

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Рукович Александр Владимирович  
 Должность: Директор  
 Дата подписания: 24.11.2021 18:32:06  
 Уникальный программный ключ:  
 f45eb7c44954саас05ea7d4f32eb8d7d6b3cb9baeb09b4dca094a8b1b705c

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

**Б1.Б.23 Теплотехника**

для программы специалитета  
 по специальности **21.05.04 Горное дело**

Направленность программы:

**Специализации**

Обогащение полезного ископаемого

Подземная разработка пластовых месторождений

Открытые горные работы

3-С-ГД-19(6,5)

Форма обучения – заочная

Автор: Автор: Рочев В.Ф., к.т.н., доцент кафедры горного дела, Rochev74@mail.ru

<p>РЕКОМЕНДОВАНО                  И.о.Заведующий кафедрой                  разработчика                   /Рочев В.Ф./                  протокол № <u>2</u>                  от «<u>05</u>» <u>03</u> 2019 г.</p>	<p>ОДОБРЕНО                  И.о.Заведующий                  выпускающей кафедры                    /Рочев В.Ф./                  протокол № <u>2</u>                  от «<u>05</u>» <u>03</u> 2019 г.</p>	<p>ПРОВЕРЕНО                  Нормоконтроль в составе                  ОПОП пройден                  Специалист УМО   / Санникова С.Р./                  «<u>11</u>» <u>03</u> 2019 г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП                  Председатель УМС  Яковлева Л.А./                  протокол УМС № <u>6</u> от «<u>03</u>» <u>03</u> 2019 г.</p>		<p>Зав. библиотекой   / Сокольникова О.В.                  «<u>11</u>» <u>03</u> 2019 г.</p>



Нерюнгри 2019

## 1. АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины

### Б1.Б.23 Теплотехника

Трудоемкость 9з.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 студентами законов 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, теплообмен, 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 и с учетом основных требований информационной безопасности; ПК-16-готовностью выполнять	<i>Должен знать:</i> -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; <i>Должен уметь:</i> -определять параметры состояния и процесса при рас-

<p>экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты.</p>	<p>чете термодинамических процессов;          -определять параметры процессов теплопередачи при теплопередаче теплопроводностью, конвективном и радиационном теплообмене;          -рассчитывать конструктивные параметры теплообменных аппаратов и процессы, протекающие в них;  <i>Должен владеть:</i>          -инструкциями по расчету термодинамических и теплообменных процессов;          -способами и методами расчета физических процессов.</p>
---	--

### 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	Б1.Б.18 Физика Б1.Б.19 Химия Б1.Б.20 Информатика	Б1.В.07 Физика горных пород Б1.В.ДВ.04.01 Горная теплофизика.

### 1.4. Язык преподавания: русский.

**2. Объем дисциплины в 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 плана гр. 3-С-ГД-19(6,5):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.Б23 Теплотехника	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	5	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Экзамен	
Контрольная работа, семестр выполнения	5	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	9ЗЕТ	
<b>Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:</b>	2/178	
<b>№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:</b>	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО1, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	19	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	2/6	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т.п.)	4	-
- лабораторные работы	2	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	7	-
<b>№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)</b>	150	
<b>№3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)</b>	9	

---

1 Указывается, 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 (практические 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)	
<b>Уст. лекция</b>											
<i>Термодинамические процессы и основы их анализа</i>	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2(ТР)
1. Влажный воздух и его характеристики состояния.	16	2	-	-	-	-	-	-	-	-	16(ТР,ПР)
2. Термодинамические процессы. Термодинамика потока	19		-	-	-	-	1	-	-	16(ТР,ПР)	
3. Элементы химической термодинамики	17		-	-	-	-	-	-	1	16(ТР,ПР)	
4. Теплообмен и массообмен	19		-	-	-	2	-	1	-	16(ТР,ПР)	
5. Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них	18		-	-	-	-	-	1	-	1	16(ТР,ПР)
6. Промышленные котельные установки.	15		-	-	-	-	-	-	-	-	15(ТР,ПР)
7. Энергетические и экологические проблемы использования теплоты	19		2	-	-	-	-	1	-	1	15(ТР,ПР)
Контрольная работа	42	-	-	-	-	-	-	-	-	4	38(кр)
Экзамен	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9(э)

<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>7</b>	<b>150(9э)</b>
--------------	------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------------

Примечание: ПР- оформление и подготовка к защите; РГР- оформление и подготовка к защите расчетно-графической работы; ТР- теоретическая подготовка; кр – выполнение контрольной работы;

## Содержание тем программы дисциплины

**Уст.лекция.** Введение. Основные понятия и определения.

### **Тема 1. Влажный воздух и его характеристики состояния.**

*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.*

### **Тема 4. 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*

### **Тема 5. 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*

### **Тема 6. Промышленные котельные установки.**

*Паровые и водогрейные котлы. Теплоносители.*

*Топливо и его расход.*

*Эксплуатация котельных установок и защита окружающей среды.*

### **Тема 7. Энергетические и экологические проблемы использования теплоты**

*Основы энергосбережения.*

*Вторичные энергетические ресурсы.*

*Возобновляемые источники энергии.*

*Энергетические и экологические проблемы использования теплоты в горном деле.*

### Учебные технологии, используемые в образовательном процессе

Раздел дисциплины	Се- местр	Используемые активные/интерактивные образовательные технологии	Количе- ство ча- сов
5	5	Лекции- презентации Самопрезентация по данной теме	2л
7		Технологии формирования научно- ис- следовательской деятельности	2пр
Итого:			2л2пр

### 4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

#### 4.1 Содержание СРС

Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо- емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1. Термодинамические процессы и основы их анализа	Подготовка и выполнение практических и лабораторных работ	2	Анализ теоретического материала(внеаудит.СРС)  Анализ теоретического материала(внеаудит.СРС) Оформление практических заданий и подготовка к защите, (внеауд.СРС) Консультация по практическим работам (аудит.СРС)
2. Термодинамические процессы. Термодинамика потока		16	
3. Элементы химической термодинамики		16	
4. Теплообмен и массообмен		16	
5. Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них		16	
6. Промышленные котельные установки		15	
7. Энергетические и экологические проблемы использования теплоты		15	
Контрольная работа	Выполнение контрольной работы	38	Анализ теоретического и практического материалов, подготовка к защите (внеауд.СРС)
Экзамен		(9)	Анализ теоретического и практического материалов, подготовка к экзамену(внеауд.СРС)
<b>Итого 6 семестр</b>		<b>150(9э)</b>	

#### 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 атмосферного воздуха (температуры, давления и влажности).
4. Расчет объема и состава продуктов горения.

#### 4.2.2 Лабораторные работы

Наименование работы
1. Определение параметров атмосферного воздуха (температуры, давления и влажности)..
2. Термодинамические процессы в идеальном газе.

#### Критерии оценки лабораторных и практических работ

Компетенции	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.	10 баллов
	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.	8 балл
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.. Алгоритм решения нарушен.	6 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

#### 4.3. Контрольная работа

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  $0^{\circ}\text{C}$ . После того, как часть газа была выпущена наружу, давление в сосуде понизилось на  $\Delta p = 0,78$  атм (без изменения температуры). Найти массу выпущенного газа. Плотность данного газа при нормальных условиях  $\rho = 1,3$  г/л.



2. На какой высоте давление воздуха составляет 75 % от давления на уровне моря? Температуру считать постоянной и равной 0 °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  $l_2$  и теплопроводность  $\kappa_1$  и  $\kappa_2$ . Найти температуру поверхности соприкосновения этих частей стержня.
4. Газ ацетон ( $C_3H_6O$ ) при температуре 200 °С имеет удельную теплоёмкость при постоянном давлении  $c_{pуд} = 1787$  Дж/(кг·К). Определить  $\gamma$  и удельный объём газа, если его давление  $p = 1,8 \cdot 10^5$  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.

### Критерии оценки контрольной работы

Компетенции	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.	10балл
	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.	8балл
	1. Работа выполнена в соответствии с методическими указаниями. Все разделы и расчеты соответствуют теме. 2.. Алгоритм решения нарушен.	6 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

### 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=>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание	
				Испытания / Формы СРС
<b>6 семестр</b>				
Практические работы	4x10ч.=40ч.	24	10б.х4=40б.	Оформление в соответствии с МУ
Лабораторные работы	2x10ч.=20ч.	15	10б.х2=20б.	
Контрольная работа	38ч.	6	10б.	Оформление в соответствии с МУ
Теоретическая подготовка	52час.	-	-	
Экзамен	9час.	-	30б.	
<b>Итого:</b>	<b>150час.+ 9экз.</b>	<b>45б.</b>	<b>70б.+30б.экз.</b>	

**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	<p><i>Должен знать:</i> -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; <i>Должен уметь:</i> -определять параметры состояния и процесса при расчете термодинамиче-</p>	Высокий	<p>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.</p> <p>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, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.</p>	отлично
		Базовый	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные недочеты. Ответ</p>	хорошо

	<p>ских процессов;  -определять параметры процессов теплопередачи при теплопередаче теплопроводностью, конвективном и радиационном теплообмене;  -рассчитывать конструктивные параметры теплообменных аппаратов и процессы, протекающие в них;  <i>Должен владеть:</i>  -инструкциями по расчету термодинамических и теплообменных процессов;  -способами и методами расчета физических процессов.</p>		<p>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.</p>	
		Минимальный	<p>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.</p>	Удовлетворительно
		Не освоены	<p>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.  <i>Или</i> Ответ на вопрос полностью отсутствует  <i>Или</i> Отказ от ответа.  <i>Или</i>  Ответ представляет собой разрозненные знания с ошибочными понятиями. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p>	неудовлетворительно

## 6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание  
*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. Энтродпия. 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 превратимость.
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. Хладагенты. 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. Дифференциальное 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**

1. Термодинамическая система.
2. Термодинамические процессы.
3. Энтропия и энтальпия термодинамического процесса.
4. Что называют параметрами состояния термодинамической системы
5. Что называют внутренней энергией термодинамической системы?
6. Сформулируйте первый закон термодинамики.
7. Что называют теплоемкостью процесса?
8. Барометрическое и манометрическое давления газа
9. Термодинамическая температура
10. Точка «Росы»
11. Что такое топливо?
12. Классификация топлив.
13. В чем различие и что общего между теплотой и работой?

### **Критерии оценки:**

Таблица 14

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 последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в	18балл

	<p>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).</p>	
	<p>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.</p> <p><i>или</i></p> <p>Ответ на вопрос полностью отсутствует. Отсутствует решение задачи.</p> <p><i>или</i></p> <p>Отказ от ответа</p>	Персдача экзамена

### 6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	экзамен
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-1, ПК-16
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 2.0, утверждено ректором СВФУ 15.03.2016 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 экзаменационная сессия
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	Кабинет (А506)
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Экзамен 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 45 баллов, 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 экз. в библиотеке ТИ(ф) СВФУ
1	<b>Основная литература</b>		
	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	<a href="https://www.biblio-online.ru/book/82DC73D6-8033-49E9-AFB5-70DE4E9C7AC8">https://www.biblio-online.ru/book/82DC73D6-8033-49E9-AFB5-70DE4E9C7AC8</a> (ЭБС ЮРАЙТ)
	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	<a href="https://www.biblio-online.ru/book/113837CE-BDDD-4E79-A4FA-B30D63956946">https://www.biblio-online.ru/book/113837CE-BDDD-4E79-A4FA-B30D63956946</a> (ЭБС ЮРАЙТ)
	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	<a href="https://www.biblio-online.ru/book/0F27B612-D9AB-42AB-9FF5-F7A51E849C7A">https://www.biblio-online.ru/book/0F27B612-D9AB-42AB-9FF5-F7A51E849C7A</a> (ЭБС ЮРАЙТ)
	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	<a href="https://www.biblio-online.ru/book/6A593465-8021-4362-9D54-19662A1CBF75">https://www.biblio-online.ru/book/6A593465-8021-4362-9D54-19662A1CBF75</a> (ЭБС ЮРАЙТ)
	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
2	<b>Дополнительная литература</b>		
	1. Кириллин, В.В. Техническая термодинамика / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – 4-е изд. Перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 416 с.		
	2. Мазур Л.С. Техническая термодинамика и теплотехника: учебник. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. – 352с.		
	3. Техническая термодинамика и теплотехника: сб. задач/ Ю.О. Дворовенко; ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2011.-95с.		
	4. Хазен, М. М. Теплотехника: учеб. пособие / М. М. Хазен, Г. А. Матвеев, М. Е. Грицевский, Ф. П. Казакевич; под ред. Г. А. Матвеева. – М.: Высш. шк., 1981. – 480 с.		
3.	<b>Периодические журналы</b>		
	«Горный журнал»	ежегодно	
	«Горное дело»	ежегодно	
	«Теплоэнергетика»	ежегодно	
	«Энергосбережение»	ежегодно	

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

1. Горное дело. Информационно-справочный сайт о горной промышленности  
URL: <http://www.gornoe-delo.ru>
2. Сайт Министерства промышленности и энергетики РФ Новости и нормативная база промышленности и энергетики  
URL: <http://www.minprom.gov.ru>
3. Высшее горное образование: интернет портал. Учебно-методическое объединение ВУЗов РФ по образованию в области горного дела URL: <http://www.rmpi.ru>

*Сайты журналов по горной тематике:*

1. Горный журнал URL: <http://www.rudmet.ru/gurnal.php?idname=1>
2. Горная промышленность  
URL: <http://www.gornoe-delo.ru/magazine/gp.php?v=list&gp=52005>
3. Russian-mining URL: <http://www.russian-mining.com>
4. Глюкауф URL: <http://glueckaufrosugol.ru>

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

№ п/п	Наименование темы	Виды учебной работы (лекция, практич. занятия, семинары, лаборатор. раб.)	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий и пр.	Перечень основного оборудования (в т.ч. аудио-, видео-, графическое сопровождение)
	<i>Установочная лекция – Основы термодинамики</i>	Лекция	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
1.	Введение в термодинамику. Основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, и законы преобразования энергии.	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
2.	Термодинамические процессы и основы их анализа	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
3.	Термодинамика потока	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
4	Элементы химической термодинамики	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
5	Теплообмен и массообмен	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Проектор, презентации, компьютер
6	Методы анализа эффективности термодинамических процессов горного производства и управления интенсивности обмена энергией в них	Лекция, практические занятия	Кабинеты №А506	Лекция, практические занятия



## **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/>

