ ВО «СВФУ» в г. Нерюнгри

Кафедра горного дела

Рабочая программа дисциплины
для программы специалитета

по специальности
Б1.Б.23«Теплотехника»
Специальность: **21.05.04 «Горное дело»**
Направленность программы: специализации
Обогащение полезных ископаемых
Подземная разработка пластовых месторождений

Форма обучения: очная

Автор: Рочев В.Ф., к.т.н., доцент кафедры Горное дело, e-mail: viktor-rochev74@mail.ru

РЕКОМЕНДОВАНО И.о. заведующий кафедрой разработчика ГД /Рочев В.Ф./ протокол № 2 от «05» 03 2019 г.	ОДОБРЕНО И.о. заведующий выпускающей кафедрой ГД /Рочев В.Ф./ протокол № 2 от «05» 03 2019 г.	ПРОВЕРЕНО Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО / Санникова С.Р./ «15» 03 2019 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС / Яковлева Л.А./ протокол УМС № 2 от «26» 04 2019 г.		Зав. библиотекой /Зангеева А.Ю./ «15» 03 2019 г.

Нерюнгри 2019

1. АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

Б1.Б.23 Теплотехника

Трудоемкость 5з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Основными целями изучения дисциплины «Теплотехника» студентами, обучающимися по специальности 21.05.04 «Горное дело» являются: изучение студентамизаконов термодинамики и преобразования энергии, основных законов и методов тепло- и массопереноса в различных устройствах и машинах, применяющихся при добыче полезных ископаемых, а также знакомство с энергетическими и экологическими проблемами использования и производства теплоты в горном деле.

Дисциплина «Теплотехника» формирует теоретические знания, практические навыки, вырабатывает компетенции, которые дают возможность выполнять следующие виды профессиональной деятельности: производственно-технологическую; проектную; научно-исследовательскую; организационно-управленческую.

В области производственно-технологической деятельности целью дисциплины является научить студента давать общую оценку протекания физических процессов преобразования теплоты и механической работы.

Для выполнения специалистами проектной деятельности дисциплина дает основу грамотного подхода к разработке рабочих механизмов и оборудования, обоснованию технической, экологической безопасности и экономической эффективности горных работ.

Для научно-исследовательской деятельности знание дисциплины «Теплотехника» позволяет обоснованно подходить к выполнению экспериментальных и лабораторных исследований, подготовке технических отчетов.

Для ведения организационно-управленческой деятельности дисциплина учит умению проводить технико-экономический анализ с обоснованием принимаемых решений.

Краткое содержание:

Термодинамические параметры, термодинамическая система, внутренняя энергия, термодинамическая шкала температуры, теплота, работа расширения, первый закон термодинамики, энтропия, энтальпия, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, давление газа, второй закон термодинамики, обратимые и необратимые процессы, термодинамические процессы, работа цикла, цикл Карно, фазовые переходы, тепломассоперенос, закон теплопроводности, теплообмен, массообмен, теплоноситель, теплообменник, тепловой двигатель, коэффициент полезного действия (КПД).

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

Планируемые результаты освоения программы(содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 -способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий	*Знать:* -основные законы термодинамики и наиболее важные их следствия; -место и причины возникновения различных тепло- и массообменных процессов; -основные виды тепловых машин (двигатели внутреннего сгорания, холодильные машины, турбинные установки) и теплообменных ап-паратов.

и с учетом основных требований информационной безопасности; ПК-16 -готовностью выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты.	*Уметь:* -применять законы термодинамики для оценки параметров технических систем при различ-ных физических условиях; -проводить расчеты теплового режима в целях оптимизации элементов технических систем; -осуществлять выбор материалов для обесп-ечения тепловой защиты объектов современ-ной техники. *Владеть:* -лабораторным оборудованием по определению основных тепловых характеристик вещества - теплоемкости, теплопроводности.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины (модуля), практики	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.23	Теплотехника	5,6	Б1.Б.12 Физика	Б1.Б.ДВ.03 Разрушение горных пород взрывом./ Горная теплофизика Б1.Б.24 Технология и безопасность взрыв-ных работ

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплиныв зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного планагр. С-ГД-19:

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.Б.23 Теплотехника	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5,6	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет, экзамен	
Контрольная работа,семестр выполнения	5,6	
РГР, семестр выполнения	6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	5ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	180	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	Вт.ч. с применением ДОТ или ЭО1, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):5 сем.	38/50	-
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):6 сем.		
1.1. Занятия лекционного типа (лекции) 5 сем.	18/16	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	-	-
- лабораторные работы	18/16	-
- практикумы.	-/16	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)5 сем.	2/2	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)5 сем.	34/31	
№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане) 6 сем.	27	

1Указывается, если в аннотации образовательной программы по позиции «Сведения о применении дистанционных технологий и электронного обучения» указан ответ «да».

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
5 семестр											
Термодинамические процессы и основы их анализа	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2(ТР)
1.Влажный воздух и его характеристики состояния.	10	4	-	-	-		-	-	-	-	6(ТР,ПР)
2.Термодинамические процессы.Термодинамика потока	24	6	-	-	-	8		-	-	-	10(ТР,ПР)
3.Элементы химической термодинамики	26	6	-	-	-	10	-	-	-	-	10(ТР,ПР)
Контрольная работа	8	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6(кр)
Итого	**72**	**18**	**-**	**-**	**-**	**18**	**-**		**-**	**2**	**34**
6 семестр											
4.Теплообмен и массообмен	18	4	-	-	-	4	-	4	-		6(ТР,ПР, ЛР)
5.Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них	18	4	-	-	-	4	-	4	-		6(ТР,ПР, ЛР)
6.Промышленные котельные установки.	18	4	-	-	-	4	-	4	-	-	6(ТР,ПР, ЛР)
7.Энергетические и	18	4	-	-	-	4	-	4	-	-	6(ТР,ПР,

экологические проблемы использования теплоты											ЛР)
Контрольная работа	9									2	7
Экзамен	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27(э)
Итого	**108**	**16**	**-**	**-**	**-**	**16**	**-**	**16**	**-**	**2**	**31(27э)**
Всего	**180**	**34**				**34**		**16**		**4**	**65(27)**

Примечание: ПР –практические работы; ЛР - лабораторные работы; ТР- теоретическая подготовка; кр – выполнение контрольной работы; РГР – расчетно-графическая работа.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

5 семестр

Тема 1.Влажный воздух и его характеристики состояния.

Введение. Основные понятия и определения. Изотермический, изобарный, изохорный адиабатный и политропный процессы.

Расчет и анализ изменения термодинамических параметров при их течении.

Оценка параметров состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов.

Круговые процессы (циклы).Циклы тепловых машин. КПД и холодильный коэффициент.

Тема 2. Термодинамические процессы и основы их анализа

Термодинамика потока.

Изотермический, изобарный, изохорный адиабатный и политропный процессы.

Расчет и анализ изменения термодинамических параметров при их течении.

Оценка параметров состояния термодинамических систем и эффективность термодинамических процессов.

Круговые процессы (циклы).Циклы тепловых машин. КПД и холодильный коэффициент.

Параметры газа в потоке и при его торможении.

Располагаемая работа и скорость истечения.

Сопла и диффузоры, эжекторы.

Дросселирование газов и паров.

Тема 3. Элементы химической термодинамики

Термодинамическое равновесие в однородных и сложных системах.

Химические реакции и тепловые эффекты.

Химическое равновесие. Закон Гесса и уравнение Кирхгофа.

6 семестр

Тема4. Теплообмен и массообмен

Расчет показателей и параметров теплообмена при переносе теплоты и вещества.

Способы управления параметрами теплообмена. Теплообменные аппараты и их типы. Тепловой эффект.

Анализ термодинамических процессов и расчет показателей и параметров теплообменного процесса производства водяного пара. ST – диаграмма.

Машины для сжатия и расширения газов. Компрессоры. Циклы холодильных машин. Цикл теплового насоса. Циклы поршневых ДВС. Циклы газотурбинных и реактивных двигателей

Тема5.Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них

Процессы теплопереноса в массиве горных пород.

Ледопородные ограждения.

Термодинамические параметры процесса подземной газификации твердого топлива.

Термодинамика процессов подземной газификации

Тема6. Промышленные котельные установки.

Паровые и водогрейные котлы. Теплоносители.

Топливо и его расход.
Эксплуатация котельных установок и защита окружающей среды.
Тема7. Энергетические и экологические проблемы использования теплоты
Основы энергосбережения.
Вторичные энергетические ресурсы.
Возобновляемые источники энергии.
Энергетические и экологические проблемы использования теплоты в горном деле.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются традиционные технологии наряду с активными и интерактивными технологиями.

Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

Раздел дисциплины	Семестр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количество часов
2.Термодинамические процессы и основы их анализа. Термодинамика потока.	5,6	Лекции- презентации Самопрезентации по данной теме	4л
3.Элементы химической термодинамики		Использование презентации при проведении практических работ (алгоритм решения задач, задачи и их решение)	4пр
4.Теплообмен и массообмен			2пр
5.Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них		Виртуальный лабораторный практикум по теплотехнике	4лб
7.Энергетические и экологические проблемы использования теплоты		Технологии формирования научно-исследовательской деятельности	2л
Итого:			6л4лб6пр

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работыобучающихся по дисциплине

4.1 СодержаниеСРС

Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
Введение. Основные понятия и определения 1.Термодинамические процессы и основы их анализа	Подготовка и выполнение практических и лабораторных работ	2 6	Анализ теоретического материала(внеаудит.СРС)
2.Термодинамические процессы.Термодинамика потока	Подготовка и выполнение практических и лабораторных работ	10	Анализ теоретического материала(внеаудит.СРС) Оформление практических заданий и подготовка к защите, (внеауд.СРС) Консультация по практическим работам (аудит.СРС)
3.Элементы химической термодинамики	Подготовка и выполнение практических и лабораторных работ	10	
Контрольная работа	Выполнение и защита контрольной работы	6	
4.Теплообмен и массообмен	Подготовка и выполнение практических	6	
5.Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них	Подготовка и выполнение практических	6	
6.Промышленные котельные установки	Подготовка и выполнение практических	6	
7.Энергетические и экологические проблемы использования теплоты	Подготовка и выполнение практических	6	
Контрольная работа	Выполнение ко-рольной работы	7	Анализ теоретического и практического материалов, подготовка к защите (внеауд.СРС)
Экзамен		(27)	Анализ теоретического и практического материалов, подготовка к экзамену(внеауд.СРС)
Итого 5,6 семестр		**65(27э)**	

4.2.1 Практические работы

Наименование работы
1. Расчет круговых процессов и анализ эффективности тепловых машин
2. Термодинамические процессы в идеальном газе. Расчет параметров.
3.Определение параметров атмосферноговоздуха (температуры, давления и влажности).
4. Расчет объема и состава продуктов горения.

4.2.2 Лабораторные работы

Наименование работы
1.Лабораторная работа №1 Расчет круговых процессов и анализ эффективности тепловых машин
2.Лабораторная работа №2 Термодинамические процессы в идеальном газе. Расчет параметров.
3.Лабораторная работа№ 3 Определение параметров атмосферного воздуха (температуры, давления и влажности).
4. Лабораторная работа №4 Расчет объема и состава продуктов горения.

4.3. Контрольная работа №1

Контрольная работа выполняется по вариантам (21 вариант). Каждый вариант контрольной работы содержит 6 задач.

Примеры вариантов работы:

ВАРИАНТ 1

1. В сосуде объемом V = 30 л содержится идеальный газ при температуре 0°С. После того, как часть газа была выпущена наружу, давление в сосуде понизилось на Δp = 0,78 атм (без изменения температуры). Найти массу выпущенного газа. Плотность данного газа при нормальных условиях ρ = 1,3 г/л.
2. На какой высоте давление воздуха составляет 75 % от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной 0 ^{o}С.
3. Один конец стержня, заключенного в теплоизолирующую оболочку, поддерживается при температуре T_1, а другой – при температуре T_2. Сам стержень состоит из двух частей, длины которых ℓ_1 и ℓ_2и теплопроводность κ_1иκ_2. Найти температуру поверхности соприкосновения этих частей стержня.
4. Газ ацетон (C_3H_6O) при температуре 200 °С имеет удельную теплоёмкость при постоянном давлении $c_{руд}$ =1787 Дж/(кг·К). Определить γ и удельный объём газа, если его давление $p = 1{,}8\cdot10^5$ Па.
5. Найти КПД цикла Клапейрона, состоящего из двух изотерм $T_1 = const$, $T_2 = const$ ($T_1>T_2$) и двух изохор $V_1 = const$, $V_2 = const$($V_2>V_1$). Построить график цикла.
6. Найти выражение для энтропии моля ван-дер-ваальсовского газа (как функцию от T и V). Сравнить с выражением для энтропии идеального газа.

4.4. Контрольная работа №2

Расчетно-графическая работа выполняется студентами по вариантам, определяемым преподавателем. В одном варианте представлены 15 задач, охватывающих все изучаемые темы по дисциплине «Теплотехника». Всего 10 вариантов.

Задача 1 В процессе расширения с подводом теплотыQ 1 кг воздуха совершает работу L. Определить изменение температуры воздуха в процессе, пренебрегая зависимостью теплоемкости от температуры.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q кДж	120	100	110	90	130	125	120	115	105	85
L кДж	90	85	80	75	95	90	70	95	90	65

Задача 2Определить расход воздуха в системе охлаждения дизеля мощностью N= 38 кВт, если отводимая теплота составляет 75% полезной мощности двигателя, а температура охлаждающего воздуха повышается на 15°С.

Задача 3 В закрытом резервуаре находится воздух при давлении 730 мм рт. ст. и температуреТ1. Определить, насколько понизится давление в резервуаре, если его охладить до Т2.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1°С	30	40	50	35	45	55	60	37	42	46
T_2 °С	20	36	42	32	40	47	53	30	40	40

Задача 4 Определить до какой температуры необходимо нагреть газ при постоянном объеме, чтобы его давление увеличилось в два раза, если начальная температура T_1.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1°С	12	15	13	14	15	16	17	19	20	18

Задача 5В резервуаре емкостью 1м³ находится воздух при давлении р (МПа) и температуре Т °С. Как изменится температура и давление воздуха, если к нему подвести Q кДж количества теплоты.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р МПа	0,5	0,4	0,3	0,45	0,6	0,35	0,55	0,3	0,5	0,35
Т °С	20	21	25	19	21	23	22	24	27	25
Q кДж	275	250	260	265	270	255	245	280	285	275

Задача 6 В цилиндре двигателя внутреннего сгорания в конце сжатия абсолютное давление Р МПа и температура Т °С. Сгорание горючей смеси происходит при постоянном объеме с выделением Q кДж теплоты на 1 кг смеси. Определить р, υ, Т в цилиндре в конце сгорания без учета зависимости теплоемкости от температуры. Считать, что продукты сгорания обладают свойствами воздуха.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Р МПа	1,6	1,3	1,2	1	1,2	1,1	1,5	1,4	1,7	1,8
Т °С	370	350	355	345	360	365	375	380	355	370
Q кДж	400	355	300	375	360	380	410	370	350	490

Задача 7При изохорном нагреве 1 кг воздуха температура меняется от T_1 до T_2. Определить изменение энтропии и подводимую теплоту.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_1°С	20	30	40	50	60	25	35	45	55	65
T_2°С	120	130	140	150	160	125	135	145	155	165

Задача 8 При постоянном давлении (равном 760 мм рт. ст) к 1 кг азота, имеющему температуру 25 °С, подводится 100 кДж теплоты. Определить начальное значение энтропии и ее изменение в процессе.

Задание 9 В цикле Карно подвод теплоты происходит при максимальной температуре T_1. Полезная работа, получаемая в цикле, L. Определить термический к.п.д., подводимую и отводимую теплоту, а также минимальную температуру T_2, если рабочее тело – 1 кг воздуха, а относительное изменение объема в изотермических процессах равно 3.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T °C	1200	1300	1250	1230	1310	1240	1340	1320	1210	1100
L кДж	265	250	255	260	275	270	265	260	255	250

Задание 10 При температуре 10°С 3 кг воды смешиваются с 2 кг воды при температуре 80°С. Определить возрастание энтропии из-за необратимости процесса смещения, при котором теплота переходит самопроизвольно от более нагретого тела к менее нагретому.

Задача 11 На сколько градусов перегрет водяной пар, если при давлении 1,5 МПа его температура 300 °С? Определить теплоту перегрева, если энтальпия пара 3033 кДж/кг.

Задача 12 Определить температуру, удельный объем, энтальпию кипящей воды при давлении 10 МПа.

Задание 13 Температура воды, поступающей в котел, tв = 250 °С, абсолютное давление в котле p=10 МПа. Определить теплоту, подводимую в котле для получения 1 кг пара с температурой t=500 °С.

Задача 14 В теплообменном аппарате вертикальная плоская стенка толщиной δ мм, длиной l м, и высотой h м, выполнена из стали с коэффициентом теплопроводности λс Вт/(м*К). С одной стороны она омывается продольным вынужденным потоком горячей жидкости (воды) со скоростью w м/с, и температурой $t_{ж_1}$ (вдали от стенки), с другой стороны – свободным потомком атмосферного воздуха с температурой $t_{ж_2}$°С.

Определить плотность теплового потока q. Лучистым теплообменом пренебречь из за малых значений $t_{ж_1}$, $t_{ж_2}$.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
δ, мм	3,5	3,0	3,1	3,2	3,6	3,7	3,4	3,5	3,3	3,7
l, м	1	1,1	0,9	0,7	1,2	1,3	0,8	0,9	1	1,4
h, м	0,95	0,80	0,85	0,7	0,75	0,65	0,85	0,90	0,95	0,85
λ_c Вт/(м*К)	50	45	45	50	40	55	60	45	55	50
w м/с	0,13	0,11	0,12	0,14	0,15	0,13	0,12	0,11	0,15	0,14
$t_{ж_1}$°С	140	150	130	145	155	135	120	150	155	125
$t_{ж_2}$°С	40	50	30	45	55	35	20	50	55	25

Задача 15 До какой температуры будет нагрет углекислый газ CO_2 объемом v_1, если сообщить ему теплоту Q при постоянном, абсолютном давлении. Начальная температура газа t_1 = 100 °С. Определить объем газа в конце процесса, а также удельные значения внутренней энергии, энтальпии и энтропии в процессе. Теплоемкость принять не зависящей от температуры.

Вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v_1 м³	1200	1300	1250	1230	1310	1240	1340	1320	1210	1100
P МПа	265	250	255	260	275	270	265	260	255	250
Q кДж	700	650	690	720	680	670	660	710	700	690

Критерии оценки лабораторных и практических работ

Компе-тенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-1 ПК-16	1.Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.Ответ содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент ориентируется в работе, четко и профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	5балл
	1.Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.Ответ содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент слабо ориентируется в работе, не всегда профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	4 балл
	1.Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.. Алгоритм решения нарушен.	3 балл
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты имеют ошибки и требуют перерасчета. Работа выполнена с ошибками и требует доработки..	0 (ноль) баллов

Критерии оценки контрольных работ

Компе-тенции	Характеристика ответа на теоретический вопрос / выполнения практического задания	Количество набранных баллов
ОПК-1 ПК-16	1.Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.Ответ содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент ориентируется в работе, четко и профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	№1-40б. №2-30б.
	1.Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.Ответ содержит необходимые данные и результаты расчетов, студент слабо ориентируется в работе, не всегда профессионально отвечает на дополнительные вопросы.	№1-32б. №2-24б.
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2. Алгоритм решения нарушен.	№1-24б. №2-18б.
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты имеют ошибки и требуют перерасчета. Работа выполнена с ошибками и требует доработки.	0 (ноль) баллов

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

1. Методические указания к практическим работам.
2. Варианты контрольных работ и методические указания к контрольным работам

Методические указания размещены в СДО Moodle: http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=9272 (ОПИ), http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=9198 (ПР)

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	*Примечание*
Испытания / Формы СРС	*Время, час*			
5 семестр				
Практические работы	4х7ч.=28ч.	36б.	15б.х4=60б.	Оформление в соответствии с МУ
Контрольная работа №1	6ч.	24б.	40б.	
Зачет	-	-	-	
Итого:	34	60б	100б	Минимум 60бю
6 семестр				
Практические работы	4х3ч.=12ч.	12б.	5б.х4=20б.	Оформление в соответствии с МУ
Лабораторные работы	4х3ч.=12ч.	12б.	5б.х4=20б.	
Контрольная работа №2	7ч.	21б.	30б.	
Экзамен	27час.	-	30б.	
Итого:	31час.+ 27час.экз.	45б.	70б.+30б.экз.	Минимум 45 баллов

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-1 ПК-16	*Должен знать:* -общие сведения о термодинамических процессах; -первое и второе начала термодинамики; -применение законов термодинамики при протекании термодинамических процессов; -виды теплопередачи; -законы и физические процессы теплопередачи; -классификацию, принципы действия и расчета теплообменных аппаратов;	Высокий	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по предмету. Практическая работа выполнена согласно алгоритму решения, отсутствуют ошибки различных типов, оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями.Могут быть допущены недочеты в определении понятий,	отлично

	Должен уметь: -определять параметры состояния и процесса при расчете термодинамических процессов; -определять параметры процессов теплопередачи при теплопередаче теплопроводностью, конвективном и радиационном теплообмене; -рассчитывать конструктивные параметры теплообменных аппаратов и процессы, протекающие в них; *Должен владеть:* -инструкциями по расчету термодинамических и теплообменных процессов; -способами и методами расчета физических процессов.		исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	
		Базовый	Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием профессиональной терминологии по дисциплине. Практическая работа выполнена согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, не меняющие суть решения,оформление измерений и вычислений в соответствии с техническими требованиями. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	хорошо
		Мини-мальный	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Недостаточно верно используется профессиональная терминология. Практическая задача выполнена согласно алгоритму, отсутствуют незначительные ошибки различных типов, исправленные в процессе ответа, оформление измерений и вычислений также имеют отклонения от технических требований. Допущены 2-3 ошибки различных типов, в целом соответствует нормативным требованиям.	Удовлетвори-тельно
		Не освоены	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. В ответах не используется профессиональная терминология. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.	неудовлетво-рительно

			Или Ответ на вопрос полностью отсутствует *Или* Отказ от ответа. *Или* Ответ представляет собой разрозненные знания с ошибочными понятиями. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.	

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание (соответствие компетенциям ОПК-1, ПК-16)

Теоретические вопросы

1. Термодинамическая система. Основные параметры ее состояния.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Теплота и работа как формы передачи энергии.
4. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.
5. Понятия о энергии, расходе энергии, удельной энергии, работе, теплоте, рабочем теле,.
6. Понятие о термодинамической системе, открытая и закрытая, адиабатная, изолированная системы, окружающая среда.
7. Термодинамические параметры состояния рабочего тела и их функции. Определение их по таблицам и диаграммам.
8. Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Теплоемкость смеси рабочих тел.
9. Первый закон термодинамики. Работа расширения (сжатия), работа проталкивания, располагаемая работа.
10. Внутренняя энергия. Энтропия. Энтальпия. P-v и T-s диаграммы.
11. Второй закон термодинамики. Круговые термодинамические процессы (циклы) тепловых машин.
12. Прямой и обратный циклы Карно. КПД цикла.
13. Изохорный процесс идеального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса.
14. Изобарный процесс идеального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса.
15. Адиабатный процесс идеального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса.
16. Изотермный процесс идеального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса.
17. Изобарно-изотермный процесс реального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса, теплота конденсации, теплота испарения.
18. Политропный процесс реального газа, располагаемая работа, работа расширения (сжатия), теплота процесса.
19. Первый закон термодинамики (в общем виде) для потока вещества.
20. Влияние профиля канала на адиабатное течение в нем газа*:* сопло, диффузор, сопло Лаваля.
21. Дросселирование рабочего тела, уравнение процесса.
22. Виды энергии и их превратимостъ.

23. Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми, объемными и молярными долями.
24. Термодинамические процессы рабочих тел и их графическое изображение в p-v и T-s диаграммах.
25. Реальные газы и пары. Фазовые переходы.
26. Термодинамика потоков. Истечение и дросселирование газов и паров. Изменение параметров при адиабатном дросселировании.
27. Обратные круговые процессы, способы понижения температур в них. Холодильные машины.
28. Характеристики холодильных и криогенных установок: холодопроизводительность, холодильный коэффициент.
29. Хладоагенты. Хладоносители.
30. Теплоснабжение предприятий: источники и потребители теплоты, режимы теплопотребления, системы теплоснабжения. Методы регулирования параметров теплоносителей.
31. Теплообменные установки, их типы и использование.
32. Виды вторичных энергоресурсов и направления их использования.
33. Утилизация теплоты.
34. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение.
35. Теплопроводность: основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Диференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности.
36. Конвективный теплообмен. Основные понятия и определения.Коэффициент теплоотдачи.
37. Теплообмен излучением. Законы теплового излучения.
38. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи. Тепловая изоляция.
39. Массообмен: основные понятия и определения.Фазовое равновесие Диффузия.
40. Тепло земных недр, процессы теплопереноса в недрах земли, требования к тепловому режиму подземных горных выработок.

Практические вопросы

Решение задач контрольной работы, расчетно-графической работы, практических работ.

Критерии оценки:

Компетенции	**Характеристика ответа на теоретический (практический) вопрос**	**Количество набранных баллов**
ОПК-1 ПК-16	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной гистологической терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.(Задача решена правильно, приведено полное решение с пояснениями и в соответствии с общепринятым алгоритмом).	30балл
	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной гистологической терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.(Задача решена правильно, выпущены необходимые пояснения, оформление не соответствует общепринятому алгоритму).	24балл
	Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и	18балл

	последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.(Задача решена неверно в результате допущенных ошибок. Ход решения верен).	
	Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. Задача решена неверно. *или* Ответ на вопрос полностью отсутствует. Отсутствует решение задачи. *или* Отказ от ответа	Пересдача экзамена

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	**Б1.Б.23 Теплотехника**
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенцийОПК-1, ПК-16
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ,версия 4.0,утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса специалитета
Период проведения процедуры	Зимняя, летняя экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Кабинет (А402)
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен в 6 семестре принимается в устной форме по билетам или в форме тестирования. Экзаменационный билет по дисциплине включает два теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку – 1 астрономический час.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п.6.2. РПД.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать: 60 баллов в 5 семестре, чтобы получить зачет; 45 баллов в 6 семестре, чтобы быть допущенным к экзамену.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Кол-во в библ.ТИ(ф) СВФУ	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ)	Кол-во студентов
1	**Основная литература**				40
	1. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 264 с.	УМО ВО		https://www.biblio-online.ru/book/82DC73D6-8033-49E9-AFB5-70DE4E9C7AC8 (ЭБС ЮРАЙТ)	
1	2. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 248 с.	УМО ВО		https://www.biblio-online.ru/book/113837CE-BDDD-4E79-A4FA-B30D63956946 (ЭБС ЮРАЙТ)	
2	3. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 308 с.	УМО ВО		https://www.biblio-online.ru/book/0F27B612-D9AB-42AB-9FF5-F7A51E849C7A (ЭБС ЮРАЙТ)	
	Дополнительная литература				40
1	4. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. Том 2. Энергетическое использование теплоты : учебник для бакалавриата и магистратуры / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов ; под ред. В. Л. Ерофеева, А. С. Пряхина. — М. : Издательство Юрайт, 2016. — 198 с.	УМО ВО		https://www.biblio-online.ru/book/6A593465-8021-4362-9D54-19662A1CBF75 (ЭБС ЮРАЙТ)	
2	5. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др. – Теплотехника: Учеб. для вузов/под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высш. Шк. 2009, - 671с. : ил.	МО РФ	53		
	Периодические журналы				
1	«Горный журнал»	ежегодно			
2	«Горное дело»	ежегодно			

Электронные образовательные ресурсы представлены в научной библиотеке http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/vspomogatelnye-podrazdeleniya/nauchnaya-biblioteka/full-text-database/,http://s-vfu.ru/universitet/rukovodstvo-i-struktura/vspomogatelnye-podrazdeleniya/nauchnaya-biblioteka/electronic-resources-of-the-temporary-access/.

- Электронно-библиотечные системы (учебники) – («КнигаФонд», «Лань», «Университетская книга онлайн», «Консультант студента», IPRbooks).

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Горное дело. Информационно-справочный сайт о горной промышленности
   URL: http://www.mwork.su
2. Сайт Министерства промышленности и энергетики РФ Новости и нормативная база промышленности и энергетики
   URL: http://www.minenergo.gov.ru
3. Сайт Ростехнадзора РФ Материалы по безопасности в горной промышленности
   URL: http://www.gosnadzor.ru
4. Казахстанский горно-промышленный портал. Ссылки на Интернет-ресурсы по горной тематике
   URL: http://www.mining.kz
5. Угольный портал URL: http://rosugol.ru
6. Высшее горное образование: интернет портал. Учебно-методическое объединение ВУЗов РФ по образованию в области горного дела URL: http://www.fgosvo.ru

Сайты журналов по горной тематике:

1. Уголь URL: http://www.rosugol.ru/jur_u/ugol.html
2. Горный журнал URL: http://www.rudmet
3. Горная промышленность
   URL: http://www.mining-media
4. Горное оборудование и электромеханика URL: http://novtex.ru/gormash
5. Глюкауф URL: http://karta-smi.ru

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

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборат.раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
1.	Основы термодинамики	Лекция	№А402 А511	Проектор, экран, компьютер Приборы Презентации Плакаты
2.	Введение в термодинамику. Основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, и законы преобразования энергии.	Лекция, практические и виртуальные лабораторные занятия		
3.	Термодинамические процессы и основы их анализа	Лекция, практические и виртуальные лабораторные занятия		
4.	Термодинамика потока	Лекция, практические и виртуальные лабораторные занятия		
5.	Элементы химической термодинамики	Лекция, практические и виртуальные лабораторные занятия		

6.	Теплообмен и массообмен	Лекция, практические занятия		
7.	Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них	Лекция, практические занятия		
8.	СРС		А511	Компьютеры с выходом в интернет

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного учебного пособия), видео- и аудиоматериалов (через Интернет);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и СДО Moodle.

10.2. Перечень программного обеспечения

-MSWORD, MSPowerPoint, AutoCad, Excel, Visio.

10.3. Перечень информационных справочных систем

http://www.mining-enc.ru/

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.23 Теплотехника

Учебный год	Внесенные изменения	Преподаватель (ФИО)	Протокол заседания выпускающей кафедры(дата,номер), ФИО зав.кафедрой, подпись