МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:



Директор института

С.Е. Гавришев

« 31 » января 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании

Специальность

21.05.04 Горное дело

Направленность (специализация) программы Взрывное дело

Уровень высшего образования – специалитет Форма обучения

Очная

Институт Горного дела и транспорта

Кафедра Разработки месторождений полезных ископаемых Курс 4, 5

Семестр 8, 9, А

Магнитогорск

2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело, утвержденного приказом МОиН РФ от 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры разработки место- рождений полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой / С.Е. Гавришев /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института горного дела и транс- порта «31» января 2017 г., протокол № 7.

Председатель /С.Е. Гавришев */*

Рабочая программа составлена: доцент кафедры РМПИ, к.т.н., доцент

/ П.С. Симонов /



Рецензент: заведующий лаборатории ООО «УралГеоПроект»

/ Ар.А. Зубков/

# Лист регистрации изменений и дополнений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения | Дата.  № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
| 1 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №1 от 31.08.17 |  |
| 2 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 23.10.18 |  |
| 3 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисцип- лины | Протокол №3 от 11.10.19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

1. **Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Физика разрушения горных пород при бурении и взры- вании» являются: изучение теории и практики в области физики процесса разрушения гор- ных пород при бурении и взрывании, а также формирование профессиональных компетен- ций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело.

# Задачи изучения дисциплины:

* познакомить студентов с физикой разрушения горных пород и других твердых сред при бурении и взрывании; методами анализа, закономерностями поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;
* научить студентов обосновывать технологию, рассчитывать основные параметры взрывной отбойки шпуровыми, скважинными и камерными зарядами при взрывании на карьерах и на других горных и промышленных объектах на земной поверхности, при под- земной добыче руды и угля, при проходке подземных выработок, при производстве специ- альных взрывных работ;
* развить у студентов готовность к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строитель- ству и эксплуатации подземных объектов;
* выработать у студентов способность к анализу закономерностей поведения и управ- ления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных со- оружений.

# Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки спе- циалиста

Дисциплина «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Геология», «Физика горных пород»,

«Физические основы процессов добычи и переработки полезных ископаемых».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необ- ходимы при освоение дисциплин: «Технология взрывных работ при ОГР», «Технология взрывных работ при подземной разработке», «Проектирование и организация взрывных ра- бот», «Управление качеством взрывных работ».

# Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| **ПК-1**  владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подзем- ных объектов. | |

|  |  |
| --- | --- |
| Структурный элемент  компетенции | Планируемые результаты обучения |
| Знать | * физику разрушения горных пород и других твердых сред при буре-   нии и взрывании;   * технику и технологию безопасного ведения всех видов буровзрыв- ных работ в промышленности, строительстве и при ликвидации чрез- вычайных ситуаций; * способы повышения энергетической эффективности буровых и взрывных работ для создания ресурсосберегающих технологий в гор- ном деле. |
| Уметь | * рассчитывать параметры зон действия взрыва при отбойке шпуро-   выми, скважинными и камерными зарядами при взрывании на карье- рах и на других горных и промышленных объектах на земной поверх- ности, при подземной добыче руды и угля, при проходке подземных выработок, при производстве специальных взрывных работ;   * выбирать наиболее рациональные ресурсосберегающие технологии разрушения массивов горных пород при различных горно- геологических условиях их разработки; * анализировать полученные результаты механического или взрывно- го разрушения горных пород, предлагать способы повышения энерге- тической эффективности процессов разрушения. |
| Владеть | * современными методиками и приборами для исследований процес-   сов взрывного разрушения горных пород и воздействия на различные материалы;   * научной терминологией в области разрушения горных пород и дру- гих материалов при бурении и взрывании; * навыками расчета и математического моделирования процессов раз- рушения горных пород на ЭВМ. |

# Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

* контактная работа – 205,9 акад. часов:
  + аудиторная – 198 акад. часов;
  + внеаудиторная – 7,9 акад. часов
* самостоятельная работа – 118,4 акад. часов;
* подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **1. Общие вопросы разрушения гор-**  **ных пород.** | 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| **1.1. Свойства и строение горных по- род, влияющие на эффективность их разрушения при бурении и взрыва- нии.**  Строение горных пород: микроскопическое, макроскопическое и супермакроскопическое. Понятие о породном массиве и масштабном эффекте. Влияние физико-технических свойств  горных пород на процессы бурения и взрыва- ния. Буримость и взрываемость горных пород. | 8 | 4 |  | 4/4И | 13 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №1 | ПК-1 |
| **1.2. Внутренняя структура и проч- ность горных пород.**  Понятие о породах как о средах квазинепре- рывных, квазиоднородных и квазиизотропных. Силы связи и внутренняя структура горных пород. Работа деформации горной породы. Теоретическая прочность твердых тел (физи- ческая природа прочности). Дефекты кристал- лической структуры. | 8 | 6 |  | 6/2И | 13 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №2 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **1.3. Теории прочности.**  Основные технические критерии прочности твердых тел. Теория прочности Мора. Паспорт прочности горных пород. Теория хрупкого разрушения (теория трещин Гриффитса). Ки- нетическая (термофлуктуационная) теория прочности. Статическая и динамическая проч- ность. | 8 | 6 |  | 6/2И | 13,1 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №3 | ПК-1 |
| **Итого по разделу** |  | **16** |  | **16/8И** | **39,1** |  | Зачет |  |
| **2. Физика разрушения горных пород**  **при бурении.** | 9 |  |  |  |  |  |  |  |
| **2.1. Классификация и общая харак- теристика способов бурения.** Основные сведения о бурении шпуров и сква- жин. Бурение нефтяных и газовых скважин. Краткая история развития буровых работ. Бу- рение в космосе. Научное бурение сверхглубо- ких скважин. Производительность буровой машины. Механическая скорость бурения. Классификация способов бурения. Характер нагружения и разрушения горных пород зубь- ями буровых инструментов. Закономерности удаления шлама из шпуров и скважин различ- ными способами. Технологии ведения буровых работ. Технико-экономические параметры бу-  ровых работ. | 9 | 6 |  | 2/1И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №4 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **2.2. Механизм разрушения породы при ударном бурении.**  Ударные способы бурения шпуров. Ударно- канатное бурение скважин. Механизм и зако- номерности разрушения породы при ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударном бурении пневматическими перфора- торами. Оптимальные режимы бурения. Зави- симость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических па-  раметров оборудования. | 9 | 4 |  | 2/1И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №4 | ПК-1 |
| **2.3. Механизм разрушения породы при вращательном бурении.** Вращательное бурение шпуров и скважин. Механизм и основные закономерности разру- шения породы при вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при вращательном бурении. Оптимальные режимы бурения. За- висимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических па-  раметров оборудования. | 9 | 6 |  | 2/1И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №4 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **2.4. Механизм разрушения породы при ударно-вращательном бурении.** Разрушение горных пород при ударно- вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении по- гружными пневмоударниками. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости буре- ния от свойств пород, режимных параметров и  геометрических параметров оборудования. | 9 | 6 |  | 4/2И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №4 | ПК-1 |
| **2.5. Механизм разрушения породы при вращательно-ударном бурении.** Механизм разрушения породы при вращатель- но-ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных по- род при вращательно-ударном бурении. Опти- мальные режимы бурения. Зависимость скоро- сти бурения от свойств пород, режимных па- раметров и геометрических параметров обору-  дования. | 9 | 4 |  | 2/1И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №4 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **2.6. Механизм разрушения породы при шарошечном бурении.** Шарошечное бурение скважин. Механизм раз- рушения пород при шарошечном бурении. Ре- жимные параметры и их влияние на процесс разрушения пород при шарошечном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров обо-  рудования. | 9 | 6 |  | 4/2И | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №5 | ПК-1 |
| **2.7. Механизм разрушения породы при термическом и взрывном буре- нии.**  Недостатки механических способов бурения. Термическое разрушение горных пород высо- котемпературными газовыми и плазменными струями. Комбинированные способы разруше- ния при бурении. Взрывное бурение: ампуль- ное и струйное. Бурение электромагнитным излучением. Способ гидравлического отделе-  ния породы от массива. | 9 | 4 |  | 2 | 2,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Практическая работа. Контрольная работа №5 | ПК-1 |
| **Итого по разделу** |  | **36** |  | **18/8И** | **14,2** |  | **Экзамен** |  |
| **3. Физика разрушения горных пород**  **при взрывании.** |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3.1. Процессы разрушающего, сейс- мического и воздушного действия взрыва зарядов взрывчатого веще- ства.**  Классификации зарядов: по положению; по форме; по конструкции; по характеру дейст- вия. Элементы воронки взрыва. Зоны действия  взрыва. Факторы, вызывающие разрушение горных пород при взрыве. | А | 8 |  | 8/4И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №6 | ПК-1 |
| **3.2. Процесс разрушения пород взрывом одиночного заряда.** Формирование зон мелкодисперсного дробле- ния, радиального трещинообразования и выде- ление сейсмической волны. Основные пара- метры волны напряжения в твердых породах. Закономерности распространения волны на- пряжения в твердых породах. Напряжения в безграничном массиве. Напряжения у обна- женной поверхности. Напряжения в районе образования откольной и взрывной воронки. Зоны дробления взрывом трещиноватого мас- сива. Закономерности разрушения горных по-  род взрывом в зоне нерегулируемого дробле- ния. | А | 6 |  | 6/4И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №6 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3.3. Процесс разрушения пород при одновременном взрывании несколь- ких зарядов.**  Напряжения при одновременном взрывании зарядов. Особенности разрушения горных по- род при одновременном взрывании нескольких удлиненных зарядов. Явление формирования одной генеральной трещины по плоскости рас- положения зарядов, параметры волны напря- жений при добыче блочного камня и контур-  ном взрывании. | А | 6 |  | 6/4И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №6 | ПК-1 |
| **3.4. Процесс разрушения пород при короткозамедленном взрывании за- рядов.**  Сущность КЗВ; факторы, определяющие эф- фективность КЗВ: интерференция волн напря- жений, образование дополнительных откры- тых поверхностей, соударение перемещаю- щихся от взрыва зарядов кусков породы. Осо- бенности разрушения горных пород при по- следовательном взрывании нескольких удли-  ненных зарядов. | А | 6 |  | 6/4И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №6 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3.5. Процесс разрушения пород взрывом наружного заряда.**  Действие взрыва наружного заряда. Направ- ленное действие взрыва. Процесс разрушения пород кумулятивными зарядами. | А | 6 |  | 6/2И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №7 | ПК-1 |
| **3.6. Общие принципы расчета раз- рушающего действия сосредоточен- ных зарядов.**  Процессы формирования поля напряжений при взрыве сосредоточенного заряда. Сосредото- ченные заряды рыхления (дробления). Сосре- доточенные заряды выброса. Процесс разру- шения при отбойке камерными зарядами. | А | 6 |  | 6/2И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №7 | ПК-1 |
| **3.7. Общие принципы расчета раз- рушающего действия удлиненных зарядов.**  Процессы формирования поля напряжений при взрыве удлиненного заряда. Процесс разруше- ния при отбойке скважинными зарядами. | А | 6 |  | 6/2И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №7 | ПК-1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Раздел / тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная ра- бота (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
| лекции | лаборат. занятия | практич. занятия |
| **3.8. Параметры волны напряжений (сейсмовзрывных колебаний) в дальней зоне взрыва.**  Сейсмическое действие взрыва. Скорости про- дольных, поперечных и поверхностных волн. Шкала интенсивности сейсмических колеба- ний. Предельно допустимые скорости колеба-  ний грунта. Управление сейсмическим дейст- вием взрыва. | А | 6 |  | 6/2И | 7,2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №7 | ПК-1 |
| **3.9. Действие ударных воздушных волн взрывов на окружающие со- оружения.**  Ударная воздушная волна. Избыточное давле- ние на фронте ударной волны для тротилового заряда. Разрушающее действие ударных воз- душных волн. Безопасные расстояния по дей- ствию ударной воздушной волны при взрыве на земной поверхности для зданий и сооруже- ний. Определение расстояний, безопасных по действию ударных воздушных волн на застек- ление при взрывании наружных зарядов и скважинных (шпуровых) зарядов рыхления.  Определение безопасного расстояния по дей- ствию ударной воздушной волны на человека. | А | 6 |  | 6/2И | 7,5 | Самостоятельное изучение учебной и научно литерату- ры.  Выполнение практических работ (решение задач, пись- менных работ и т.п.), преду- смотренных рабочей про- граммой дисциплины. | Лабораторная работа. Контрольная работа №7 | ПК-1 |
| **Итого по разделу** |  | **56** |  | **56/26И** | **65,1** |  | Зачет |  |
| **Итого по курсу** |  | **108** |  | **90/**  **42И** | **118,4** |  |  |  |

# Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представле- ний по курсу «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» происходит с использованием мультимедийного оборудования (проектор, интерактивная доска).

Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы- дискуссия.

При проведении практических занятий используются традиционный семинар, семинар- обсуждение докладов, семинар-дискуссия.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные ра- боты студентов, выступление на семинаре, творческие задания (написание рефератов по за- ранее обозначенным темам).

# Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов в ходе аудиторных занятий осуществляется под контролем преподавателя в виде экспресс-опроса, обсуждения докладов и дискуссий.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с про- работкой материала и подготовки к защите практических и лабораторных работ.

# Перечень тем для подготовки к семинарским занятиям

***На практических (семинарских) занятиях*** студенты должны быть готовы делать ко- роткие сообщения по теме семинара и участвовать в обсуждениях, решают задачи предло- женные преподавателем и представляют результаты расчетов на проверку.

План семинаров и список необходимой литературы выдается студентам заранее – на первом занятии.

***Практическая работа (семинар) №1.* Свойства и строение горных пород, влияю- щие на эффективность их разрушения при бурении и взрывании.**

План:

Строение горных пород: микроскопическое, макроскопическое и супермакроскопиче- ское. Понятие о породном массиве и масштабном эффекте. Влияние физико-технических свойств горных пород на процессы бурения и взрывания. Буримость и взрываемость горных пород.

***Практическая работа (семинар) №2.* Внутренняя структура и прочность горных пород.**

План:

Понятие о породах как о средах квазинепрерывных, квазиоднородных и квазиизотроп- ных. Силы связи и внутренняя структура горных пород. Работа деформации горной породы. Теоретическая прочность твердых тел (физическая природа прочности). Дефекты кристалли- ческой структуры.

***Практическая работа (семинар) №3.* Теории прочности.**

План:

Основные технические критерии прочности твердых тел. Теория прочности Мора. Пас- порт прочности горных пород. Теория хрупкого разрушения (теория трещин Гриффитса). Кинетическая (термофлуктуационная) теория прочности. Статическая и динамическая проч- ность.

***Практическая работа (семинар) №4.* Классификация и общая характеристика способов бурения.**

План:

Основные сведения о бурении шпуров и скважин. Бурение нефтяных и газовых сква- жин. Краткая история развития буровых работ. Бурение в космосе. Научное бурение сверх- глубоких скважин. Производительность буровой машины. Механическая скорость бурения. Классификация способов бурения. Характер нагружения и разрушения горных пород зубья- ми буровых инструментов. Закономерности удаления шлама из шпуров и скважин различ- ными способами. Технологии ведения буровых работ. Технико-экономические параметры буровых работ.

***Практическая работа (семинар) №5.* Механизм разрушения породы при ударном бурении.**

План:

Ударные способы бурения шпуров. Ударно-канатное бурение скважин. Механизм и за- кономерности разрушения породы при ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударном бурении пневматическими перфоратора- ми. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режим- ных параметров и геометрических параметров оборудования.

***Практическая работа (семинар) №6.* Механизм разрушения породы при враща- тельном бурении.**

План:

Вращательное бурение шпуров и скважин. Механизм и основные закономерности раз- рушения породы при вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при вращательном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зави- симость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических пара- метров оборудования.

***Практическая работа (семинар) №7.* Механизм разрушения породы при ударно- вращательном бурении.**

План:

Разрушение горных пород при ударно-вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении по- гружными пневмоударниками. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости буре- ния от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.

***Практическая работа (семинар) №8.* Механизм разрушения породы при враща- тельно-ударном бурении.**

План:

Механизм разрушения породы при вращательно-ударном бурении. Режимные парамет- ры и их влияние на процесс разрушения горных пород при вращательно-ударном бурении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, режимных параметров и геометрических параметров оборудования.

***Практическая работа (семинар) №9.* Механизм разрушения породы при шаро- шечном бурении.**

План:

Шарошечное бурение скважин. Механизм разрушения пород при шарошечном буре- нии. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения пород при шарошечном бу- рении. Оптимальные режимы бурения. Зависимость скорости бурения от свойств пород, ре- жимных параметров и геометрических параметров оборудования.

***Практическая работа (семинар) №10.* Механизм разрушения породы при термиче- ском и взрывном бурении.**

План:

Недостатки механических способов бурения. Термическое разрушение горных пород высокотемпературными газовыми и плазменными струями. Комбинированные способы раз- рушения при бурении. Взрывное бурение: ампульное и струйное. Бурение электромагнит- ным излучением. Способ гидравлического отделения породы от массива.

**Лабораторные работы** выполняются бригадой в составе 2-4 студента. Отчет по лабо- раторной работе оформляется каждым студентом индивидуально в отдельной тетрадке.

Для допуска к лабораторной работе студенты должны оформить конспект содержащий: полное наименование работы, цель работы, теоретическую часть, включающую определения, сущность и схему эксперимента, основные расчетные формулы.

Результаты измерений, оформляются в виде таблицы, строятся необходимые графики и делается вывод с указанием окончательного результата и точности его определения.

По завершении экспериментальной части один экземпляр (на бригаду) лабораторного листка, содержащего сведения о группе, исполнителях, названии работы и таблицу с опыт- ными данными, сдается преподавателю.

На последующих лабораторных занятиях по первому требованию преподавателя лабо- раторная работа должна быть защищена.

***Лабораторная работа №1.* Определение взрываемости горных пород.**

Цель работы – изучение критериев и методов определения взрываемости горных пород. Перечень рекомендуемой литературы:

1. Угольников В.К., Симонов П.С. Определение взрываемости горных пород: Методи- ческие указания. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2008. – 12 с.
2. Маляров, И.П. Изучение классификаций горных пород [Текст]: методические указа- ния к лабораторной работе / И.П. Маляров, В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. – 21 с.

***Лабораторная работа №2.* Разрушение горных пород при ударе.**

Цель работы – изучение характеристик разрушаемости горных пород динамическими нагрузками и методов их определения.

Перечень рекомендуемой литературы:

1. Симонов П.С., Симонов П.С. Разрушение горных пород при ударе. Методические указания – Магнитогорск: МГТУ, 2010. – 16 с.
2. Латышев О.Г. Физика процессов разрушения горных пород. Часть 1. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2000. – 82 с.

***Лабораторная работа №3.* Изучение действия взрыва в массиве.**

Цель работы – изучение действия взрыва заряда взрывчатых веществ при изменении глубины заложения заряда постоянной массы или при изменении массы заряда при измене- нии глубины заложения.

Перечень рекомендуемой литературы:

Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]:

лабораторный практикум / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО

«МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 38 с.

***Лабораторная работа №4.* Влияние числа открытых поверхностей на эффектив- ность действия взрыва**

Цель работы – изучение влияния числа открытых поверхностей на эффективность дей- ствия взрыва.

Перечень рекомендуемой литературы:

Симонов, П.С. Влияние числа открытых поверхностей на эффективность действия взрыва [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнито- горск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 12 с.

***Лабораторная работа №5.* Изучение взаимодействия зарядов**

Цель работы – изучение влияния совместного действия зарядов на объем взрываемой породы, в зависимости от расстояния между ними.

Перечень рекомендуемой литературы:

Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]:

лабораторный практикум / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО

«МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 38 с.

***Лабораторная работа №6.* Изучение конструкции заряда (зоны дробления при взрыве)**

Цель работы – изучение методов регулирования дробления горных пород взрывом, конструкции заряда и влияния рассредоточения зарядов на степень дробления.

Перечень рекомендуемой литературы:

Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]:

лабораторный практикум / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО

«МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 38 с.

***Лабораторная работа №7.* Определение показателя простреливаемости горных пород**

Цель работы – изучение механизма действия взрыва в плотных горных породах, опре- деление показателя простреливаемости и области его применения.

Перечень рекомендуемой литературы:

Угольников В.К., Симонов П.С. Определение показателя простреливаемости горных пород. Методические указания – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 10 с.

***Лабораторная работа №8.* Изучение действия зарядов выброса**

Цель работы – изучение законов распределения гранулометрического состава разру- шенных пород.

Перечень рекомендуемой литературы:

Симонов, П.С. Изучение действия зарядов выброса [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 15 с.

***Лабораторная работа №9.* Взрывание трещиноватых и нарушенных горных пород** Цель работы – изучение механизма действия взрыва зарядов взрывчатых веществ в трещиноватом массиве и методов управления энергией взрыва используемых при взрывании

в трещиноватых массивах.

Перечень рекомендуемой литературы:

Симонов, П.С. Взрывание трещиноватых и нарушенных массивов горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. Магнитогорск: Изд- во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.

# 7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент  компе- тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| **ПК-1**  владением навыками анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. | | |
| Знать | * физику разрушения горных пород и других твердых сред при бурении и взрывании; * технику и технологию безопасного ведения всех видов буровзрывных работ в промышлен- ности, строительстве и при ликвидации чрез- вычайных ситуаций; * способы повышения энергетической эффек- тивности буровых и взрывных работ для созда- ния ресурсосберегающих технологий в горном деле. | **Перечень тем и заданий для подготовки к зачету (8 семестр)**   1. Понятие о породном массиве и масштабном эффекте. 2. Свойства и строение горных пород, влияющие на эффективность их разрушения при бурении и взрывании. 3. Буримость и взрываемость горных пород. Критерии и методы оценки. 4. Силы связи и внутренняя структура горных пород. 5. Работа деформации горной породы. 6. Теоретическая прочность твердых тел (физическая природа прочности). 7. Дефекты кристаллической структуры. 8. Критерии прочности твердых тел. 9. Теория прочности Мора. 10. Паспорт прочности горных пород. 11. Теория хрупкого разрушения (теория трещин Гриффитса). 12. Кинетическая (термофлуктуационная) теория прочности. 13. Статическая и динамическая прочность.   **Перечень тем и заданий для подготовки к экзамену (9 семестр)**   1. История развития буровых работ. 2. Бурение нефтяных и газовых скважин. 3. Производительность буровой машины. Механическая скорость бурения. 4. Характер нагружения и разрушения горных пород зубьями буровых инструментов. 5. Классификация и общая характеристика способов бурения скважин. 6. Механизм разрушения породы при ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на про- цесс разрушения горных пород. 7. Механизм разрушения породы при вращательном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород. 8. Механизм разрушения породы при ударно-вращательном бурении. Бурение скважин на карьерах погружными пневмоударниками. 9. Механизм разрушения породы при вращательно-ударном бурении. Режимные параметры и их влияние на процесс разрушения горных пород. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Бурение взрывных скважин на карьерах шарошечными долотами. Режимные параметры и их влия- ние на процесс разрушения горных пород. 2. Огневое бурение скважин на карьерах. 3. Взрывное бурение скважин.   **Перечень тем и заданий для подготовки к зачету (А семестр)**   1. Классификация зарядов взрывчатых веществ. 2. Воронка взрыва. Элементы воронки взрыва. Показатель действия взрыва. 3. Зоны действия взрыва в горных породах. 4. Камуфлетный взрыв. Показатель простреливаемости. 5. Основные разрушающие факторы при взрывном нагружении массива. 6. Физика процесса разрушения массива горных пород взрывом одиночного заряда (грунтовые, по- ристые массивы). 7. Физика процесса разрушения массива горных пород взрывом одиночного заряда (скальные моно- литные массивы горных пород). 8. Физика процесса разрушения массива горных пород взрывом одиночного заряда ВВ (скальные трещиноватые массивы). 9. Зоны регулируемого и практически нерегулируемого дробления. 10. Закономерности разрушения горных пород взрывом в зоне нерегулируемого дробления. 11. Процесс разрушения пород при мгновенном взрывании нескольких зарядов. 12. Процесс разрушения горных пород при короткозамедленном взрывании (КЗВ). Физический смысл КЗВ. Основные гипотезы. 13. Взрывание при проведении траншей на земной поверхности. 14. Взрывание при проходке подземных горных выработок. 15. Взрывание на подпорную стенку. Баланс энергии при взрыве. 16. Процесс разрушения пород взрывом наружного заряда. Кумулятивное действие взрыва. 17. Общие принципы расчета сосредоточенных зарядов рыхления. 18. Общие принципы расчета разрушительного действия сосредоточенных зарядов выброса. 19. Общие принципы расчета разрушительного действия удлиненных зарядов. 20. Сейсмическое действие взрыва. 21. Шкала интенсивности сейсмических колебаний. 22. Предельно допустимые скорости колебаний грунта. 23. Управление сейсмическим действием взрыва. 24. Действие ударных воздушных волн взрывов на окружающие сооружения. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
| Уметь | * рассчитывать параметры зон действия взрыва при отбойке шпуровыми, скважинными и ка- мерными зарядами при взрывании на карьерах и на других горных и промышленных объектах на земной поверхности, при подземной добыче руды и угля, при проходке подземных вырабо- ток, при производстве специальных взрывных работ; * выбирать наиболее рациональные ресурсос- берегающие технологии разрушения массивов горных пород при различных горно- геологических условиях их разработки; * анализировать полученные результаты меха- нического или взрывного разрушения горных пород, предлагать способы повышения энерге- тической эффективности процессов разруше- ния. | **Тест для подготовки к контрольной работе №1**  *Задание с выбором ответа:*  **1. Искусственное цилиндрическое углубление в горной породе диаметром до 75 мм и глубиной до**  **5 м является:**  А). Шпуром. Б). Скважиной. В). Камерой.  Г). Ни А, ни Б, ни В. Д). А и Б.  **2. Что является основной причиной масштабного эффекта?**  A). Трещиноватость. Б). Пористость.  В). Анизотропия.  Г). Химический состав. Д). Б и Г.   1. **Под влиянием масштабного эффекта скорость поперечных волн …**   А). уменьшается. Б). увеличивается. В). не изменяется.  Г). сначала увеличивается, а затем не изменяется.   1. **Какое из приведенных свойств характеризует способность породы сопротивляться разруше- нию под действием внешних воздействий?**   А). Крепость.  Б). Взрываемость. В). Буримость.  Г). Твердость.  Д). Абразивность.   1. **Какое из приведенных свойств является горно-технологическим?**   А). Крепость.  Б). Взрываемость. В). Буримость.  Г). А, Б и В.   1. **Каким показателем оценивается трещиноватость породного массива?**   А). Частотой трещин. Б). Шириной трещин. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | В). Длиной трещин.  Г). Материалом заполнения трещин. Д). Б и В.   1. **Какие свойства массива необходимо учитывать при выборе типа применяемого взрывчатого вещества?**   А). Устойчивость. Б). Водоносность. В). Твердость.  Г). Абразивность. Д). А и Г.   1. **С увеличением плотности пород затраты энергии идущие на дробление ….**   А). снижаются. Б). возрастают.  В). не изменяются.  Г). сначала возрастают, а затем снижаются.  Д). сначала снижаются, а затем не изменяются.   1. **Наиболее трудно поддаются разрушению породы имеющие …**   А). Высокую прочность.  Б). Большую зону пластической деформаций. В). А и Б.  Г) Ни А, ни Б.   1. **Все горные породы по степени трещиноватости массива условно разделены на …**   А). пять категорий. Б). десять категорий.  В). шестнадцать категорий. Г). двадцать категорий.  **Тест для подготовки к контрольной работе №2**  *Задание с выбором ответа:*  **1. Какая кристаллическая решетка у хлорида натрия?**  А). Атомная.  Б). Молекулярная. В). Металлическая. Г). Ионная. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | **2. Вакансии относятся к …**  A). точечным дефектам. Б). дислокациям.  В). поверхностным дефектам. Г). объемным дефектам.   1. **Какое напряжение будет в кубическом блоке горной породы, если сторона куба 2 м и дейст- вующая сила 40 МН?**   А). 10 МПа.  Б). 20 МПа.  В). 80 МПа.  Г). 160 МПа.  Д). 320 МПа.   1. **Вычислить величину нормального напряжения, если общий вектор напряжений в 10 МПа на- правлен под углом 30о к горизонтальной плоскости.**   А). 5 МПа.  Б).  8,66 МПа.  В). 10 МПа.  Г). 20 МПа.   1. **Под действием горного давления поддерживающий кровлю выработки целик испытал относи- тельную продольную деформацию 0,004. На сколько миллиметров опустилась кровля выработки если высота целика 2 м.?**   А). 1 мм.  Б). 2 мм.  В). 4 мм.  Г). 8 мм.  Д). 16 мм.   1. **Определить коэффициент Пуассона, если при упругом деформировании горной породы ее по- перечная деформация в 4 раза меньше продольной и образец имеет форму куба.**   А). 0,125.  Б). 0,25.  В). 0,5.  Г). 1.  Д). 4.   1. **Горная порода с модулем упругости 5000 МПа хрупко разрушилась при напряжении 200 МПа. Чему равна удельная работа разрушения данной породы.** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | *А). 1 МДж.*  Б). 4 МДж.  В). 8 МДж.  Г). 10 МДж.  Д). 25 МДж   1. **Оцените величину теоретической прочности горной породы, если ее модуль упругости состав- ляет 5000 МПа.**   А). 5 МПа.  Б). 50 МПа.  В). 500 МПа.  Г). 1000 МПа.  Д). 25000 МПа   1. **Под действием внешней механической нагрузки концентрация точечных дефектов …**   А). уменьшается. Б). увеличивается. В). не изменяется.  Г). сначала увеличивается, а затем не изменяется.   1. **При увеличении температуры количество дислокаций …**   А). уменьшается. Б). увеличивается. В). не изменяется.  Г). сначала увеличивается, а затем не изменяется. **Тест для подготовки к контрольной работе №3** *Задание с выбором ответа:*   1. **Какой критерий дает удовлетворительные результаты при разрушении хрупких материалов в условиях одноосного напряженного состояния?**   А). Критерий наибольших нормальных напряжений. Б). Критерий наибольших удлинений.  В). Критерий наибольших касательных напряжений. Г). Энергетический критерий.  Д). Критерий Мора.   1. **Какая теория прочности получила наибольшее распространение для практических расчетов в горной практике?**   А). Теория прочности Мора.  Б). Теория Гриффитса. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | В). Кинетическая теория. Г). Энергетическая теория.   1. **Какая теория прочности точно описывает процесс разрушения хрупких аморфных тел, напри- мер стекла?**   А). Теория прочности Мора. Б). Теория Гриффитса.  В). Кинетическая теория. Г). Энергетическая теория.   1. **Какая теория прочности учитывает фактор времени?**   А). Теория прочности Мора. Б). Теория Гриффитса.  В). Кинетическая теория. Г). Энергетическая теория.   1. **При увеличении скорости нагружения предел прочности тела ….**   А). уменьшается. Б). увеличивается. В). не изменяется.  Г). сначала уменьшается, а затем не изменяется.   1. **Какую предельную нагрузку может выдержать целик сечением 2х2 м, если предел прочности при сжатии горной породы 100 МПа?**   А). 10 МН. Б). 20 МН. В). 50 МН.  Г). 200 МН. Д). 400 МН.   1. **Сцепление горной породы составляет С МПа, угол внутреннего трения** **. Определить предел прочности породы при одноосном растяжении, если огибающая кругов напряжений принята в виде прямой.**   А). С  sin α . Б). С  tgα . В). С .  sin α  Г). С Д). Ни А, ни Б, ни В, ни Г.  tgα   1. **По концепции Гриффитса трещины длиной меньше критической для данного напряжения** ….   А). растут с постоянной скоростью 1 мм/сек. Б). растут со скоростью звука.  В). растут с нарастающей скоростью. Г). растут с затухающей скоростью. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | Д). расти не могут.     1. **Всестороннее неравномерное сжатие характеризует … (см. рисунок).**   А). круг 1. Б). круг 2. В). круг 3.  Г). круг 4. Д). круг 5.   1. **Объемное растяжение характеризует … (см. рисунок).**   А). круг 1. Б). круг 2. В). круг 3.  Г). круг 4. Д). круг 5 |
| Владеть | * современными методиками и приборами для исследований процессов взрывного разрушения горных пород и воздействия на различные ма- териалы; * научной терминологией в области разруше- ния горных пород и других материалов при бу- рении и взрывании; * навыками расчета и математического модели- рования процессов разрушения горных пород на ЭВМ. | **Вопросы для подготовки к контрольной работе №4**   1. Дать краткую характеристику вращательного способа бурения взрывных шпуров и скважин и об- ласть его применения. 2. Дать краткую характеристику вращательно-ударного способа бурения взрывных шпуров и область его применения. 3. Дать краткую характеристику ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин и облас- ти его применения при разных схемах нагружения буровых инструментов. 4. Дать краткую характеристику шарошечного способа бурения взрывных скважин и области его при- менения. 5. Дать краткую характеристику огневого способа бурения. 6. Дать краткую характеристику взрывного бурения. 7. Как происходит разрушение хрупких пород резцами? |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Почему после скола кусков породы резцами сила сопротивления пород не равна нулю? 2. Какова общая форма резцов в продольном сечении на коронках для вращательного бурения? 3. Что такое «рассечка» и для чего она применяется на коронках для вращательного бурения? 4. На какой части цикла происходит основной процесс разрушения породы резцами при вращатель- ном бурении? 5. Что такое винтовая линия для резца при вращательном бурении и как определяется ее угол наклона к горизонту? 6. Какой характер имеет зависимость вертикальной силы сопротивления породы вдавливанию в нее резца от глубины его внедрения при вращательном бурении? 7. Чему равна скорость вращательного бурения? 8. Чему пропорциональна величина удельного износа резцов при вращательном бурении? 9. Почему стойкость резцов не зависит ни от частоты, ни от осевой нагрузки на коронку? 10. Как зависит стойкость резцов от крепости пород? 11. От каких свойств горных пород и как зависит скорость вращательного бурения? 12. В какой последовательности и почему необходимо осуществлять нагружение коронок при начале или возобновлении вращательного бурения? 13. Как необходимо проходить твердые прослойки при вращательном бурении? 14. Почему на резцах необходимо делать рассечки и каковы их параметры? 15. Как разрушается порода в центре шпуров и скважин при вращательном бурении? 16. Почему происходит залипание шлама в шнеке и что надо делать, чтобы избавиться от этого явле- ния? 17. Какова главная особенность сколов кусков породы резцами при вращательном бурении шпуров? 18. Почему при вращательном бурении с увеличением и уменьшается проходка h, коронок за один оборот? 19. Почему при прочих равных условиях с увеличением крепости пород уменьшается необходимая ве- личина крутящего момента для вращательного бурения шпуров? 20. Каково максимальное усилие подачи на 1 см лезвия резцов при вращательном бурении? 21. Как изменяется КПД использования энергии удара на разрушение породы при нагружении буровых инструментов погружными пневмо- и гидроударниками с увеличением глубины скважин? 22. Какова область применения погружных пневмо- и гидроударников при бурении взрывных сква- жин? 23. Как зависит глубина внедрения зубьев буровых инструментов в породу от физико-технических свойств последней при ударно-вращательном бурении? 24. Как зависит глубина внедрения зубьев буровых инструментов при ударно-вращательном бурении от геометрических параметров последних? |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Как зависит глубина внедрения зубьев буровых инструментов при ударно-вращательном бурении от энергии единичного удара? 2. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от геометриче- ских параметров зубьев и их размещении на наконечниках буровых инструментов? 3. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от схем нагру- жения буровых инструментов? 4. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от частоты вра- щения бурового инструмента? 5. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от энергии уда- ра? 6. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от частоты уда- ров? 7. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от ударной мощности? 8. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения взрывных шпуров и скважин от физико- технических свойств горных пород? 9. Как зависит скорость ударно-вращательного бурения от режимных параметров бурения? 10. Какие процессы разрушения породы происходят при вращательно-ударном бурении? 11. Почему вращательно-ударный способ бурения не применяется для бурения скважин и длинных шпуров? 12. Как происходит внедрение резцов коронок в породу под действием ударной нагрузки? 13. Чем определяется проходка за один оборот резца при нулевой осевой нагрузке на коронку? 14. Почему угол наклона зависимости для вращательно-ударного бурения больше, чем у соответст- вующей зависимости для вращательного бурения? 15. Почему стойкость резцов (и коронок в целом) при вращательно-ударном бурении больше, чем при вращательном? 16. Как изменяется скорость вращательно-ударного бурения шпуров с увеличением крепости пород?   **Вопросы для подготовки к контрольной работе №5**   1. По какому закону возрастает сила сопротивления породы по мере внедрения в нее зуба шарошечного долота? 2. Когда прекращается взаимодействие с породой зуба шарошечных долот при его «обратном ходе»? 3. Почему при увеличении глубины внедрения зубьев шарошечного долота в породу сила их взаимо- действия с последней растет быстрее, чем по линейному закону, хотя при внедрении одного зуба в по- роду эта сила взаимодействия с ней с увеличением глубины внедрения, возрастает по линейной зави- |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | симости?   1. Как зависит сила взаимодействия зубьев шарошечного долота с породой от ее физико-технических свойств? 2. Как зависит сила взаимодействия зубьев шарошечного долота с породой от геометрических пара- метров размещения зубьев на шарошках? 3. При каких значениях осевой нагрузки на шарошечное долото достигается максимальная проходка долот и почему? 4. Какой процесс является определяющим при очистке от шлама скважины продувкой ее сжатым воз- духом? 5. Каковы минимальные значения скорости движения воздуха по затрубному пространству, обеспечи- вающие эффективный вынос из скважины продуктов разрушения размером до 20 мм? 6. Как зависит скорость шарошечного бурения скважин от частоты вращения долота? 7. При каких условиях скорость шарошечного бурения скважин пропорциональна частоте вращения долота?   11 Как зависит скорость шарошечного бурения от диаметра долота?   1. Как зависит скорость шарошечного бурения от геометрических параметров зубьев? 2. Как зависит скорость шарошечного бурения от шага между соседними зубьями на одном венце ша- рошек? 3. Какое соотношение для сил имеет место при равномерном установившемся вращении шарошечного долота? 4. Как связаны крутящий момент, приложенный к шарошечному долоту, с моментом сопротивления перекатыванию шарошек с зуба на зуб на забое скважины? 5. Как зависит величина крутящего момента, приложенного к шарошечному долоту, от свойств разбу- риваемых пород? 6. Как зависит величина крутящего момента от частоты вращения шарошечного долота? 7. Как зависит величина крутящего момента от осевой нагрузки на долото? 8. Как определяется энергоемкость шарошечного способа бурения взрывных скважин? 9. Как влияет на энергоемкость разрушения пород зубьями шарошечного долота крепость пород? 10. При каком значении осевого усилия имеет место минимум энергоемкости шарошечного способа бурения?   **Вопросы для подготовки к контрольной работе №6**   1. Дайте определение понятия «заряд взрывчатого вещества». 2. Как классифицируются заряды ВВ по положению, форме, конструкции и характеру действия? 3. Охарактеризуйте сосредоточенный и удлиненный заряды ВВ. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. Охарактеризуйте сплошной и рассредоточенный заряды ВВ. 2. В чем проявляется действие взрыва зарядов камуфлета, откольного, дробления и выброса? 3. Как можно изменить характер действия заряда? 4. Что называется «воронкой взрыва», каковы ее параметры? 5. Дайте определение «линии наименьшего сопротивления». 6. Как определяется показатель действия взрыва? Приведите классификацию зарядов по показателю действия взрыва. 7. Какие зоны образуются при взрыве заряда ВВ в мягких пористых грунтах? 8. Какие зоны образуются при взрыве заряда ВВ в скальных породах? 9. Как можно охарактеризовать зону разрыхления (трещинообразования) при взрыве? От каких пока- зателей зависит размер этой зоны? 10. Перечислите факторы, вызывающие разрушение горных пород при взрыве. 11. Какова зона действия ударной волны, волны напряжений и сейсмической волны? 12. Расскажите об основных гипотезах, объясняющих механизм действия взрыва. 13. От чего зависит степень влияния разрушающих факторов при взрыве? 14. Приведите классификацию горных пород А.Н. Ханукаева по акустической жесткости. Каково ос- новное назначение этой классификации? 15. Охарактеризуйте процесс разрушения грунтовых массивов. 16. Охарактеризуйте процесс разрушения скальных монолитных массивов. 17. Как происходит разрушение горной породы в зоне измельчения? Каковы размеры этой зоны? 18. Как происходит разрушение горной породы в зоне разрыхления (трещинообразования)? Каковы размеры этой зоны? 19. Объясните механизм образования радиальных и тангенциальных трещин. 20. Какие стадии действия камуфлетного взрыва на скальный массив выделил Г.И. Покровский? 21. Каков характер разрушения горной породы вблизи свободной (открытой) поверхности? 22. Вычертите схему образования у открытой поверхности отраженной волны. 23. Охарактеризуйте процесс разрушения скальных трещиноватых массивов. 24. Какие стадии действия взрыва на горную породу выделил Н.Н. Казаков? 25. Как влияет трещиноватость массива на характер его разрушения? 26. Охарактеризуйте зону регулируемого и практически нерегулируемого дробления. 27. Какими способами можно снизить (исключить) объем зон практически нерегулируемого дробле- ния? 28. Охарактеризуйте процесс разрушения пород при одновременном взрывании нескольких зарядов ВВ. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 1. В каких случаях применяется одновременное (мгновенное) взрывание нескольких зарядов ВВ? 2. Дайте определение понятия «короткозамедленное взрывание». Расскажите физический смысл ко- роткозамедленного взрывания, его достоинства. 3. Какие условия должны быть выполнены для интерференции волн напряжений при короткозамед- ленном взрывании зарядов ВВ? 4. При каких интервалах замедления происходит образование дополнительных свободных поверхно- стей при короткозамедленном взрывании зарядов ВВ? 5. Нарисуйте схемы взрывания, обеспечивающие образование дополнительных свободных поверхно- стей. Приведите назначение этих схем. 6. Какими способами можно обеспечить соударение разлетающихся кусков породы при взрыве и до- полнительное их дробление?   **Вопросы для подготовки к контрольной работе №7**   1. Что называется камуфлетным взрывом и зарядом камуфлета? 2. Какие зоны образуются при взрыве в плотных породах? 3. Как определяется радиус зоны вытеснения при камуфлетном взрыве? 4. В чем различие котлов, образовавшихся при камуфлетном взрыве сосредоточенного и удлиненного зарядов? 5. Для каких целей производятся камуфлетные взрывы? 6. Что показывает показатель простреливаемости? Какова его единица измерения? 7. Укажите диапазон изменения показателя простреливаемости. 8. От чего зависит минимально допустимая глубина заложения камуфлетного заряда? 9. Как определяется масса заряда при образовании камуфлетных полостей и камуфлетных свай? 10. В чем заключается метод котловых зарядов? 11. Как определяется масса прострелочного заряда? 12. Охарактеризуйте процесс разрушения пород взрывом наружного заряда 13. Как влияет форма заряда на движение газов образующихся при взрыве? 14. Что называется кумулятивным зарядом, что представляет собой кумулятивный эффект? 15. Расскажите о назначении кумулятивных зарядов их конструктивных особенностях. 16. Напишите формулу Вобана для расчета зарядов ВВ. Каков ее современный вид? 17. Дайте определение удельного расхода взрывчатого вещества, какова единица измерния удельного расхода? 18. По какой зависимости можно рассчитать массу сосредоточенного заряда рыхления? 19. Напишите формулы М.М. Фролова и М.М. Борескова для расчета сосредоточенных зарядов выбро- са. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Струк- турный элемент компе-  тенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|  |  | 20. Каковы условия применения формулы М.М. Борескова?  22. Приведите формулу Г.И. Покровского для расчета сосредоточенных зарядов расположенных на большой глубине.   1. Перечислите параметры скважинных зарядов. 2. Как используя формулу Вобана рассчитать массу скважинного заряда для первого и последующего рядов? 3. Приведите формулу С.А. Давыдова для расчета предельной линии сопротивления по подошве оди- ночного скважинного заряда ВВ. 4. Что называется вместимостью шпуров (скважин) и как она определяется? 5. Выведите формулу Союзвзрывпрома обеспечивающее условие l *заб* =0,75 *W* . 6. Как определяется линия сопротивления по подошве, обеспечивающая условие безопасного бурения скважин? 7. Что такое сетка скважин, как определяется расстояние между скважинами в ряду и расстояние ме- жду рядами скважин? 8. Дайте рекомендации по определению величины перебура скважин. 9. Как устанавливаются длина заряда и длина забойки, как они связаны с удельным расходом ВВ? |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

## Методические рекомендации для подготовки к зачету

Изучение дисциплины «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» в 8 и А семестрах завершается сдачей зачета. За- чет является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, семинарских, практических занятиях и в процессе само- стоятельной работы.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только скрепляют по- лученные знания, но и получают новые. Подготовка студента к зачету включает в себя три этапа:

* самостоятельная работа в течение семестра;
* непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
* подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к зачету рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представ- ленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной ар- гументации.

Основным источником подготовки к зачету является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, ос- новные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опуб- ликованные печатные источники. В ходе подготовки к зачету студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

*Критерии оценки*

Ответ студента на зачете оценивается одной из следующих оценок: «зачтено» и «незачтено», которые выставляются по следующим критериям.

Оценки «зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной ли- тературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстри- рующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальней- шей учебной работы и профессиональной деятельности. Кроме того, оценкой «зачтено» оцениваются ответы студентов, показавших знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и в предстоящей работе по профессии, справляющихся с вы- полнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных за- даний, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устра- нения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка «незачтено» выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим прин- ципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несисте- матизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение или приступать к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Методические рекомендации для подготовки к экзамену

Изучение дисциплины «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании» в 9 семестре завершается сдачей экзамена. Экза- мен является формой итогового контроля знаний и умений, полученных на лекциях, семинарских, практических занятиях и в процессе само- стоятельной работы.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к пройденному учебному материалу. При этом они не только скрепляют полученные знания, но и получают новые. Подготовка студента к экзамену включает в себя три этапа:

* самостоятельная работа в течение семестра;
* непосредственная подготовка в дни, предшествующие экзамену по темам курса;
* подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билетах.

Литература для подготовки к экзамену рекомендуется преподавателем либо указана в учебно-методическом комплексе. Для полноты учебной информации и ее сравнения лучше использовать не менее двух учебников. Студент вправе сам придерживаться любой из представ-

ленных в учебниках точек зрения по спорной проблеме (в том числе отличной от преподавателя), но при условии достаточной научной ар- гументации.

Основным источником подготовки к экзамену является конспект лекций, где учебный материал дается в систематизированном виде, основные положения его детализируются, подкрепляются современными фактами и информацией, которые в силу новизны не вошли в опубликованные печатные источники. В ходе подготовки к экзамену студентам необходимо обращать внимание не только на уровень запо- минания, но и на степень понимания излагаемых проблем.

Экзамен проводится по билетам, охватывающим весь пройденный материал. По окончании ответа экзаменатор может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. На подготовку к ответу по вопросам билета студенту дается 30 минут с момента получения им би- лета. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое от- ношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам взрывного дела.

*Критерии оценки:*

* на оценку «отлично» – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. студент, представляет все- стороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлич- но" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, про- явившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.;
* на оценку «хорошо» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. студент представляет полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной дея- тельности;
* на оценку «удовлетворительно» – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. студент, пред- ставляет знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специ- альности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при вы- полнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;
* на оценку «неудовлетворительно» – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизве- дения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, т.е. у студента, обнаруживаются пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, достигнуты принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных про- граммой заданий.

# Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины а) Основная литература:

1. Взрывное разрушение горных пород. Расчет параметров буровзрывных работ на от- крытых горных разработках [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Белин, М.Г. Гор- бонос, Р.Л. Коротков, И.Т. Ким. – Москва : МИСИС, 2019. – 97 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/116910. – Загл. с экрана ISBN 978-5-907061-09-5.
2. Каркашадзе, Г.Г. Задачник по разрушению горных пород [Текст] / Г.Г. Каркашадзе. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2012. – 165 с. ISBN 978-5-98672-294-8.

# б) Дополнительная литература:

1. Каркашадзе, Г.Г. Механическое разрушение горных пород [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Г.Г. Каркашадзе. – М.: Издательство Московского государственно- го горного университета, 2004. – 222 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=3284.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3284) – Заглавие с экрана ISBN 5-7418-0301-6 (в пер.).
2. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании. Ч.II. Раз- рушение горных пород при бурении. Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу. Ударно-вращательный способ бурения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.М. Крюков.

– М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007. – 106 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=3285.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3285) – Заглавие с экрана ISBN 5-7418-0313-X.

1. Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: учебное пособие / В.К. Угольников, П.С. Симонов, Н.В. Угольников. – Магнито- горск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 114 с. ISBN 5-89514-643-0.
2. Латышев, О.Г. Разрушение горных пород [Текст] / О.Г. Латышев. – М.: Теплотехник, 2007. – 672 с. ISBN 5-98457-048-3.
3. Крюков, Г.М. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: учебник для вузов / Г.М. Крюков. – М.: Горная книга, 2006. – Т.1. – 330 с.: ил. ISBN 5-98672- 024-5 (в пер.).
4. Гончаров, С.А. Термическое расширение взрывных скважин на карьерах [Текст] /

С.А. Гончаров. – М.: МГГУ, 2002. – 89 с. ISBN 5-7418-0196-X.

1. Комащенко, В.И. Взрывные работы [Текст]: учеб. для вузов / В.И. Комащенко, В.Ф. Носков, Т.Т. Исмаилов – М.: Высшая школа, 2007. – 439 с.: ил. ISBN 978-5-06-004821-6.
2. Дмитриев, А.П. Разрушение горных пород: Научные школы Московского горного

[Текст] / А.П. Дмитриев. – М.: МГГУ, 2012. – 80 с. ISBN 5-7418-0319-9.

1. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.1. Разрушение горных пород взрывом. [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного универ- ситета, 2009. – 471 с.: ил. ISBN 978-5-98672-145-3 (в пер.), 978-5-7418-0590-9.
2. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Текст]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Издательство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного универ- ситета, 2008. – 512 с.: ил. ISBN 978-5-98672-070-8, 978-5-91003-023-1, 978-5-7418-0488-9.
3. Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. – Ч.2. Взрывные работы в горном деле и промышленности [Электронный ресурс]: учеб. для вузов / Б.Н. Кутузов – М.: Изда- тельство «Горная книга», «Мир горной книги», Издательство Московского государственного горного университета, 2008. – 512 с.: ил. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_id=1518.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1518) – Заглавие с экрана ISBN 978-5-98672- 197-2 (в пер).
4. Протасов, Ю.И. Разрушение горных пород [Текст] / Ю.И. Протасов. – М.: Издатель- ство Московского государственного горного университета, 2009. – 453 с. ISBN 978-5-98672- 150-7, 978-5-7418-0596-1.

# в ) Методические указания:

1. Угольников, В.К. Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании [Текст]: лабораторный практикум / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2005. – 38 с.
2. Угольников, В.К. Определение взрываемости горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. – 10 с.
3. Симонов, П.С. Разрушение горных пород при ударе [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов, В.К. Угольников. – Магнитогорск: ГОУ ВПО

«МГТУ», 2010. – 15 с.

1. Симонов, П.С. Определение показателя простреливаемости горных пород. [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов, В.К. Угольников. – Магнито- горск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – 10 с.
2. Симонов, П.С. Влияние числа открытых поверхностей на эффективность действия взрыва [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнито- горск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 12 с.
3. Симонов, П.С. Изучение действия зарядов выброса [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 15 с.
4. Симонов, П.С. Взрывание трещиноватых и нарушенных массивов горных пород [Текст]: методические указания к лабораторной работе / П.С. Симонов. Магнитогорск: Изд- во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. – 20 с.
5. Маляров, И.П. Изучение классификаций горных пород [Текст]: методические указа- ния к лабораторной работе / И.П. Маляров, В.К. Угольников, П.С. Симонов. – Магнитогорск: МГТУ, 1998. – 21 с.

# г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| Microsoft Windows 10 | Д-1227 от 8.10.2018  Д-757-17 от 27.06.2017  Д-593-16 от 20.05.2016  Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021  27.07.2018  20.05.2017  13.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | Бессрочно |
| Mathcad Education - University  Edition (200 pack) | Д-1662-13 от 22.11.2013 | Бессрочно |
| КОМПАС 3D V16 на (100  одновременно работающих мест) | Д-261-17 от 16.03.2017 | Бессрочно |
| Autodesk AcademicEdition  Master Suite Autocad 2011 | К-526-11 от22.11.2011 | Бессрочно |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | | Срок действия лицензии |
| KasperskyEndpoindSecurityдля | Д-300-18 от 21.03.2018 | | 28.01.2020 |
| бизнеса-Стандартный | Д-1347-17 от 20.12.2017 | | 21.03.2018 |
|  | Д-1481-16 от 25.11.2016 | | 25.12.2017 |
|  | Д-2026-15 от 11.12.2015 | | 11.12.2016 |
| 7Zip | Свободно  няемое | распростра- | Бессрочно |

1. Российская Государственная библиотека URL: [http://www.rsl.ru/.](http://www.rsl.ru/)
2. Российская национальная библиотека URL: [http://www.nlr.ru/.](http://www.nlr.ru/)
3. Государственная публичная научно-техническая библиотека России

URL: [http://www.gpntb.ru/.](http://www.gpntb.ru/)

1. Public.Ru - публичная интернет-библиотека URL: [http://www.public.ru/.](http://www.public.ru/)
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» URL: [http://e.lanbook.com/.](http://e.lanbook.com/)
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru URL: [http://elibrary.ru/.](http://elibrary.ru/)
4. Межведомственная комиссия по взрывному делу при Академии горных наук

URL: [http://mvkmine.ru/.](http://mvkmine.ru/)

1. "Взрывное дело"– научно-технический сборник URL: [http://sbornikvd.ru/.](http://sbornikvd.ru/)
2. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал) ГИАБ URL: [http://www.giab-online.ru/.](http://www.giab-online.ru/)
3. Журнал «Физика горения и взрыва» URL: [http://www.sibran.ru/journals/FGV/.](http://www.sibran.ru/journals/FGV/)
4. Журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых» URL: [http://www.misd.ru/publishing/jms/.](http://www.misd.ru/publishing/jms/)
5. Научно-технический журнал «Известия высших учебных заведений. Горный жур- нал» URL: [http://mj.ursmu.ru/.](http://mj.ursmu.ru/)
6. Горный журнал. Издательский дом «Руда и Металлы» URL: [http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/.](http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/)
7. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: https://scholar.google.ru/.
8. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: [http://window.edu.ru/.](http://window.edu.ru/)

# Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Учебные аудитории для проведе-  ния занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред-  ставления информации |
| Учебная аудитория для проведе- ния лабораторных работ | Электроимпульсная станция. Взрывная камера.  Копер с падающим грузом массой 10 и 2 кг. Оборудование для сушки.  Виброанализатор портативный «Вибран-3.0».  Ультразвуковой прибор «Пульсар-1.2».  Весы лабораторные с погрешностью взвешивания не бо- лее 0,01 г  Наборы сит. Измерительный инструмент.  Макеты средств инициирования. Фото- видеоаппаратура. |

|  |  |
| --- | --- |
| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
| Учебные аудитории для проведе-  ния практических занятий, груп- повых и индивидуальных кон- сультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийные средства хранения, передачи и пред-  ставления информации.  Комплекс тестовых заданий для проведения промежу- точных и рубежных контролей. |
| Помещения для самостоятельной  работы обучающихся: компью- терные классы; читальные залы библиотеки | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Math-  cad, Autodesk Autocad, Компас, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно- образовательную среду университета |
| Помещение для хранения и про-  филактического обслуживания учебного оборудования | Шкафы для хранения учебно-методической документа-  ции, учебного оборудования и учебно-наглядных посо- бий. |