|  |  |
| --- | --- |
|  | МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего образования«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» |

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Е. Гавришев

« 31 » января 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗУЧЕНИЯ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ПРОЦЕССОВ

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 | 5 |
| Семестр | 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 месторождений полезных ископаемых «20» января 2017 г., протокол № 5.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / С.Е. Гавришев /

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

Председатель *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* /С.Е. Гавришев */*

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

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / Д.В. Доможиров /

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 дисциплины | Протокол №1от 31.08.17 |  |
| 2 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины | Протокол №3от 23.10.18 |  |
| 3 | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины | Протокол №3от 11.10.19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**1 Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов»: является развитие у студентов личностных качеств и формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело в области изучения вопросов теории и практики существующих методов и средств изучения детонационных процессов, параметров ударных воздушных, гидроударных, сейсмовзрывных и взрывных волн напряжений в массиве

Задачи дисциплины-усвоение студентами:

- основных научно-технических проблем взрывных работ в различных областях их применения;

- закономерностей быстропротекающих физических процессов при разрушении горных пород взрывом;

- методов контроля быстропротекающих процессов, происходящих при производстве массовых взрывов;

- воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет осколков, ударно-воздушные волны, сейсмическое воздействие);

- контрольно-измерительной техники и аппаратуры при изучении быстропротекающих процессов;

- современных методов научных исследований быстропротекающих процессов горного производства;

- метрологической обработкой результатов съемки;

- научной и горной терминологии.

**2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста**

Дисциплина «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как «Физика», «Математика», «Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании», «Технология взрывных работ».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при освоение дисциплин: «Технология взрывных работ при ОГР», «Технология взрывных работ при подземной разработке».

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

В результате освоения дисциплины «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
| --- | --- |
| **ПСК-7-2** владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации, основными физико-техническими и технологическими свойствами минерального сырья и вмещающих пород, характеристик состояния породных массивов, объектов строительства и реконструкции |
| Знать | - основные определения и понятия в области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации физико-технические и технологические свойств;- оборудования и приборы взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации;- основные методы контроля быстропротекающих процессов, происходящих при производстве массовых взрывов;- основные методы исследований, используемых в быстропротекающих физических процессов при разрушении горных пород взрывом. |
| Уметь | - выделять и оценивать основные физико-технические и технологические свойства горных пород, влияющие на распространении упругих взрывных волн в массиве;- объяснять и оценивать степень воздействия негативных эффектов взрывных работ (разлет осколков, ударно-воздушные волны, сейсмическое воздействие);- применять контрольно-измерительную технику и аппаратуру при изучении быстропротекающих процессов;- приобретать знания в области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации;- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания |
| Владеть: | - основными методами решения задач в области быстропротекающих процессов при взрывной подготовке массива горных пород;- методами обработки результатов съемки и составления технической и рабочей документации при проектировании взрывных работ;- современными методами научных исследований в области быстропротекающих процессов горного производства- профессиональным языком предметной области знания;- способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при изучении быстропротекающих процессов при взрывной подготовке массива горных пород. |

**4 Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 акад. часа, в том числе:

– контактная работа – 43,5 акад. часов:

 – аудиторная – 42 акад. часов;

 – внеаудиторная – 1,5 акад. часов

– самостоятельная работа – 28,5 акад. часов;

| Раздел/ темадисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости | Код и структурный элемент компетенции |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| лекции | лаборат.занятия | практич. занятия |
| 1. Введение в дисциплину | А |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1. Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами. Гидродинамическая теория детонации. Процесс развития (распространения) трещин в упругопластических горных породах. Формирование, распространение ударных воздушных и гидроударных волн. Разлет кусков породы при взрыве. | А | 2 |  | 2/0,5 И1 | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зв |
| 1.2. Изучение распространения волн неразрушающих напряжений. Методы и приборы для изучения распространения волн неразрушающих напряжений в породе, буровом инструменте. Распространение сейсмических волн в породе. | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №1 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 1.3 Скоростная и высокоскоростная фоторегистрация. Методы скоростной фоторегистрации с непрерывной разверткой и покадровой съемкой | А | 3 |  | 1/0,5 И1 | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 1.4 Принципы работы ждущих фоторегистраторов. Принцип работы высокоскоростных кинокамер. Синхронизация процесса регистрации и взрыва. Методы обработки результатов съемки. | А | 3 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №2 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | А | **10** |  | **5/2 И1** | **10** | Подготовка к семинарскому занятию | **Семинарское занятие** |  |
| 2. Измерения скорости частиц взрывчатых веществ  | А |  |  |  |  |  |  | ПСК-7.2 - ув |
| 2.1. Осциллографические методы. Запоминающие осциллографы, частотомеры. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные). | А | 2 |  | 2/0,5 И1 | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - ув |
| 2.2 Обработка результатов регистрации. Измерение параметров ударных воздушных и гидроударных волн.  | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №3 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - ув |
| 2.3 Методы измерения параметров ударных воздушных и гидроударных волн, взрывных волн напряжений в массиве. | А | 3 |  | 1/0,5 И1 | 3 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 2.4 Преобразователи крешерные, пьезоэлектрические. Тензодатчики. Усилители и согласующие устройства, калибровка преобразователей. Обработка результатов регистрации. | А | 3 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №4 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | А | **10** |  | **5/2 И1** | **10** | Подготовка к контрольной работе | **Контрольная работа** |  |
| 3. Измерение параметров волн напряжений и сейсмовзрывных волн | А |  |  |  |  |  |  | ПСК-7.2 - зув |
| 3.1 Измерение параметров волн напряжений буровом инструменте. Методы измерения параметров волн напряжений в образце и массиве горных пород. | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2,5 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.2. Обработка результатов регистрации волн напряжений. Определение параметров сейсмовзрывных волн. | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №5 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.3 Энергетическая оценка сейсмических колебаний. Тензометрическая аппаратура. Сейсмодатчики. Согласующие устройства. Вибростенды. Калибровка датчиков. Тарировочная аппаратура. | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературыПодготовка к практическому занятию | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.4. Шлейфовые и электронные осциллографы. Обработка результатов регистрации и определение параметров сейсмовзрывных волн.  | А | 2 |  | 1/0,5 И1 | 2 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №6 | Устный опрос(собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | А | **8** |  | **4/2 И1** | **8,9** | Подготовка к контрольной работе | **Контрольная работа** |  |
| **Итого по семестру** | А | **28** |  | **14/6И1** | **28,5** | **Подготовка к зачету** | **Зачет**  |  |
| **Итого по дисциплине** | **А** | **28** |  | **14/6И1** | **28,5** |  | **Зачет** |

1 – *Занятия проводятся в интерактивных формах (т.е. из 14 часов практических занятий 6 часа проводятся с использованием интерактивных методов)*

**5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставлений по курсу «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-информация, лекций-конференций, лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал изложенный и объясненный студентам на лекциях-информациях, подлежит самостоятельному осмыслению и запоминанию. Совокупность докладов по предварительно подготовленной проблематике сделанных на лекции-конференции обеспечивает всестороннее освещение проблемы за счет дополнения и уточнения преподавателем, а также подведением итогов в конце лекции с формулированием основных выводов. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используется работа в команде, контекстное обучение, обучение на основе опыта, «мозговой штурм» и традиционный семинар.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий и докладов для практических занятий, при подготовке к итоговой аттестации

**6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

**Наименование практических занятий:**

1. Методы и средства определения скоростей распространения упругих волн в горных породах.

2. Преобразователи (датчики), используемые для измерения физических величин.

3. Приборы для регистрации быстропротекающих процессов.

4. Аппаратура для оценки параметров сейсмических, ударных воздушных и гидроударных волн: датчики, гальванометры и осциллографы.

5. Обработка результатов регистрации и определение параметров ударно-воздушных и сейсмических волн.

6. Вибростенды, тарировка датчиков и определение постоянных сейсмометра и гальванометра.

**Тестовый контроль**

Вариант №1

1)Указать основные колебательные величины:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) смещение; деформация; скорость. | б) смещение скорость; ускорение. | в) деформация; смещение; ускорение. | г) деформация; скорость; ускорение. |

2) Указать все примеры (графики) периодических колебаний:

 1. 2.



3. 4.

а) 1-2; б) 1-3; в) 1-4; г) 2-4; д) 1-4; е) 2-3.

3) Указать источником каких колебаний может являться механический удар:

1.-гармонические; 2.-непериодические; 3.-импульсные; 4.-периодические;

а)1-2; б)1-3; в)2-3; г)2-4; д)1-4; е)3-4.

4) Указать источником каких колебаний может являться груз, подвешенный на пружине:

а.- гармонические; б.- непериодические; в.- импульсные; г.- периодические;

5) Указать диапазон частот ультразвуковых волн:

а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.

6) Указать чему равно ускорение (а) при прохождении продольной волны в г.п., если скорость (V) продольной волны описано уравнением $V\left(t\right)=2sin4πt$, а время прохождения волны (t) составляет 2 секунды:

а) 8 м/с; б) 4 м/с; в) 2 м/с; г) 1 м/с.

7) Указать расчетную формулу акустического сопротивления (акустической жесткости) среды:

а)$z=\frac{1}{ρc}$ ; б) ; в) ; г) $ z=\frac{1}{3}ρc$.

8) Указать волны, которые могут распространяться в жидких средах:

а) продольные; б) поперечные; в) поверхностные; г)рэлеевские.

9) Указать методы экспериментального определения скоростей распространения упругих волн непосредственно в массиве:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Ультразвуковое импульсное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; | б) Ультразвуковое импульсное прозвучивание;Резонансный; |
| в) Межскважинное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; | г) Критических углов; Резонансный. |

10) Указать профиль сейсмической волны на графике, описывающем смещение (U) частиц от времени:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) ; |
| б) ; |
| в). |

11) Указать расчетную формулу рабочего диапазона преобразователя:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а)X=Xк - Xн, (Y=Yк - Yн); |
| б)X=Xк · Xн, (Y=Yк · Yн); |
| в)X=Xк + Xн, (Y=Yк + Yн); |
| г)X=X н / Xк, (Y=Yн / Yк). |

12) Указать прибор, работа которого заключается в изменении активного сопротивления проводников и полупроводников при их механической деформации:

а) реостатный преобразователь; б) емкостный преобразователь;

в) электромагнитный преобразователь; г) тензорезистор; д) индуктивный преобразователь.

13) Указать процесс, выполняющий демпфирующее устройство в колебательной системе:

а) Усиление колебаний; б) Гашение колебаний;

в) Запись колебаний; г) Сложение колебаний.

14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:

а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г)

15) Явление непрерывного изменения направления акустического луча, путем преломления упругой волны при прохождении границы сред с разными скоростями распространения волн *определение*.

16) Преобразователи, осуществляющие преобразование входного сигнала, представляющего в общем случае неэлектрическую величину (давление, температура, смещение и т.д.), в электрическую величину (ток, напряжение, сопротивление и т.д.) *определение*.

17) Минимальное значение входного сигнала X, вызывающего появление заметного выходного сигнала Y *определение*.

18) Способность некоторых материалов образовывать электрические заряды на поверхности при приложении механической нагрузки *определение*.

19) Действие (эффект), оказываемое колебаниями при взрыве на различные объекты- борта карьера, целики и кровлю подземных выработок, на массив пород, на наземные и подземные сооружения *определение*.

20) Явление, возникающее при сложении в пространстве двух или нескольких волн с одинаковыми периодами *определение*.

Вариант №2

1) Указать расчетную формулу колебательного ускорения:

а) ;$а=\frac{d^{2}S}{dt^{2}}$ б) ;$а=\frac{dS}{dt}$ в) ;$а=\frac{d^{2}V}{dt^{2}}$ г) $а=\frac{dt}{dS}$.

2) Указать все примеры (графики) непериодических колебаний:

 1. 2.



3. 4.

а) 1-2; б) 2-3; в) 3-4; г) 2-4; д) 1-4; е) 1-3.

3) Указать, источником каких колебаний может являться маятник:

а.-гармонические; б.-непериодические; в.-импульсные; г.-периодические;

4) Указать соответствие понятий упругих волн и их диапазон частот:

|  |  |
| --- | --- |
| 1.-инфразвуковые; | а) – <20 Гц |
| 2.-ультразвуковые; | б) – (20÷)Гц |
| 3.-гиперзвуковые; | в) – ( ÷ ) Гц |
| 4.-звуковые; | г) – > Гц |

5) Указать диапазон частот гиперзвуковых волн:

а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.

6) Указать чему равна скорость (V) прохождения поперечной волны, если смещение г.п. (S) описано по закону $S\left(t\right)=3sin2πt$, а время прохождения волны (t) составляет 1 секунда:

а) 3 м/с; б) 6 м/с; в) 2π м/с; г) 6π м/с.

7) Указать чему равно акустическое сопротивление (акустическая жесткость) среды, если плотность среды и скорость распространения упругой волны соответственно равны 2000 кг/м3 и 3000 м/с:

а) 6·106 ; б) 3·106  ; в) (1/6)·10-6 ; г) 2·106.

8) Указать волны, которые могут распространяться в газообразных средах:

а) продольные; б) поперечные; в) поверхностные; г) рэлеевские.

9) Указать методы экспериментального определения скоростей распространения упругих волн на образцах горных пород:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Ультразвуковое импульсное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; Резонансный; | б) Резонансный;Межскважинное прозвучивание;Дифференциальный каротаж; |
| в) Ультразвуковое импульсное прозвучивание;Критических угловРезонансный; | г) Критических углов;Резонансный;Межскважинное прозвучивание; |

10) Указать на графике амплитуду сейсмических колебаний:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) А1; |
| б) - А2; |
| в) А3; |
| г) - А4. |

11) Указать расчетную формулу характеристики преобразователя технического устройства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) ; |
| б)  |
| в)  |
| г)  |

12) Указать величину, которую определяют механическим преобразователем – микробарограф (мембранный датчик):

а) ускорение (а); б) скорость (U); в) избыточное давление (ΔР); г) смещение (S);

13) Указать типичную осциллограмму при измерении скорости детонации:

а) в)



б) г)

14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:

а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г)

15) Явление, связанное с отклонением волн от прямолинейного распространения при взаимодействии с препятствием (неоднородностью) *определение*.

16) Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса *определение*.

17) Зависимость выходной величины от входной величины технического устройства *определение*.

18) Действие (эффект), оказываемое колебаниями при взрыве на различные объекты- борта карьера, целики и кровлю подземных выработок, на массив пород, на наземные и подземные сооружения *определение*.

19) Процесс получения зависимости между входным и выходным сигналами (определение постоянных датчика) *определение*.

20) Явление непрерывного изменения направления акустического луча, путем преломления упругой волны при прохождении границы сред с разными скоростями распространения волн *определение*.

Вариант №3

1) Указать расчетную формулу круговой частоты гармонических колебаний:

а) ;$ω=\frac{2π}{Т}$ б) $ω=2π∙T$; в) ;$ω=\frac{Т}{2π}$ г) $ω=\frac{2Т}{π}$.

2) Указать на графике период гармонических колебаний (Т):

а) Т1 ; б) Т2 ; в) Т3 ; г) Т4.

3) Указать источником каких колебаний может являться взрыв:

1.-гармонические;

2.-непериодические;

3.-импульсные;

4.-периодические;

а)1-2; б)1-3; в)2-3; г)2-4; д)1-4; е)3-4.

4) Указать диапазон частот инфразвуковых волн:

а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.

5) Указать диапазон частот звуковых волн:

а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.

6) Указать чему равно ускорение (а) продольной волны, если смещение г.п. (S) описано по закону , а время прохождения волны (t) составляет ½ секунды:

а) - 3м/с2 ; б) - 3πм/с2 ; в) 3м/с 2 ; г) 3πм/с2.

7) Указать чему равно акустическое сопротивление (акустическая жесткость) среды, если плотность среды и скорость распространения упругой волны соответственно равны 3000 кг/м3 и 4000 м/с:

а) 4·106 ; б) (1/12)·106  ; в) 6·10-6 ; г) 12·106.

8) Указать константы, характеризующие упругие волны в твердых средах:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Модуль Юнга;Коэффициент крепости;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; | б) Модуль Юнга;Коэффициент Пуассона;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; |
| в)Моду ль Юнга;Коэффициент анизотропии;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; | г) Модуль Юнга;Коэффициент трещиноватости;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; |

9) Указать критический угол (L), при котором возникает явление полного внутреннего отражения:

а)30°;

в)60°;

б)45°;

г)90°.

10) Указать преобразование каких величин выполняет сейсмоприемник:

а) электрических величин в неэлектрические;

б) электрических величин в электрические;

в) неэлектрические в электрические.

11) Указать чему равно давление на фронте ударно-воздушной волны (УВВ) если площадь рабочей поверхности датчика равна 10-3м2, а сила давления УВВ составляет 5·103 Н:

а) 15 МПа; б) 0,2 МПа; в) 5 мПа; г) 1/15 мПа.

12) Указать расчетную формулу коэффициента передачи технического устройства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а); |
| б) ; |
| в) ; |
| г)  |

13) Указать материалы, обладающие пьезоэлектрическим эффектом:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) кварц;графит;сланец; | б) кварц;турмалин;керамика; | в) турмалин;керамика;графит; | г) графит;сланец;керамика; |

14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:

а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г)

15) Явление, возникающее при сложении в пространстве двух или нескольких волн с одинаковыми периодами *определение*.

16) Максимальное значение колеблющейся величины, которое достигается в те моменты времени, когда $\sin(\left(ωt+φ\right))=1$ *определение*.

17) Отношение выходной величины к входной величине технического устройства *определение*.

18) Область науки и техники, занимающаяся измерением параметров сейсмических волн *определение*.

19) Устройство, предназначенное для гашения собственных колебаний маятника *определение*.

20) Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса *определение*.

***Контрольная работа***

1.Гидродинамическая теория детонации.

2. Осциллографические методы. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные). Запоминающие осциллографы, частотомеры.

3. Методы измерения параметров ударных воздушных и гидроударных волн, взрывных волн напряжений в массиве.

4. Методы измерения параметров волн напряжений в буровом инструменте, в отдельности и массиве горных пород.

5. Энергетическая оценка сейсмических колебаний. Сейсмодатчики. Тарировочная аппаратура.

***Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:***

1. Механизм образования и распространения упругих волн в среде.
2. Распространения упругих волн в твердой, жидкой и газообразной средах.
3. Колебательные величины, взаимосвязь между смещением, скоростью и ускорением при гармонических колебаниях.
4. Уравнения затухающих и незатухающих колебаний.
5. Основные характеристики волнового поля.
6. Свойства среды и факторы, влияющие на скорости распространения упругих волн в них.
7. Основные причины затухания упругих волн в горных породах.
8. Основные волновые явления.
9. Условия образования областей интерференционного усиления и ослабления упругих волн.
10. Полное внутреннее отражение.
11. Характеристика методов измерения скоростей распространения упругих волн на образцах и в массиве горных пород.
12. Основные параметры сейсмических колебаний, возбуждаемых взрывом.
13. Понятия «профиль» и «запись» сейсмической волны.
14. Параметры, измеряемые при изучении взрывов.
15. Назначение элементов обобщенной схемы электрических измерений неэлектрических величин.
16. Назначение первичных измерительных преобразователей и их классификация.
17. Оновные метрологические характеристики первичных измерительных преобразователей.
18. Основные типы преобразователей, используемые при регистрации взрывных и других процессов.
19. Принцип измерения с использованием мостовой измерительной схемы.
20. Тензорезисторы и из параметры.
21. Устройство конденсаторных преобразователей.
22. Электромагнитные преобразователи: типы и устройство.
23. Пьезоэлектрические преобразователи: типы и устройство.
24. Оптоэлектронные преобразователи: типы и устройство.
25. Термометрические преобразователи.
26. Типы и конструкции сейсмоприемников.
27. Основные характеристики и параметры приемников упругих колебаний.
28. Устройство преобразователей для измерения быстроменяющихся давлений и скорости детонации.
29. Способы измерения деформации и напряжения во время прохождения взрывной волны.
30. Методы измерения скорости развития трещин.
31. Параметры сейсмограмм.
32. Спектры сигналов.
33. Расчет смещения и ускорения смещений.
34. Расчет относительных деформаций и напряжения в массиве пород.
35. Оценка сейсмического действия взрыва на здания и сооружения.

**7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

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

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **ПСК-7-2** **владением современным ассортиментом, состава, свойств и области применения промышленных взрывчатых материалов, оборудования и приборов взрывного дела, допущенных к применению в Российской Федерации, основными физико-техническими и технологическими свойствами минерального сырья и вмещающих пород, характеристик состояния породных массивов, объектов строительства и реконструкции** |
| Знать: | - основные определения и понятия процессов, технологий и механизации открытых горных и взрывных работ;- основные способы разработки рудных и угольных место-рождений полезных ископаемых, условия их применения;- основные технологические процессы, схемы вскрытия и системы открытой разработки рудных и угольных месторождений;- основные методы исследований, используемых обоснования основных технологических процессов, схем вскрытия и систем разработки в технологии разработки рудных и угольных месторождений;- основные методы расчета основных технологических процессов, основные методики определения параметров буровзрывных работ на рудных карьерах и угольных разрезах | Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:1. Механизм образования и распространения упругих волн в среде.2. Распространения упругих волн в твердой, жидкой и газообразной средах.3. Колебательные величины, взаимосвязь между смещением, скоростью и ускоре-нием при гармонических колебаниях.4. Уравнения затухающих и незатухающих колебаний.5. Основные характеристики волнового поля.6. Свойства среды и факторы, влияющие на скорости распространения упругих волн в них.7. Основные причины затухания упругих волн в горных породах.8. Основные волновые явления.9. Условия образования областей интерференционного усиления и ослабления упругих волн.10. Полное внутреннее отражение.11. Характеристика методов измерения скоростей распространения упругих волн на образцах и в массиве горных пород.12. Основные параметры сейсмических колебаний, возбуждаемых взрывом.13. Понятия «профиль» и «запись» сейсмической волны.14. Параметры, измеряемые при изучении взрывов.15. Назначение элементов обобщенной схемы электрических измерений неэлектри-ческих величин.16. Назначение первичных измерительных преобразователей и их классификация.17. Оновные метрологические характеристики первичных измерительных преобра-зователей.18. Основные типы преобразователей, используемые при регистрации взрывных и других процессов.19. Принцип измерения с использованием мостовой измерительной схемы.20. Тензорезисторы и из параметры.21. Устройство конденсаторных преобразователей.22. Электромагнитные преобразователи: типы и устройство.23. Пьезоэлектрические преобразователи: типы и устройство.24. Оптоэлектронные преобразователи: типы и устройство.25. Термометрические преобразователи.26. Типы и конструкции сейсмоприемников.27. Основные характеристики и параметры приемников упругих колебаний.28. Устройство преобразователей для измерения быстроменяющихся давлений и скорости детонации.29. Способы измерения деформации и напряжения во время прохождения взрывной волны.30. Методы измерения скорости развития трещин.31. Параметры сейсмограмм.32. Спектры сигналов.33. Расчет смещения и ускорения смещений.34. Расчет относительных деформаций и напряжения в массиве пород.35. Оценка сейсмического действия взрыва на здания и сооружения. |
| Уметь: | - выделять и определять главные параметры карьера (разреза) и выбирать вид оборудования для заданных горнотехнических условий разработки рудных и угольных месторождений;- определять вид и тип горного и транспортного оборудования по заданным горно-геологическим и горнотехническим условиям эксплуатации рудных и угольных месторождений;- обосновывать потребное количество оборудования по всем технологическим процессам открытых горных работ, определять потребное количество ВВ для карьера (разреза);- приобретать знания в области процессов, технологий и механизации открытых горных и взрывных работ;- корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания. | **Контрольная работа**1.Гидродинамическая теория детонации. 2. Осциллографические методы. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные). Запоминающие осциллографы, частотомеры. 3. Методы измерения параметров ударных воздушных и гидроударных волн, взрывных волн напряжений в массиве. 4. Методы измерения параметров волн напряжений в буровом инструменте, в отдельности и массиве горных пород.5. Энергетическая оценка сейсмических колебаний. Сейсмодатчики. Тарировочная аппаратура.  |
| Владеть: | - основными методами по выбору основных видов и типов оборудования и определения их рабочих параметров;- практическими навыками разработки паспортов по отдельным технологическим процессам для рудных и угольных месторождений;- практическими навыками разработки паспортов выполнения всех основных технологических процессов, разрабатывать схемы монтажа взрывной сети;- профессиональным языком предметной области знания. | **Тестовый контроль**Вариант №11)Указать основные колебательные величины:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) смещение; деформация; скорость. | б) смещение скорость; ускорение. | в) деформация; смещение; ускорение. | г) деформация; скорость; ускорение. |

2) Указать все примеры (графики) периодических колебаний:Безымянный22.bmpБезымянный111.bmp 1. 2. Безымянный44.bmpБезымянный33.bmp3. 4. а) 1-2; б) 1-3; в) 1-4; г) 2-4; д) 1-4; е) 2-3.3) Указать источником каких колебаний может являться механический удар:1.-гармонические; 2.-непериодические; 3.-импульсные; 4.-периодические;а)1-2; б)1-3; в)2-3; г)2-4; д)1-4; е)3-4.4) Указать источником каких колебаний может являться груз, подвешенный на пружине:а.- гармонические; б.- непериодические; в.- импульсные; г.- периодические;5) Указать диапазон частот ультразвуковых волн:а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.6) Указать чему равно ускорение (а) при прохождении продольной волны в г.п., если скорость (V) продольной волны описано уравнением $V\left(t\right)=2sin4πt$, а время прохождения волны (t) составляет 2 секунды:а) 8 м/с; б) 4 м/с; в) 2 м/с; г) 1 м/с.7) Указать расчетную формулу акустического сопротивления (акустической жесткости) среды: а)$z=\frac{1}{ρc}$ ; б) ; в) ; г) $ z=\frac{1}{3}ρc$.8) Указать волны, которые могут распространяться в жидких средах:а) продольные; б) поперечные; в) поверхностные; г)рэлеевские.9) Указать методы экспериментального определения скоростей распространения упругих волн непосредственно в массиве:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Ультразвуковое импульсное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; | б) Ультразвуковое импульсное прозвучивание;Резонансный; |
| в) Межскважинное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; | г) Критических углов; Резонансный. |

10) Указать профиль сейсмической волны на графике, описывающем смещение (U) частиц от времени:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) ; |
| б) ; |
| в). |

11) Указать расчетную формулу рабочего диапазона преобразователя:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а)X=Xк - Xн, (Y=Yк - Yн); |
| б)X=Xк · Xн, (Y=Yк · Yн); |
| в)X=Xк + Xн, (Y=Yк + Yн); |
| г)X=X н / Xк, (Y=Yн / Yк). |

12) Указать прибор, работа которого заключается в изменении активного сопротивления проводников и полупроводников при их механической деформации:а) реостатный преобразователь; б) емкостный преобразователь;в) электромагнитный преобразователь; г) тензорезистор; д) индуктивный преобразователь.13) Указать процесс, выполняющий демпфирующее устройство в колебательной системе:а) Усиление колебаний; б) Гашение колебаний;в) Запись колебаний; г) Сложение колебаний.14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г) 15) Явление непрерывного изменения направления акустического луча, путем преломления упругой волны при прохождении границы сред с разными скоростями распространения волн *определение*.16) Преобразователи, осуществляющие преобразование входного сигнала, представляющего в общем случае неэлектрическую величину (давление, температура, смещение и т.д.), в электрическую величину (ток, напряжение, сопротивление и т.д.) *определение*.17) Минимальное значение входного сигнала X, вызывающего появление заметного выходного сигнала Y *определение*.18) Способность некоторых материалов образовывать электрические заряды на поверхности при приложении механической нагрузки *определение*.19) Действие (эффект), оказываемое колебаниями при взрыве на различные объекты- борта карьера, целики и кровлю подземных выработок, на массив пород, на наземные и подземные сооружения *определение*.20) Явление, возникающее при сложении в пространстве двух или нескольких волн с одинаковыми периодами *определение*.Вариант №21) Указать расчетную формулу колебательного ускорения:а) ;$а=\frac{d^{2}S}{dt^{2}}$ б) ;$а=\frac{dS}{dt}$ в) ;$а=\frac{d^{2}V}{dt^{2}}$ г) $а=\frac{dt}{dS}$.Безымянный22.bmpБезымянный111.bmp2) Указать все примеры (графики) непериодических колебаний: 1. 2. Безымянный33.bmpБезымянный44.bmp3. 4. а) 1-2; б) 2-3; в) 3-4; г) 2-4; д) 1-4; е) 1-3.3) Указать, источником каких колебаний может являться маятник:а.-гармонические; б.-непериодические; в.-импульсные; г.-периодические;4) Указать соответствие понятий упругих волн и их диапазон частот:

|  |  |
| --- | --- |
| 1.-инфразвуковые; | а) – <20 Гц |
| 2.-ультразвуковые; | б) – (20÷)Гц |
| 3.-гиперзвуковые; | в) – ( ÷ ) Гц |
| 4.-звуковые; | г) – > Гц |

5) Указать диапазон частот гиперзвуковых волн:а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.6) Указать чему равна скорость (V) прохождения поперечной волны, если смещение г.п. (S) описано по закону $S\left(t\right)=3sin2πt$, а время прохождения волны (t) составляет 1 секунда:а) 3 м/с; б) 6 м/с; в) 2π м/с; г) 6π м/с.7) Указать чему равно акустическое сопротивление (акустическая жесткость) среды, если плотность среды и скорость распространения упругой волны соответственно равны 2000 кг/м3 и 3000 м/с:а) 6·106 ; б) 3·106  ; в) (1/6)·10-6 ; г) 2·106.8) Указать волны, которые могут распространяться в газообразных средах:а) продольные; б) поперечные; в) поверхностные; г) рэлеевские.9) Указать методы экспериментального определения скоростей распространения упругих волн на образцах горных пород:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Ультразвуковое импульсное прозвучивание; Дифференциальный каротаж; Резонансный; | б) Резонансный;Межскважинное прозвучивание;Дифференциальный каротаж; |
| в) Ультразвуковое импульсное прозвучивание;Критических угловРезонансный; | г) Критических углов;Резонансный;Межскважинное прозвучивание; |

10) Указать на графике амплитуду сейсмических колебаний:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) А1; |
| б) - А2; |
| в) А3; |
| г) - А4. |

11) Указать расчетную формулу характеристики преобразователя технического устройства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а) ; |
| б)  |
| в)  |
| г)  |

12) Указать величину, которую определяют механическим преобразователем – микробарограф (мембранный датчик):а) ускорение (а); б) скорость (U); в) избыточное давление (ΔР); г) смещение (S);13) Указать типичную осциллограмму при измерении скорости детонации:а) в)б) г)14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г) 15) Явление, связанное с отклонением волн от прямолинейного распространения при взаимодействии с препятствием (неоднородностью) *определение*.16) Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса *определение*.17) Зависимость выходной величины от входной величины технического устройства *определение*.18) Действие (эффект), оказываемое колебаниями при взрыве на различные объекты- борта карьера, целики и кровлю подземных выработок, на массив пород, на наземные и подземные сооружения *определение*.19) Процесс получения зависимости между входным и выходным сигналами (определение постоянных датчика) *определение*.20) Явление непрерывного изменения направления акустического луча, путем преломления упругой волны при прохождении границы сред с разными скоростями распространения волн *определение*.Вариант №31) Указать расчетную формулу круговой частоты гармонических колебаний:а) ;$ω=\frac{2π}{Т}$ б) $ω=2π∙T$; в) ;$ω=\frac{Т}{2π}$ г) $ω=\frac{2Т}{π}$.2) Указать на графике период гармонических колебаний (Т):Безымянный55.bmp а) Т1 ; б) Т2 ; в) Т3 ; г) Т4.3) Указать источником каких колебаний может являться взрыв:1.-гармонические;2.-непериодические;3.-импульсные;4.-периодические;а)1-2; б)1-3; в)2-3; г)2-4; д)1-4; е)3-4.4) Указать диапазон частот инфразвуковых волн:а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.5) Указать диапазон частот звуковых волн:а) <20 Гц; б) (20÷)Гц; в)( ÷)Гц ; г)> Гц.6) Указать чему равно ускорение (а) продольной волны, если смещение г.п. (S) описано по закону , а время прохождения волны (t) составляет ½ секунды:а) - 3м/с2 ; б) - 3πм/с2 ; в) 3м/с 2 ; г) 3πм/с2.7) Указать чему равно акустическое сопротивление (акустическая жесткость) среды, если плотность среды и скорость распространения упругой волны соответственно равны 3000 кг/м3 и 4000 м/с:а) 4·106 ; б) (1/12)·106  ; в) 6·10-6 ; г) 12·106.8) Указать константы, характеризующие упругие волны в твердых средах:

|  |  |
| --- | --- |
| а) Модуль Юнга;Коэффициент крепости;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; | б) Модуль Юнга;Коэффициент Пуассона;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; |
| в)Моду ль Юнга;Коэффициент анизотропии;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; | г) Модуль Юнга;Коэффициент трещиноватости;Модуль сдвига;Модуль объемного сжатия; |

9) Указать критический угол (L), при котором возникает явление полного внутреннего отражения:а)30°;в)60°;б)45°;г)90°.10) Указать преобразование каких величин выполняет сейсмоприемник:а) электрических величин в неэлектрические;б) электрических величин в электрические;в) неэлектрические в электрические.11) Указать чему равно давление на фронте ударно-воздушной волны (УВВ) если площадь рабочей поверхности датчика равна 10-3м2, а сила давления УВВ составляет 5·103 Н:а) 15 МПа; б) 0,2 МПа; в) 5 мПа; г) 1/15 мПа.12) Указать расчетную формулу коэффициента передачи технического устройства:

|  |  |
| --- | --- |
|  | а); |
| б) ; |
| в) ; |
| г)  |

13) Указать материалы, обладающие пьезоэлектрическим эффектом:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) кварц;графит;сланец; | б) кварц;турмалин;керамика; | в) турмалин;керамика;графит; | г) графит;сланец;керамика; |

14) Указать чему равен полный вектор скорости смещения при сейсмическом колебании, если горизонтальные и вертикальные составляющие равны соответственно: Vx=2·103м/с; Vy=4·103 м/с; Vz=3·103м/с:а) 24·103 м/с; б) 1/24·103м/с; в) ; г) 15) Явление, возникающее при сложении в пространстве двух или нескольких волн с одинаковыми периодами *определение*.16) Максимальное значение колеблющейся величины, которое достигается в те моменты времени, когда $\sin(\left(ωt+φ\right))=1$ *определение*.17) Отношение выходной величины к входной величине технического устройства *определение*.18) Область науки и техники, занимающаяся измерением параметров сейсмических волн *определение*.19) Устройство, предназначенное для гашения собственных колебаний маятника *определение*.20) Колебания, происходящие по закону синуса или косинуса *определение*. |

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Методы и средства изучения быстропротекающих процессов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам.

***Показатели и критерии оценивания зачета:***

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 литературой, рекомендованной кафедрой. Также оценка «зачтено» выставляется студентам, обнаружившим полное знание учебного материала, успешно выполняющим предусмотренные в программе задания, усвоившим основную литературу, рекомендованную кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей 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 выполнением заданий, предусмотренных программой, но допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении контрольных заданий, не носящие принципиального характера, когда установлено, что студент обладает необходимыми знаниями для последующего устранения указанных погрешностей под руководством преподавателя.

Оценка **«незачтено»** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, 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.

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) Основная литература**

1. Новиков, Е.А. Физико-технический контроль и мониторинг при освоении подземного пространства городов: учебное пособие / Е.А. Новиков, В.Л. Шкуратник. – Москва: МИСИС, 2016. – 174 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93675>. - Загл. с экрана.
2. Новиков, Е.А. Геоконтроль на горных предприятиях: учебное пособие / Е.А. Новиков, В.Л. Шкуратник. – Москва: МИСИС, 2016. – 174 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/116930>. - Загл. с экрана.

**б) Дополнительная литература**

1. Шкуратник В.Л., Вознесенский А.С., Колодина И.В. Методы и средства изучения быстропротекающих процессов. Учеб. пособ. – М.: МГГУ, 2008. – 309 с.

2. Катанов, И.Б. Технология и безопасность взрывных работ [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.Б. Катанов. — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 112 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69448>. — Загл. с экрана.

3. Белин, В.А. Технология и безопасность взрывных работ : учебное пособие / В.А. Белин, М.Г. Горбонос, Р.Л. Коротков. — Москва : МИСИС, 2019. — 74 с. — ISBN 978-5-907061-08-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116909> (дата обращения: 30.10.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Кутузов, Б.Н. Проектирование и организация взрывных работ : учебник / Б.Н. Кутузов, В.А. Белин. — Москва : Горная книга, 2012. — 416 с. — ISBN 978-5-98672-283-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/66436> (дата обращения: 05.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Взрывное разрушение горных пород. Расчет параметров буровзрывных работ на открытых горных разработках : учебное пособие / В.А. Белин, М.Г. Горбонос, Р.Л. Коротков, И.Т. Ким. — Москва : МИСИС, 2019. — 97 с. — ISBN 978-5-907061-09-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116910> (дата обращения: 05.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Кутузов Б.Н. и др. Безопасность сейсмического и воздушного воздействия массовых взрывов на карьерах. Учеб. пособ. – М.,.: МГГУ, 2005. – 180 с.

**в) Методические указания**

1.Доможиров Д.В.. Методы и средства изучения быстропротекающих процессов. Лабораторный практикум. – Магнитогорск. МГТУ, 2011.-56 с.

2. Доможиров Д.В., Зурков И.Е. Методы и средства определения скоростей распространения упругих волн в горных породах. Методические указания по выполнению практических работ. – Магнитогорск. МГТУ, 2008.

3. Доможиров Д.В. Преобразователи (датчики), используемые для измерения физических величин. Методические указания по выполнению практических работ. – Магнитогорск. МГТУ, 2009.

4. Бауков Ю.Н., Колодин И.В. Методы и средства геоконтроля. Метод. указ. по проведению лабор. работ. – М.: МГГУ, 2003. – 80 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет – ресурсы**

**Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
| MS Windows 7 | Д-1227 от 08.10.2018Д-757-17 от 27.06.2017Д-593-16 от 20.05.2016Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.202127.07.201820.05.201713.07.2016 |
| MS Office 2007 | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| Kaspersky Endpoind Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018Д-1347-17 от 20.12.2017Д-1481-16 от 25.11.2016Д-2026-15 от 11.12.2015 | 28.01.202021.03.201825.12.201711.12.2016 |
| 7 Zip  | свободно распространяемое | бессрочно |

**Интернет ресурсы**

1. Международная справочная система «Полпред» polpred.com отрасль «Образование, наука». – URL: <http://edication.polpred.com/>.

2.Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). - URL: <https://elibrary.ru/projest_risc.asp>.

3. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). - URL: <https://scholar.google.ru/>.

4. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. - URL: <http://window.edu.ru/>.

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории  | Оснащение аудитории |
| --- | --- |
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.Комплекс тестовых заданий для проведения промежуточных и рубежных контролей. |
| Помещения для самостоятельной работы: обучающихся | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |
| Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий. |