|  |  |
| --- | --- |
|  | МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» |

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института  
горного дела и транспорта

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

« 31 » января 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ УПРУГИХ ВОЛН ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ

Специальность

21.05.04 Горное дело

Специализация

Взрывное дело

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения

Заочная

|  |  |
| --- | --- |
| Институт | Горного дела и транспорта |
| Кафедра | Разработки месторождений полезных ископаемых |
| Курс | 6 |
|  |  |

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 |
|  | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины | Протокол № 1 от 31.08.2017 |  |
|  | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины | Протокол № 2  от 18.09.18 |  |
|  | № 8 | Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины | Протокол № 3  от 11.10.19 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**1 Цель освоения дисциплины**

Цель дисциплины «Методы и средства определения интенсивности упругих волн при взрывных работах»: 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 распространения упругих волн при разрушении горных пород взрывом;

- методов и средств определения интенсивности упругих волн, происходящих при производстве массовых взрывов;

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

- контрольно-измерительной техники и аппаратуры при изучении упругих волн;

- современных методов научных исследований интенсивности упругих волн при взрывных работах;

- метрологической обработкой результатов съемки;

- научной и горной терминологии.

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

Дисциплина «Методы и средства определения интенсивности упругих волн при взрывных работах» 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», «Пиротехнические составы и изделия».

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

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

В результате освоения дисциплины «Методы и средства определения интенсивности упругих волн при взрывных работах» 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 и средства определения интенсивности упругих волн, происходящих при производстве массовых взрывов;  - основные методы исследований, используемых для определения интенсивности упругих волн 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 интенсивности упругих волн;  - 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 определения интенсивности упругих волн 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 определения интенсивности упругих волн при взрывных работах;  - профессиональным языком предметной области знания;  - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при определения интенсивности упругих волн для взрывной подготовке массива горных пород. |

**4 Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы 144 акад. часов, в том числе:

– контактная работа – 17 акад. часов:

– аудиторная – 16 акад. часов;

– внеаудиторная – 1 акад. часов

– самостоятельная работа – 123,1 акад. часов;

– подготовка к зачету – 3,9 акад. часа

| Раздел/ тема  дисциплины | Курс | 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 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.1. Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами.  Природа упругих волн. Взаимосвязь волнового и колебательного процессов. Общая характеристика колебательных процессов. | 6 | 0,5 |  | 0,5 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка к практическому занятию | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зв |
| 1.2. Энергия свободных незатухающих колебаний. Свободные затухающие колебания. Упругие волны в безграничной среде. Волновое уравнение | 6 | 0,5 |  | 0,5 | 10 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №1 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 1.3 Отражение, преломление, интерференция, дифракция и рефракция упругих волн | 6 | 0,5 |  | 1 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка к практическому занятию | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 1.4 Методы и средства определения скоростей распространения упругих волн в горных породах. Взрыв как источник упругих волн в массиве горных пород. | 6 | 0,5 |  | 1/1 И1 | 11 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №2 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | 6 | **2** |  | **3/1 И1** | **41** | Подготовка к семинарскому занятию | **Семинарское занятие** |  |
| 2. Измерения скорости распространения упругих волн | 6 |  |  |  |  |  |  | ПСК-7.2 - ув |
| 2.1. Осциллографические методы. Запоминающие осциллографы, частотомеры. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные). | 6 | 0,5 |  | 0,5 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка к практическому занятию | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - ув |
| 2.2 Обработка результатов регистрации. Измерение параметров упругих волн. | 6 | 0,5 |  | 0,5 | 10 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №3 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - ув |
| 2.3 Методы измерения параметров упругих волн и взрывных волн напряжений в массиве. | 6 | 0,5 |  | 1 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка 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. | 6 | 0,5 |  | 1/1 И1 | 11 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №4 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | 6 | **2** |  | **3/1 И1** | **41** | Подготовка к контрольной работе | **Контрольная работа** |  |
| 3. Измерение параметров упругих волн | 6 |  |  |  |  |  |  | ПСК-7.2 - зув |
| 3.1 Методы измерения параметров упругих волн напряжений в образце и массиве горных пород. | 6 | 0,5 |  | 1 | 10 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка к практическому занятию | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.2. Обработка результатов регистрации упругих волн. Определение параметров упругих волн. | 6 | 0,5 |  | 1 | 10 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №5 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.3 Энергетическая оценка упругих колебаний. Тензометрическая аппаратура. Согласующие устройства. Вибростенды. Калибровка датчиков. Тарировочная аппаратура. | 6 | 0,5 |  | 1/1 И1 | 10,1 | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  Подготовка к практическому занятию | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| 3.4. Шлейфовые и электронные осциллографы. Обработка результатов регистрации и определение параметров упругих волн. | 6 | 0,5 |  | 1/1И1 | 11 | Подготовка к практическому занятию и выполнение практической работе №6 | Устный опрос  (собеседование) | ПСК-7.2 - зув |
| **Итого по разделу** | 6 | **2** |  | **4/2 И1** | **41** | Подготовка к контрольной работе | **Контрольная работа** |  |
| **Итого по курсу** | 6 | **6** |  | **10/4 И1** | **123,1** | **Подготовка к зачету** | **Зачет** |  |
| **Итого по дисциплине** | **6** | **6** |  | **10/4 И1** | **123,1** |  | **Зачет** |

1 – *Занятия проводятся в интерактивных формах (т.е. из 10 часов практических занятий 4 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 определения интенсивности упругих волн при взрывных работах» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных предоставлений по курсу «Методы и средства определения интенсивности упругих волн при взрывных работах» 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.

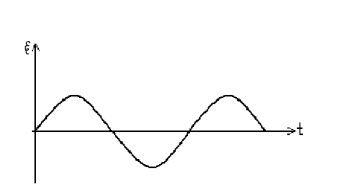
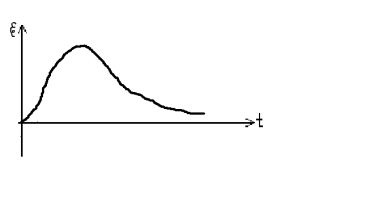
**Тестовый контроль**

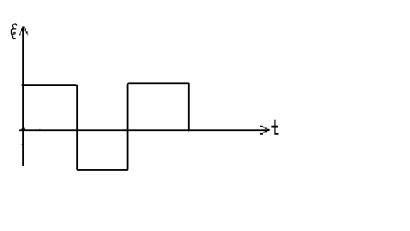
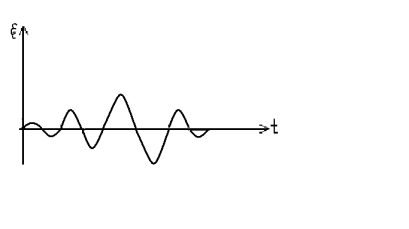
Вариант №1

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 , 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) ; б) ; в) ; г) .



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*.

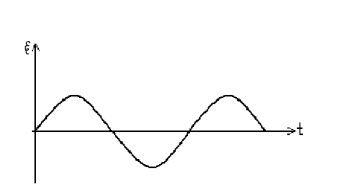
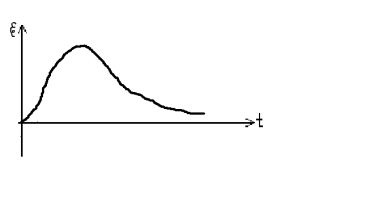
20) Явление, возникающее при сложении в пространстве двух или нескольких волн с одинаковыми периодами *определение*.

Вариант №2

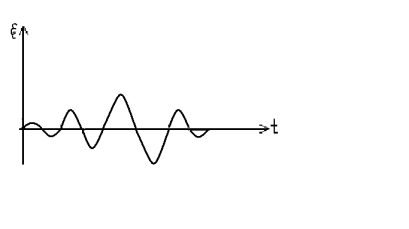
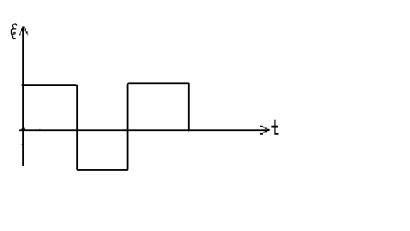
1) Указать расчетную формулу колебательного ускорения:

а) ; б) ; в) ; г) .



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 , 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 углов  Резонансный; | 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*.

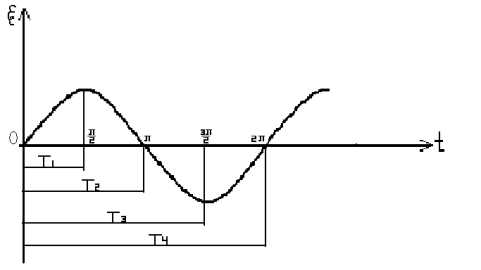
20) Явление непрерывного изменения направления акустического луча, путем преломления упругой волны при прохождении границы сред с разными скоростями распространения волн *определение*.

Вариант №3

1) Указать расчетную формулу круговой частоты гармонических колебаний:

а) ; б) ; в) ; г) .



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:



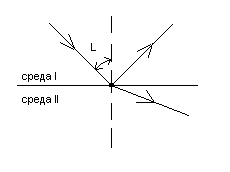
а) - 3м/с2 ; б) - 3πм/с2 ; в) 3м/с 2 ; г) 3πм/с2.

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 *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 волн.

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

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

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

1. Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами.
2. Природа упругих волн.
3. Взаимосвязь волнового и колебательного процессов.
4. Общая характеристика колебательных процессов.
5. Энергия свободных незатухающих колебаний.
6. Свободные затухающие колебания.
7. Упругие волны в безграничной среде.
8. Волновое уравнение.
9. Отражение упругих волн.
10. Преломление упругих волн.
11. Интерференция упругих волн.
12. Дифракция упругих волн.
13. Рефракция упругих волн.
14. Методы и средства определения скоростей распространения упругих волн в горных породах.
15. Взрыв как источник упругих волн в массиве горных пород.
16. Измерения скорости распространения упругих волн.
17. Осциллографические методы.
18. Запоминающие осциллографы, частотомеры.
19. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные).
20. Обработка результатов регистрации упругих волн.
21. Измерение параметров упругих волн.
22. Методы измерения параметров упругих волн и взрывных волн напряжений в массиве.
23. Преобразователи крешерные, пьезоэлектрические.
24. Тензодатчики.
25. Усилители и согласующие устройства, калибровка преобразователей.
26. Обработка результатов регистрации.
27. Измерение параметров упругих волн.
28. Методы измерения параметров упругих волн напряжений в образце и массиве горных пород.
29. Определение параметров упругих волн.
30. Энергетическая оценка упругих колебаний.
31. Тензометрическая аппаратура.
32. Согласующие устройства.
33. Вибростенды. Калибровка датчиков. Тарировочная аппаратура.
34. Шлейфовые и электронные осциллографы.
35. Обработка результатов регистрации и определение параметров упругих волн.

**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 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 и средства определения интенсивности упругих волн, происходящих при производстве массовых взрывов;  - основные методы исследований, используемых для определения интенсивности упругих волн при разрушении горных пород взрывом. | Перечень тем и заданий для подготовки к зачету:   1. Цели и задачи дисциплины, связь со смежными дисциплинами. 2. Природа упругих волн. 3. Взаимосвязь волнового и колебательного процессов. 4. Общая характеристика колебательных процессов. 5. Энергия свободных незатухающих колебаний. 6. Свободные затухающие колебания. 7. Упругие волны в безграничной среде. 8. Волновое уравнение. 9. Отражение упругих волн. 10. Преломление упругих волн. 11. Интерференция упругих волн. 12. Дифракция упругих волн. 13. Рефракция упругих волн. 14. Методы и средства определения скоростей распространения упругих волн в горных породах. 15. Взрыв как источник упругих волн в массиве горных пород. 16. Измерения скорости распространения упругих волн. 17. Осциллографические методы. 18. Запоминающие осциллографы, частотомеры. 19. Типы датчиков и их характеристик для непрерывной и дискретной регистрации (контактные и реостатные). 20. Обработка результатов регистрации упругих волн. 21. Измерение параметров упругих волн. 22. Методы измерения параметров упругих волн и взрывных волн напряжений в массиве. 23. Преобразователи крешерные, пьезоэлектрические. 24. Тензодатчики. 25. Усилители и согласующие устройства, калибровка преобразователей. 26. Обработка результатов регистрации. 27. Измерение параметров упругих волн. 28. Методы измерения параметров упругих волн напряжений в образце и массиве горных пород. 29. Определение параметров упругих волн. 30. Энергетическая оценка упругих колебаний. 31. Тензометрическая аппаратура. 32. Согласующие устройства. 33. Вибростенды. Калибровка датчиков. Тарировочная аппаратура. 34. Шлейфовые и электронные осциллографы. 35. Обработка результатов регистрации и определение параметров упругих волн. |
| 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 интенсивности упругих волн;  - 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 | **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 волн.  4. Методы измерения параметров упругих волн напряжений в буровом инструменте, в отдельности и массиве горных пород.  5. Энергетическая оценка упругих колебаний. Сейсмодатчики. Тарировочная аппаратура. |
| Владеть: | - основными методами решения задач в области определения интенсивности упругих волн 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 определения интенсивности упругих волн при взрывных работах;  - профессиональным языком предметной области знания;  - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды при определения интенсивности упругих волн для взрывной подготовке массива горных пород. | **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:  Безымянный22.bmpБезымянный111.bmp 1. 2.  Безымянный44.bmpБезымянный33.bmp  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 , 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) ; б) ; в) ; г) .  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) ; б) ; в) ; г) .  Безымянный22.bmpБезымянный111.bmp2) Указать все примеры (графики) непериодических колебаний:  1. 2.  Безымянный33.bmpБезымянный44.bmp  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 , 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 углов  Резонансный; | 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) ; б) ; в) ; г) .  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 *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 определения интенсивности упругих волн при взрывных работах» 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 08.10.2018  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 |
| Kaspersky Endpoind Security для бизнеса-Стандартный | Д-300-18 от 21.03.2018  Д-1347-17 от 20.12.2017  Д-1481-16 от 25.11.2016  Д-2026-15 от 11.12.2015 | 28.01.2020  21.03.2018  25.12.2017  11.12.2016 |
| 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. |