

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Горный факультет

Кафедра Подземной разработки месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Авдеев П.Б.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.Б.29.Термодинамика

на 180 часа(ов), 5 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 21.05.04 – Горное дело

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Специализация – Подземная разработка рудных месторождений (для набора 2019)

Форма обучения очная, заочная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

ознакомление студентов с основными законами и следствиями термодинамики, основными методами изучения равновесных и неравновесных процессов, применением данных методов к решению задач, связанных с тепло - и массопереносом в горных выработках и массивах горных пород, а также знакомство с энергетическими и экологическими проблемами использования и производства теплоты в горном деле.

Задачи изучения дисциплины:

Задачами изучения дисциплины являются приобретение:

- знаний об основах преобразования энергии, законах термодинамики и теплообмена, термодинамических процессах и циклах, теплотехнической терминологии, законах получения, преобразования теплоты и эффективных способах ее использования;
- навыков инженерного расчета и анализа термодинамических процессов в горном производстве;

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Для успешного усвоения дисциплины студент должен обладать соответствующими знаниями, умениями и компетенциями, полученными при изучении следующих специальных дисциплин: общая геология, основы горного дела, физика горных пород, геомеханика, проведение и крепление горных выработок, статистическая обработка горно-инженерной информации. Дисциплина включена в блок 1, базовую часть ООП. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: математика, физика, химия, информатика, теоретическая механика, прикладная механика, электротехника, гидромеханика, материаловедение, метрология и стандартизация, электротехника. Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы), 180 часов.

Очная форма

| Виды занятий | Распределение по семестрам | | Всего часов |
|--|----------------------------|-----|-------------|
| | 6 семестр | | |
| Общая трудоемкость | | | 180 |
| Аудиторные занятия, в т.ч. | | 72 | 72 |
| лекционные (ЛК) | | 36 | 36 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | | 36 | 36 |
| лабораторные (ЛР) | | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | | 108 | 108 |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| Форма промежуточной аттестации в семестре | Дифференцированный зачет | 0 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | | |

Заочная форма

| Виды занятий | Распределение по семестрам | |
|--|----------------------------|-------------|
| | 7 семестр | Всего часов |
| Общая трудоемкость | | 180 |
| Аудиторные занятия, в т.ч. | 18 | 18 |
| лекционные (ЛК) | 8 | 8 |
| практические (семинарские) (ПЗ, СЗ) | 10 | 10 |
| лабораторные (ЛР) | 0 | 0 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС) | 162 | 162 |
| Форма промежуточной аттестации в семестре | Дифференцированный зачет | 0 |
| Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) | | |

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Индекс компетенции | Содержание компетенции |
|--------------------|---|
| ОПК-4 | Готовность с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр |
| ОПК-5 | Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов |

| | |
|-------|--|
| ОПК-9 | Владение методами анализа, знанием закономерностей поведения управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений |
|-------|--|

Планируемые результаты обучения по дисциплине для последовательного достижения уровней сформированности компетенций

| Результат обучения | |
|--------------------|--|
| Знать | <p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Знает основы термодинамики природных процессов; термодинамические условия геологического изучения массива горных пород. 2) Имеет общие знания о методах получения, преобразования, передачи и использования теплоты в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий. 3) Знает основные законы термодинамики, тепло- и массообмена, влияющие на характер природных процессов в массивах горных пород, горных выработках и выработанном пространстве. |
| | <p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Знает о тепловых свойствах горных пород; термодинамических процессах, протекающих в массивах горных пород. 2) Обладает необходимым уровнем знаний о методах получения, преобразования, передачи и использования теплоты, успешно выполняющий предусмотренные программой задания, показавшим систематический характер знаний. 3) Знает начала термодинамики, тепло- и массообмена, влияющие на характер природных процессов в массивах горных пород, горных выработках и выработанном пространстве. |
| | <p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Знает о характере влияния тепловых свойств разрабатываемых горных пород на параметры термодинамических процессов горного производства. 2) В полном объеме знает методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты, проявляющий творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала. 3) Имеет глубокие знания о постулатах термодинамики, тепло- и массообмена, влияющих на характер природных процессов в массивах горных пород, горных выработках и выработанном пространстве. |

| | |
|-------|--|
| Уметь | <p>Пороговый:</p> <p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Умеет анализировать горно-геологические условия и горнотехнические особенности месторождений полезных ископаемых для эффективного промышленного освоения. 2) Умеет применять знания законов термодинамики, тепло- и массообмена при определении параметров технологических процессов горного производства. 3) Умеет принимать оптимальные технические решения при добыче и переработке полезных ископаемых в конкретных горно-геологических условиях ведения горных работ. |
| | <p>Стандартный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Умеет оценивать горно-геологические условия и горнотехнические особенности месторождений полезных ископаемых. 2) Умеет выявлять основные закономерности изменения параметров технологических процессов горного производства в зависимости от теплового состояния массива горных пород. 3) Умеет применять современные технические средства реализации термодинамических процессов горного производства при добыче и переработке полезных ископаемых. |
| | <p>Эталонный:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Умеет обосновывать методы повышения эффективности промышленного освоения месторождений с учетом их горно-геологических условий и горнотехнических особенностей. 2) Умеет определять особенности теплового воздействия окружающего массива горных пород на параметры технологических процессов горного производства и оптимизировать их. 3) Умеет проектировать технологические процессы добычи и переработки полезных ископаемых, связанные с тепловым воздействием. |
| | <p>Пороговый:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Владеет навыками использования инженерных расчетов в определении возможности и направленности геологических процессов. 2) Владеет принципами определения теплофизических параметров горных пород при оценке эффективности промышленного освоения месторождений полезных ископаемых. 3) Владеет навыками расчета основных термовлажностных параметров состояния шахтного воздуха; способен рассчитывать основные технологические показатели при проведении горных выработок специальными способами; производить тепловые расчеты процессов горного производства. |

| | |
|---------|---|
| Владеть | Стандартный: |
| | <p>1) Владеет методами инженерных расчетов при анализе геологических процессов образования минералов, горных пород и руд.</p> <p>2) Владеет расчетными методами определения теплофизических характеристик горных пород при изучении геологических особенностей месторождений полезных ископаемых.</p> <p>3) Владеет методами определения тепло- и массообмена в горных выработках; способами повышения прочности горных пород при проведении горных выработок в неустойчивых массивах; способен рассчитывать технологические показатели физико-химических геотехнологий.</p> |
| | Эталонный: |
| | <p>1) Владеет методами инженерных расчетов и принципами моделирования природных процессов при геологическом изучении массивов горных пород.</p> <p>2) Владеет методами, средствами измерений и контроля теплофизических свойств горных пород при геолого-промышленной оценке месторождений полезных ископаемых.</p> <p>3) Владеет инструментами воздействия на температурный режим рудничного воздуха; способен проектировать технологии проведения горных выработок в сложных горно-геологических условиях; оптимизировать технологические параметры при добыче и переработке полезных ископаемых физико-химическими методами.</p> |

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Наименование раздела | Всего часов | Аудиторные занятия | | | СРС |
|--------|---------------|---|-------------|--------------------|--------|----|-----|
| | | | | ЛК | ПЗ(СЗ) | ЛР | |
| 1 | 1.1 | Основные понятия термодинамики | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| | 1.2 | Термодинамические процессы | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| | 1.3 | Фазовые переходы в горных породах | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| | 1.4 | Тепловые свойства минералов и горных пород | 16 | 4 | 4 | | 8 |
| | 1.5 | Основы химической термодинамики | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| 2 | 2.1 | Потоки жидких и газовых теплоносителей | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| | 2.2 | Теплообмен в горных породах | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| | 2.3 | Методы расчета основных параметров тепловых процессов | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| 3 | 3.1 | Тепло земных недр | 12 | 2 | 4 | | 6 |
| | 3.2 | Теплообмен в горных выработках | 14 | 4 | 2 | | 8 |

| | | | | | | | |
|-------|-----|---|-----|----|----|---|-----|
| | 3.3 | Замораживание горных пород при проведении выработок | 12 | 4 | 2 | | 6 |
| | 3.4 | Проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок | 14 | 2 | 4 | | 8 |
| | 3.5 | Подземная выплавка серы | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| | 3.6 | Подземная газификация твердого топлива | 10 | 2 | 2 | | 6 |
| | 3.7 | Термическое и термодинамическое разрушение пород | 12 | 2 | 2 | | 8 |
| Итого | | | 180 | 36 | 36 | 0 | 108 |

Заочная форма

| Модуль | Номер раздела | Наименование раздела | Всего часов | Аудиторные занятия | | | СРС |
|--------|---------------|---|-------------|--------------------|--------|----|-----|
| | | | | ЛК | ПЗ(СЗ) | ЛР | |
| 1 | 1.1 | Основы термодинамики (основные понятия термодинамики; термодинамические процессы; фазовые переходы в горных породах; тепловые свойства минералов и горных пород; основы химической термодинамики) | 48 | 2 | 4 | | 42 |
| 2 | 2.1 | Тепломассоперенос (потoki жидких и газовых теплоносителей; теплообмен в горных породах; методы расчета основных параметров тепловых процессов) | 48 | 2 | 2 | | 44 |
| 3 | 3.1 | Термодинамические процессы горно-го производства (тепло земных недр; теплообмен в горных выработках; замораживание горных пород при проведении выработок; проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок; подземная выплавка серы; подземная газификация твердого топлива; термическое и термодинамическое разрушение пород) | 84 | 4 | 4 | | 76 |
| Итого | | | 180 | 8 | 10 | 0 | 162 |

3.2. Лекционные занятия

Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание лекционных занятий |
|--------|---------------|-------------------------------|
|--------|---------------|-------------------------------|

| | | |
|---|-----|--|
| 1 | 1.1 | Основные понятия термодинамики: Термодинамические системы и их параметры; внутренняя энергия и внешняя работа; первый закон термодинамики. |
| | 1.2 | Термодинамические процессы: Понятие о термодинамических процессах; энтальпия и энтропия; второй и объединенный законы термодинамики; термодинамическая вероятность и третий закон термодинамики; теорема Нернста; нулевое начало термодинамики; уравнения состояния. |
| | 1.3 | Фазовые переходы в горных породах: Общие сведения о фазовых переходах; фазовые переходы первого и второго рода; полиморфные превращения; основные уравнения термодинамики фазовых переходов; фазовые переходы при неодинаковом давлении фаз; давление в сосуществующих фазах при искривленной поверхности их раздела; уравнение Пойнтинга. |
| | 1.4 | Тепловые свойства минералов и горных пород: Теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность минералов и горных пород; способы их измерения и расчета; их зависимость от температуры; тепловое расширение минералов и горных пород и остаточные температурные деформации в горных породах. Упругие, прочные, электрические и магнитные свойства минералов и горных пород и их зависимость от температуры; комплексы физических свойств горных пород и их зависимость от температуры. |
| | 1.5 | Основы химической термодинамики: Тепловые эффекты химических реакций; закон Гесса и его следствия; уравнение Кирхгофа; химическое равновесие; принцип Ле Шателье. |
| 2 | 2.1 | Потоки жидких и газовых теплоносителей: Уравнение первого закона термодинамики для потока; основные дифференциальные уравнения процессов течения жидкости и газов; сопло Ловаля; температура адиабатного торможения потока. |
| | 2.2 | Теплообмен в горных породах: Основной закон теплопроводности (уравнение Фурье); дифференциальное уравнение теплопроводности; частные случаи данного уравнения; начальные, граничные и краевые условия; источники тепла и тепловые режимы; виды теплоносителей и теплообмена; методы определения термодинамических параметров теплоносителей; пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. |

| | | |
|---|-----|--|
| | 2.3 | Методы расчета основных параметров тепловых процессов: Критерии подобия в термодинамике, физический смысл и пределы их изменений; безразмерные величины, имеющие смысл критериев; условия однозначности; методы расчета основных параметров тепловых процессов. |
| 3 | 3.1 | Тепло земных недр: Термодинамические параметры земной коры; источники тепла земных недр; процессы теплопереноса в недрах Земли; использование тепла земных недр; типы геолого-тектонических геотермических областей; мерзлые породы как термодинамические системы. |
| | 3.2 | Теплообмен в горных выработках: Требование к тепловому режиму в подземных выработках; влияние теплового режима на процессы горных работ; нормативные требования к тепловому режиму; количественные и качественные особенности теплового режима горных выработок в зоне многолетней мерзлоты; коэффициенты теплообмена между стенками выработок и рудничным воздухом. Источники тепла в подземных выработках; методы нормализации температурного режима рудничного воздуха; аналитические методы расчета температурного поля вмещающих пород вокруг выработки. |
| | 3.3 | Замораживание горных пород при проведении выработок: Сущность способа проходки выработок с предварительным замораживанием пород; режимы замораживания; виды хладоносителей; оборудование; схемы циркуляции хладоносителей в замораживающих колонках. Технология проходки выработок; схемы замораживания при строительстве стволов, горизонтальных и наклонных выработок; технологические особенности и дополнительные мероприятия при создании ледопородных ограждений в сложных гидрогеологических условиях. |
| | 3.4 | Проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок: Проектирование и расчет процесса рассольного замораживания горных пород. Безрассольные способы замораживания горных пород (азотное и охлажденным воздухом): сущность, область применения, технологические особенности, особенности расчета и проектирования. |
| | 3.5 | Подземная выплавка серы (ПВС): Свойства серы и серных руд; сущность и условия применения ПВС; тепло-вой баланс и параметры процесса ПВС; технология подготовки и оборудования серодобычных скважин. |

| | |
|-----|---|
| 3.6 | Подземная газификация твердого топлива: Подземная газификация углей (ПГУ); свойство углей как сырья для ПГУ; частичная и полная газификация; физико-химические основы полной газификации угля; технологические основы ПГУ; распределение температуры по длине канала газификации; технологические параметры канала; проходка каналов газификации; технико-экономические показатели ПГУ. |
| 3.7 | Термическое и термодинамическое разрушение пород: Огневое бурение и расширение скважин; физическая сущность и термодинамические модели процессов; оборудование и технология. Бурение скважин при использовании двухфазных теплоносителей и знакопеременном тепловом воздействии; физическая сущность и термодинамические модели процессов; оборудование и технология. Электротермический способ разрушения горных пород; физическая сущность и термодинамическая модель процесса. |

Заочная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание лекционных занятий |
|--------|---------------|--|
| 1 | 1.1 | Основные понятия термодинамики: Термодинамические системы и их параметры; внутренняя энергия и внешняя работа; первый закон термодинамики. Термодинамические процессы: Понятие о термодинамических процессах; энтальпия и энтропия; второй и объединенный законы термодинамики; термодинамическая вероятность и третий закон термодинамики; теорема Нернста; нулевое начало термодинамики; уравнения состояния. Фазовые переходы в горных породах: Общие сведения о фазовых переходах; фазовые переходы первого и второго рода; полиморфные превращения; основные уравнения термодинамики фазовых переходов; фазовые переходы при неодинаковом давлении фаз; давление в сосуществующих фазах при искривленной поверхности их раздела; уравнение Пойнтинга. Тепловые свойства минералов и горных пород: Теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность минералов и горных пород; способы их измерения и расчета; их зависимость от температуры; тепловое расширение минералов и горных пород и остаточные температурные деформации в горных породах. Упругие, прочные, электрические и магнитные свойства минералов и горных пород и их зависимость от температуры; комплексы физических свойств горных пород и их зависимость от температуры. Основы химической термодинамики: Тепловые эффекты химических реакций; закон Гесса и его следствия; уравнение Кирхгофа; химическое равновесие; принцип Ле Шателье. |

| | | |
|---|-----|--|
| 2 | 2.1 | <p>Потоки жидких и газовых теплоносителей: Уравнение первого закона термодинамики для потока; основные дифференциальные уравнения процессов течения жидкости и газов; сопло Ловаля; температура адиабатного торможения потока. Теплообмен в горных породах: Основной закон теплопроводности (уравнение Фурье); дифференциальное уравнение теплопроводности; частные случаи данного уравнения; начальные, граничные и краевые условия; источники тепла и тепловые режимы; виды теплоносителей и теплообмена; методы определения термодинамических параметров теплоносителей; пограничный слой и механизм конвективного теплообмена. Методы расчета основных параметров тепловых процессов: Критерии подобия в термодинамике, физический смысл и пределы их изменений; безразмерные величины, имеющие смысл критериев; условия однозначности; методы расчета основных параметров тепловых процессов.</p> |
|---|-----|--|

| | | |
|---|-----|---|
| 3 | 3.1 | <p>Тепло земных недр: Термодинамические параметры земной коры; источники тепла земных недр; процессы теплопереноса в недрах Земли; использование тепла земных недр; типы геолого-тектонических геотермических областей; мерзлые породы как термодинамические системы. Теплообмен в горных выработках: Требование к тепловому режиму в подземных выработках; влияние теплового режима на процессы горных работ; нормативные требования к тепловому режиму; количественные и качественные особенности теплового режима горных выработок в зоне многолетней мерзлоты; коэффициенты теплообмена между стенками выработок и рудничным воздухом. Источники тепла в подземных выработках; методы нормализации температурного режима рудничного воздуха; аналитические методы расчета температурного поля вмещающих пород вокруг выработки</p> <p>Замораживание горных пород при проведении выработок: Сущность способа проходки выработок с предварительным замораживанием пород; режимы замораживания; виды хладонносителей; оборудование; схемы циркуляции хладонносителей в замораживающих колонках. Технология проходки выработок; схемы замораживания при строительстве стволов, горизонтальных и наклонных выработок; технологические особенности и дополнительные мероприятия при создании ледопородных ограждений в сложных гидрогеологических условиях.</p> <p>Проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок: Проектирование и расчет процесса рассольного замораживания горных пород. Безрассольные способы замораживания горных пород (азотное и охлажденным воздухом): сущность, область применения, технологические особенности, особенности расчета и проектирования. Подземная выплавка серы (ПВС): Свойства серы и серных руд; сущность и условия применения ПВС; тепло-вой баланс и параметры процесса ПВС; технология подготовки и оборудования серодобычных скважин. Подземная газификация твердого топлива: Подземная газификация уг-лей (ПГУ); свойство углей как сырья для ПГУ; частичная и полная газификация; физико-химические основы полной газификации угля; технологические основы ПГУ; распределение температуры по длине канала газификации; технологические параметры канала; проходка каналов газификации; технико-экономические показатели ПГУ.</p> <p>Термическое и термодинамическое разрушение пород: Огневое бурение и расширение скважин; физическая сущность и термодинамические модели процессов; оборудование и технология. Бурение скважин при использовании двухфазных теплоносителей и знакопеременном тепловом воздействии; физическая сущность и термодинамические модели процессов; оборудование и технология. Электротермический способ разрушения горных пород; физическая сущность и термодинамическая модель процесса</p> |
|---|-----|---|

3.3. Практические (семинарские) занятия

Очная форма

| | | |
|--------|---------------|--|
| Модуль | Номер раздела | Содержание практических(семинарских) занятий |
|--------|---------------|--|

| | | |
|---|-----|--|
| 1 | 1.1 | Расчет работы разрушения и изменения внутренней энергии негабаритного куска горной породы при термическом дроблении |
| | 1.2 | Расчет энтальпии и энтропии куска горной породы |
| | 1.3 | Расчет температуры и теплоты плавления металла |
| | 1.4 | Расчет тепловых свойств горных пород (теплоемкости, тепло- и температуропроводности, теплового сопротивления) |
| | 1.5 | Расчет энтальпий (тепловых эффектов) при кислотном выщелачивании ме-талла |
| 2 | 2.1 | Расчет технологических характеристик сопла Ловаля |
| | 2.2 | Расчет основных термодинамических параметров состояния шахтного воздуха (влажесодержание, теплоемкость, теплосодержание) |
| | 2.3 | Расчет коэффициента конвективной теплоотдачи горной выработки |
| 3 | 3.1 | Расчет коэффициента нестационарного теплообмена и температуры стенки горной выработки. Расчет коэффициента гармонического теплообмена |
| | 3.2 | Расчет толщины однослойной изоляции горной выработки в многолетнемерзлых породах |
| | 3.3 | Расчет основных параметров ледопородного ограждения при проходке вертикального ствола в водоносных породах |
| | 3.4 | Теплотехнический расчет производительности замораживающей станции и времени замораживания при проходке вертикального ствола в водоносных породах |

| | |
|-----|---|
| 3.5 | Расчет основных технологических параметров процесса подземной выплавки серы |
| 3.6 | Расчет химического КПД при подземной газификации углей |
| 3.7 | Расчет объемной и линейной скорости хрупкого термического разрушения горных пород при огневом бурении |

Заочная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание практических(семинарских) занятий |
|--------|---------------|---|
| 1 | 1.1 | <p>Расчет работы разрушения и изменения внутренней энергии негабаритного куска горной породы при термическом дроблении. Расчет энтальпии и энтропии куска горной породы. Расчет температуры и теплоты плавления металла.</p> <p>Расчет тепловых свойств горных пород (теплоемкости, тепло- и температуропроводности, теплового сопротивления). Расчет энтальпий (тепловых эффектов) при кислотном выщелачивании металла</p> |
| 2 | 2.1 | Расчет технологических характеристик сопла Ловаля. Расчет основных термодинамических параметров состояния шахтного воздуха (влажность, теплоемкость, теплосодержание). Расчет коэффициента конвективной теплоотдачи горной выработки |
| 3 | 3.1 | <p>Расчет коэффициента нестационарного теплообмена и температуры стенки горной выработки. Расчет коэффициента гармонического теплообмена. Расчет толщины однослойной изоляции горной выработки в многолетнемерзлых породах. Расчет основных параметров ледопородного ограждения при проходке вертикального ствола в водоносных породах.</p> <p>Теплотехнический расчет производительности замораживающей станции и времени замораживания при проходке вертикального ствола в водоносных породах. Расчет основных технологических параметров процесса подземной выплавки серы. Расчет химического КПД при подземной газификации углей. Расчет объемной и линейной скорости хрупкого термического разрушения горных пород при огневом бурении</p> |

3.4. Лабораторные занятия

3.5. Организация самостоятельной работы

Очная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение | Виды самостоятельной работы |
|--------|---------------|---|--|
| 1 | 1.1 | Термодинамические системы и их параметры | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 1 | 1.2 | Термодинамические процессы | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 1 | 1.3 | Фазовые переходы в горных породах | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 1 | 1.4 | Тепловые свойства минералов и горных пород | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 1 | 1.5 | Основы химической термодинамики | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |

| | | | |
|---|-----|---|--|
| 2 | 2.1 | Потоки жидких и газовых теплоносителей | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 2 | 2.2 | Теплообмен в горных породах | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 2 | 2.3 | Методы расчета основных параметров тепловых процессов | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.1 | Тепло земных недр | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.2 | Теплообмен в горных выработках | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.3 | Замораживание горных пород при проведении выработок | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |

| | | | |
|---|-----|---|--|
| 3 | 3.4 | Проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.5 | Подземная выплавка серы | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.6 | Подземная газификация твердого топлива | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |
| 3 | 3.7 | Термическое и термодинамическое разрушение пород | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами |

Заочная форма

| Модуль | Номер раздела | Содержание материала выносимого на самостоятельное изучение | Виды самостоятельной работы |
|--------|---------------|---|---|
| 1 | 1.1 | Основы термодинамики (основные понятия термодинамики; термодинамические процессы; фазовые переходы в горных породах; тепловые свойства минералов и горных пород; основы химической термодинамики) | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами. |

| | | | |
|---|-----|--|---|
| 2 | 2.1 | Тепломассоперенос (потoki жидких и газовых теплоносителей; тепло-обмен в горных породах; методы расчета основных параметров тепловых процессов) | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами. |
| 3 | 3.1 | Термодинамические процессы горного производства (тепло земных недр; теплообмен в горных выработках; замораживание горных пород при проведении выработок; проектирование способов замораживания горных пород при проведении выработок; подземная выплавка серы; подземная газификация твердого топлива; термическое и термодинамическое разрушение пород) | Анализ нормативных документов; составление опорного конспекта; подготовка к практическим занятиям; самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы; решение ситуационных задач; работа с электронными образовательными ресурсами. |

4. Интерактивные формы образовательных технологий

| Модуль | Номер раздела | Вид учебных занятий | Образовательные технологии | Количество часов |
|--------|---------------|---|---|------------------|
| 1 | все разделы | Лекционные занятия. Практические занятия | Интерактивные лекции с использованием мультимедиа; лекции с использованием презентаций. Разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи); технологии проектного обучения (конкурс проектов студентов); работа с электронными образовательными ресурсами | 24 |
| 2 | все разделы | Лекционные занятия. Практические занятия | Интерактивные лекции с использованием мультимедиа; лекции с использованием презентаций. Разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи); технологии проектного обучения (конкурс проектов студентов); работа с электронными образовательными ресурсами | 12 |

| | | | | |
|---|----------------|---|---|----|
| 3 | все разделы | Лекционные занятия. Практические занятия | Интерактивные лекции с использованием мультимедиа; лекции с использованием презентаций. Разбор конкретных ситуаций (ситуационные задачи); технологии проектного обучения (конкурс проектов студентов); работа с электронными образовательными ресурсами | 36 |
|---|----------------|---|---|----|

5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

[Фонд оценочных средств](#)

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

6.1.1. Печатные издания

1. Гончаров, С.А. Термодинамика : учебник / Гончаров Степан Алексеевич. - 2-е изд., стер. - Москва : МГГУ, 2002. - 440 с
2. Кириллин, В.А. Техническая термодинамика : учебник / Кириллин Владимир Алексеевич, Сычев Вячеслав Владимирович, Шейндлин Александр Ефимович. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : МЭИ, 2008. - 496 с.
3. Теплотехника : учебник / под ред. В.Н. Луканина. - 5-е изд., стер... - Москва : Высш.шк., 2006. - 671с.
4. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники : учеб. пособие / Ляшков Василий Игнатьевич. - Москва : Высшая школа, 2008. - 317 с.

6.1.2. Издания из ЭБС

1. Дмитриев, А.П. Разрушение горных пород / А. П. Дмитриев; Дмитриев А.П. - Moscow : Горная книга, 2006. - . - Разрушение горных пород [Электронный ресурс] / Дмитриев А.П. - М: Издательство Московского государственного горного университета, 2006.

6.2. Дополнительная литература

6.2.1. Печатные издания

1. Щербань, А.Н. Руководство по регулированию теплового режима шахт / А. Н. Щербань, О. А. Кремнев, В. Я. Журавленко. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Недра, 1977. - 359с.
2. Термодинамика : контрольные задания и метод. указ. / сост. Р.Б. Закиев. - Чита : ЧитГУ, 2005. - 35с.

6.2.2. Издания из ЭБС

1. Кудинов, В.А. Техническая термодинамика и теплопередача : Учебник / Кудинов Василий Александрович; Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. - 3-е изд. - М. : Издательство Юрайт, 2017. - 442.
2. Арене, В.Ж. Физико-химическая геотехнология [Электронный ресурс] / Арене В.Ж. - М. : Горная книга, 2001.

6.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к

электронно-библиотечным системам:

1. <https://www.e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань".
2. <https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система "Юрайт"
3. <http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система "Консультант студента"
4. <http://www.trmost.com/> Электронно-библиотечная система "Троицкий мост"
5. <http://www.diss.rsl.ru/> Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки.
6. <https://www.elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал "Российское образование"
8. <http://www.law.edu.ru/> Федеральный правовой портал "Юридическая Россия"
9. <http://www.window.edu.ru/> Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.
10. <http://www.megabook.ru/> Энциклопедии Кирилла и Мефодия
11. <http://www.krugosvet.ru/> Универсальная научно-популярная онлайн-энциклопедия "Кругосвет"
12. <http://www.glossary.ru/> Тематические толковые словари
13. <https://www.dic.academic.ru/> Словари и энциклопедии
14. <http://www.nlr.ru/> Российская национальная библиотека
15. <https://www.prlib.ru/> Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина
16. <http://www.gpntb.ru/> Государственная публичная научно-техническая библиотека России
17. <http://www.rasl.ru/> Библиотека Российской Академии наук
18. <http://www.studentam.net/> Электронная библиотека учебников
19. <http://www.techlib.org/> Библиотека технической литературы
20. <http://www.rvb.ru/> Русская виртуальная библиотека

7. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

672000, г. Чита, ул. Кастринская 1, ауд. 09-515. Лаборатория горных машин. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Комплект специальной учебной мебели.

Доска аудиторная меловая.

Мультимедийное оборудование: проектор, стационарный экран, ноутбук.

Стенды: "Компрессор поршневой"; "Стационарные установки шахты"; "Устройство центробежного насоса"; "Схема управления работой насосов".

Макет "Осевой вентилятор".

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

672000, г. Чита, ул. Кастринская 1, ауд. 09-521. Учебная аудитория для проведения курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы

Комплект специальной учебной мебели.

Плоттер Canon imagePROGRAF iPF605.

Сканер Colortrac Smartlf SC25 - 1 шт.

Копировальный аппарат KYOCERA TASKalfa 180.

ПК - 3 шт.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

672000, г. Чита, ул. Кастринская 1, ауд. 09-516. Лаборатория взрывных работ. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Комплект специальной учебной мебели. Доска аудиторная меловая.

Мультимедийное оборудование: проектор, стационарный экран, переносной ноутбук.

Стенды: «Определение скорости детонации ВВ»; «Определение работоспособности ВВ»; «Определение бризантности ВВ»; «Устройства детонаторов».

Макеты: «Средства инициирования»; «Взрывные машинки и буровые коронки».

Взрывная электроимпульсная станция.

Доступ к сети Интернет и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Для эффективного освоения материала дисциплины необходимым является выполнение следующих требований:

- обязательное посещение всех лекционных и практических занятий, способствующее системному овладению материалом курса;
- все вопросы соответствующих разделов и тем по дисциплине необходимо фиксировать (на любых носителях информации);
- обязательное выполнение домашних заданий является важнейшим требованием и условием формирования целостного и системного знания по дисциплине;
- обязательность личной активности каждого студента на всех занятиях по дисциплине;
- в случаях неясности каких-либо вопросов, обсуждаемых на занятиях, необходимо задать соответствующие вопросы преподавателю, а не оставлять их непонятыми;
- в случаях пропусков занятий по уважительным причинам студентам предоставляется право подготовки и представления заданий и ответов на вопросы изученного материала, с расчетом на помощь преподавателя в его усвоении;
- в случаях пропусков без уважительной причины студент обязан самостоятельно изучить соответствующий материал;
- необходимым условием является самостоятельность и инициативность студентов при контроле набора баллов по дисциплине для успешного прохождения промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа студентов предполагает:

- самостоятельный поиск, обработку (анализ, синтез, обобщение и систематизацию), адаптацию необходимой по дисциплине информации;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- изучение и усвоение теоретического материала, представленного на лекционных занятиях и в соответствующих литературных источниках (рекомендуемая основная и дополнительная литература);
- самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- подготовка к практическим и семинарским занятиям, в соответствии с рекомендациями преподавателя (выполнение конкретных заданий, соответствующие организационные действия и т.д.).

Разработчик/группа разработчиков: ст. преподаватель Бейдин А.В.

**Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 02.09.2019 г. № №1)**

