

Физика горных пород

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Горного дела
Учебный план	s210504_20_GM20.plx Специальность 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО
Квалификация	Горный инженер (специалист)
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ

Часов по учебному плану	0	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		
аудиторные занятия	0	
самостоятельная работа	0	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
Неделя	16 1/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	14	14	14	14
Лабораторные	28	28	28	28
Иные виды контактной работы	2,35	2,35	2,35	2,35
Итого ауд.	44,35	44,35	44,35	44,35
Контактная работа	44,35	44,35	44,35	44,35
Сам. работа	36,65	36,65	36,65	36,65
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью изучения данной дисциплины является приобретение обучающимися необходимых специальных профессиональных знаний в области свойств горных пород и методов их определения, и овладения способностью их использования в области горного дела при проведении разведочных, горных и горнотехнических выработок (ОПК-9).
1.2	
1.3	Задачей курса является освоение обучающимися методов определения свойств горных пород, и умения применять эти знания при проектировании различных видов горных работ, включая погрузочно-транспортные операции (ОПК-9).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.Б
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Информатика
2.1.2	Культурология
2.1.3	Математика
2.1.4	Физика
2.1.5	История
2.1.6	Общая геология
2.1.7	Общая экология
2.1.8	Химия
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Взрывные работы
2.2.2	Горное давление и крепление горных выработок
2.2.3	Подземная геотехнология
2.2.4	Технология бурения взрывных скважин и шпуров, буровые машины и механизмы
2.2.5	Открытая геотехнология
2.2.6	Строительная геотехнология
2.2.7	Технология проведения горизонтальных подземных выработок
2.2.8	Геомеханика
2.2.9	Эксплуатация горных машин и оборудования
2.2.10	Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело
2.2.11	Основы проектирования горных работ
2.2.12	Специальные методы разрушения горных пород
2.2.13	Технология и безопасность взрывных работ
2.2.14	Технология сооружения вертикальных и наклонных выработок

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-9: владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	
Знать:	
Уровень 1	Свойства горных пород и руд и способы управления ими, технические характеристики горнодобывающего и вспомогательного оборудования.
Уровень 2	Условия использования горнодобывающего оборудования применительно к конкретным задачам.
Уметь:	
Уровень 1	Разрабатывать технологическое и техническое обеспечение до разведки и добычи полезного ископаемого.
Уровень 2	Выполнять проектные задания на разработку месторождений.
Владеть:	
Уровень 1	Навыками проектирования разработки месторождений полезных ископаемых.
Уровень 2	Методами проектирования горно-добычных для различных горно-геологических условий месторождения. Выводить навыками технико-экономического обоснования применение технических средств при добычи полезного ископаемого эксплуатации подземных сооружений.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные физико-механические свойства, горнотехнологические характеристики и классификации горных пород;
3.1.2	основные методы и методики по определению свойств горных пород;
3.1.3	основные свойства горных пород, влияющие выбор технологии горных работ и на экологическую безопасность, при их производстве.
3.2	Уметь:
3.2.1	определять основные горно-технологические свойства горных пород;
3.2.2	применять эти знания при проектировании различных видов горных работ, включая погрузочно-транспортные операции;
3.2.3	правильно выбирать технологию проведения горных выработок;
3.2.4	планировать транспортно-технологические операции на основе знаний свойств горных пород;
3.2.5	использовать законы и методы математики при решении профессиональных задач;
3.2.6	находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные технологии.
3.2.7	(ОПК-9)
3.3	Владеть:
3.3.1	способами и методами определения основных свойств горных пород;
3.3.2	необходимыми сведениями по современному отечественному и зарубежному оборудованию и приборам по определению свойств горных пород;
3.3.3	основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, иметь навыки обработки данных и работы с компьютером как средством управления информацией и использовать теоретические знания в практике геоэкологической безопасности ведения горных работ.
3.3.4	(ОПК-9).
3.3.5	
3.3.6	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Общие сведения о горных породах, классификации и методы испытаний.						
1.1	Раздел 1. Общие сведения о горных породах. Понятие о минералах и горных породах. Минералы породообразующие, второстепенные, акцессорные. Породы магматические, метаморфические, и осадочные, скальные плотные и рыхлые нецементированные. Горнотехнологические свойства – свойства, с которыми имеют дело горняки и буровики. Классификация свойств: физико-технические, деформационные, тепловые, электромагнитные, радиоактивные, горнотехнические. Методы испытаний полевые и лабораторные, прямые и косвенные. Понятия о пробах и образцах, требования к отбору и изготовлению образцов. Методика проведения экспериментов. Число опытов, квадратичное отклонение, коэффициент вариации. Физико-технические свойства: объемная и истинная плотность, методы их определения. Метод прямых измерений, волюмометрический, гидростатического взвешивания. /Лек/	2	2	ОПК-9		0	

1.2	Определение объемной плотности пород методом гидростатического взвешивания. /Лаб/	2	2	ОПК-9		0	
1.3	/Ср/	2	6	ОПК-9		0	
	Раздел 2. Пористость и влажность горных пород. Деформационные свойства горных пород.						
2.1	Раздел 2. Пористость и влажность горных пород. Форма и размеры горных пород, слабо - средне - и сильнопористые. Поры открытые и закрытые. Особые свойства сильнопористых пород: легкие, непрочные, хорошие фильтры, накопители воды, хорошие теплоизоляторы. Вода химически связанная, свободная (гравитационная). Породы сухие, влажные, мокрые. Характеристики разрыхленных пород: насыпная плотность, коэффициент разрыхления, гранулометрический состав, угол естественного откоса. Деформационные свойства горных пород. Деформации абсолютные и относительные, продольные и поперечные, упругие и пластические. Понятие о модуле продольной упругости, модуле сдвига, модуле всестороннего сжатия. Определение коэффициента Пуассона. Методы определения Е и μ с помощью индикаторов часового типа и цифрового тензометрического моста. /Лек/	2	2	ОПК-9		0	
2.2	Определение плотности минерального скелета пикнометрическим способом. Определение пористости пород. Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона с помощью цифрового тензометрического моста ЦТМ-5 4 /Лаб/	2	6	ОПК-9		0	
2.3	/Ср/	2	4	ОПК-9		0	
	Раздел 3. Прочностные свойства пород. Акустические свойства пород.						

3.1	Раздел 3. Акустические свойства пород. Скорость продольных волн. Динамический модуль упругости. Пластические свойства пород. Реологические свойства: длительная прочность, релаксация напряжений, коэффициент пластичности. Прочностные свойства пород. Напряжения нормальные и тангенциальные. Пределы прочности пород. Единицы измерения: Па, кПа, МПа. Напряженные состояния одноосные, двухосные, трехосные. Пределы прочности для образцов и для массива. Соотношение пределов прочности при одноосном объемном напряженном состоянии. Методы определения $\sigma_{сж}$: на образцах правильной формы и стандартных размеров, на образцах полуправильной формы, на образцах неправильной формы. /Лек/	2	1	ОПК-9		0	
3.2	Определение скорости продольных волн и динамического модуля упругости. Определение предела прочности на одноосное сжатие на образцах правильной формы и стандартных размеров. Определение прочностных характеристик горных пород испытанием образцов произвольной формы /Лаб/	2	6	ОПК-9		0	
3.3	/Ср/	2	8	ОПК-9		0	
	Раздел 4. Методы определения пределов прочности на растяжение, изгиб, сдвиг. Паспорт прочности горных пород.						
4.1	Раздел 4. Методы определения пределов прочности на растяжение, изгиб, сдвиг. Метод прямого растяжения, сущность, недостатки. Бразильский метод. Соотношение $\sigma_{сж}$ и $\sigma_{р}$. Определение $\tau_{сд}$ методом одно- и двухплоскостного сдвига. Определение $\sigma_{сж}$ методом консольной балки, методом трех- и четырехточечного нагружения. Сравнение пределов прочности при различных видах нагружения. Необходимые выводы для конструкторов. Паспорт прочности горных пород. Гипотезы прочности. Постулаты гипотезы прочности Мора. Методика построения паспорта прочности пород, понятие о чистом сдвиге. Зависимость предельного сдвигового напряжения от нормального на этой же площадке. Задачи, решаемые с помощью паспорта прочности. /Лек/	2	1	ОПК-9		0	

4.2	Определение предела прочности пород на растяжение (путем раскалывания керновых образцов по образующим цилиндра) Определение угла внутреннего трения и прочности породы на сдвиг при наличии сжимающей нагрузки. Паспорт прочности пород (построение и использование в практических целях) /Лаб/	2	4	ОПК-9		0	
4.3	/Ср/	2	4,65	ОПК-9		0	
	Раздел 5. Горнотехнические свойства горных пород.						
5.1	Раздел 5. Горнотехнические свойства горных пород. Понятие о крепости пород. Коэффициент крепости Протодяконова М.М. методы его определения. Буримость, абразивность горных пород и методы определения. Классификации по буримости и по абразивности. Твердость пород и определение ее по методике Шрейнера и ИГД Скочинского. Взрываемость и дробимость пород. Трещиноватость пород, виды и размеры пор, классификация по трещиноватости. /Лек/	2	2	ОПК-9		0	
5.2	Определение прочностных характеристик пород методом толчения (прибор ПОК). Определение абразивности пород методом истирания стержней из стали-серебрянки. Определение твердости по штампу (метод Шнейнера) и коэффициента пластичности. /Лаб/	2	4	ОПК-9		0	
5.3	/Ср/	2	8	ОПК-9		0	
	Раздел 6. Тепловые свойства пород.						
6.1	Раздел 6. Тепловые свойства пород. Необходимость их изучения – работы в районе вечной мерзлоты, температурный режим на больших глубинах, переработка руд. Удельная теплоемкость, определение, единицы измерения, калориметр. Тепло- и теплопроводность. Плавкость, температура плавления, удельная теплота плавления. Соотношение калории и джоуля. Тепловое расширение, коэффициенты α и β . Максимальная плотность воды (аномалия около $t=+4$). Термо- и морозостойкость. Полиморфные превращения минералов. Термобуриемые горные породы. Модификационные превращения кварца /Лек/	2	2	ОПК-9		0	
6.2	Определение дробимости горных пород /Лаб/	2	2	ОПК-9		0	
6.3	/Ср/	2	2	ОПК-9		0	
	Раздел 7. Магнитные и электромагнитные свойства пород.						

7.1	Раздел 7. Электромагнитные свойства пород. Связь электрического и магнитного полей. Электрический ток. Удельное электрическое сопротивление: Au, Ag, Pt, Cu, Al, хорошие проводники- рудные минералы. Поляризация диэлектриков в электрическом поле. Пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрики: кварц, турмалин, нефелин, сегнетова соль, титанат, бария, цирконат- титанат свинца. Пьезодатчики. Магнитные свойства пород. Магнитное поле Земли, постоянная напряженность и колебания, магнитные бури, магнитные аномалии. Породы диапара- и ферромагнетики. Магниторазведка, магнитная сепарация. Остаточная намагниченность, намагничивание. Магнитно-твердые и магнитно-мягкие ферромагнетики. Магнитострикция и точка Кюри. Геофизические методы разведки. /Лек/	2	2	ОПК-9		0	
7.2	Определение прочностных характеристик горных пород испытанием образцов произвольной формы /Лаб/	2	2	ОПК-9		0	
7.3	/Ср/	2	2	ОПК-9		0	
	Раздел 8. Радиоактивность горных пород.						
8.1	Раздел 8. Радиоактивность горных пород. Понятие о естественной радиоактивности. Виды излучения α , β и γ . Понятие о рядах распада, период полураспада. Понятие о радиоактивных элементах и изотопах. Дозы облучения, степень поражения, дозиметры, радиометры. Воздействие радиации физиологическое и генетическое. Правила техники безопасности. /Лек/	2	2	ОПК-9		0	
8.2	Определение предела прочности пород на растяжение (путем раскалывания керновых образцов по образующим цилиндра) /Лаб/	2	2	ОПК-9		0	
8.3	/Ср/	2	2	ОПК-9		0	
8.4	Экзамен /ИБКР/	2	2,35			0	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Объемная плотность горных пород и плотность минерального скелета.
2. Методы определения объемной плотности пород в натурных условиях.
3. Классификация свойств горных пород.
4. Химически связанная, физически связанная, свободная вода в горных породах и ее свойства.
5. Пористость пород, ее влияние на другие свойства.
6. Общая, открытая и закрытая пористости.
7. Определение плотности минерального скелета.
8. Угол естественного откоса, понятие об угле внутреннего трения пород.
9. Насыпная масса, коэффициент разрыхления, гранулометрический состав, разрыхляемость горных пород.
10. Лабораторные методы определения объемной плотности пород.
11. Деформационные характеристики пород.

12. Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона на приборе с индикатором часового типа.
13. Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона с помощью цифрового тензометрического моста.
14. Понятие о динамическом модуле упругости пород.
15. Методы определения динамического модуля упругости, пьезоэлектрический эффект и его использование при у/з диагностике пород.
16. Определение динамического модуля упругости ультразвуковым методом.
17. Пластичность и хрупкость горных пород, определение коэффициента пластичности пород.
18. Реологические свойства пород: ползучесть, релаксация, длительная прочность.
19. Напряженное состояние. Виды напряжений.
20. Прочностные свойства пород.
21. Определение предела прочности на сжатие на образцах правильной формы.
22. Определение предела прочности на растяжение.
23. Определение предела прочности пород на сдвиг в приборе со смещенными матрицами.
24. Паспорт прочности горных пород.
25. Построение паспорта прочности пород по данным прочностных испытаний.
26. Тепловые характеристики пород.
27. Теплоемкость, теплопроводимость и коэффициент теплопроводимости горных пород.
28. Понятия “Удельная теплота сгорания” и “Удельная теплоемкость”.
29. Электрические свойства пород. Удельное электрическое сопротивление. Понятия о проводниках, полупроводниках и диэлектриках.
30. Пьезоэлектрический эффект.
31. Понятие о поляризации.
32. Устройство и применение тензодатчиков.
33. Естественная радиоактивность, виды излучения, период полураспада.
34. Понятие о крепости горных пород, классификация проф. Протодьяконова М.М., коэффициент крепости.
35. Классификация пород по буримости.
36. Взрываемость пород и ее оценка.
37. Абразивность пород и ее определение методом истирания стержня.
38. Понятие о твердости пород и методы ее определения.
39. Оценка энергоемкости разрушения горных пород при динамических нагрузках. Дробимость горных пород.
40. Определение прочности пород методом толчения

5.2. Темы письменных работ

1. Физико-технические свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
2. Деформационные свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
3. Прочностные свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
4. Горно-технические характеристики пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
5. Тепловые свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
6. Радиоактивные свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).
7. Электрические и магнитные свойства горных пород и способы их определения (полевые и лабораторные).

5.3. Оценочные средства

Новизна текста:

- а) актуальность темы исследования;
- б) новизна и самостоятельность в постановке и решении поставленной задачи, формулирование нового аспекта известной проблемы в установлении новых связей;
- в) умение работать с исследованиями, критической литературой, систематизировать и структурировать материал;
- г) обоснованность авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений;
- д) стилевое единство текста, единство жанровых черт.

Степень раскрытия сущности вопроса:

- а) соответствие плана теме реферата;
- б) соответствие содержания теме и плану реферата;
- в) полнота и глубина знаний по теме;
- г) обоснованность способов и методов работы с материалом;
- е) умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по одному вопросу (проблеме).

Обоснованность выбора источников:

- а) оценка использованной литературы: привлечены ли наиболее известные работы по теме исследования (в т.ч. журнальные публикации последних лет, последние статистические данные, сводки, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению:

- а) насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы;
- б) оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;
- в) соблюдение требований к объёму реферата.

5.4. Перечень видов оценочных средств

- входного контроля (тестирование);
- Текущего контроля (собеседование при сдаче тестов и вопросов для самопроверки, лабораторных работ);
- Выполнение и защита реферата;
- Участие в научном семинаре;

- Итог текущего контроля (Экзамен во 2 семестре).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Windows 7
---------	-----------

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудитория	Назначение	Оснащение	Вид
4-36	Аудитория для лекционных, практических, лабораторных и семинарских занятий.	<p>Специализированная мебель: набор учебной мебели на 24 посадочных места; стол преподавательский – 1 шт., стул преподавательский -1 шт.; доска меловая- 1 шт., телевизор на кронштейне с видео приставкой.</p> <p>Специализированная аудитория по физики горных пород:</p> <p>гидравлический пресс П-50; гидравлический пресс ПНД-30-400 с ручным насосом Н 2.63.2Р; цифровой тензометрический мост (ЦТМ-5); ультразвуковые приборы УКБ-1М и УК-10 ПМС; станок для определения абразивности пород (УСС); установка для определения твердости пород (УМГП-3); прибор для определения крепости пород (ПОК); химическая посуда; электронные весы; технические высокоточные весы с разновесами; набор сит и пикнометров; электронагреватель для парафина; набор стандартных и расходимых образцов горных пород для проведения исследований и экспериментов.</p>	

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Занятия семинарского типа (практические занятия, включая занятие - дискуссию)

В ходе занятий обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала;
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной темы, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все занятия, так как тематический материал взаимосвязан между собой. В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.

2. Самостоятельная работа (изучение теоретического курса, подготовка к текущему контролю и практическим занятиям)

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной, научной и справочной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими

специалистами по данной дисциплине.

При подготовке к текущему контролю обучающемуся необходимо изучить методическую и основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя.

3. Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену предполагает:

- изучение основной и дополнительной литературы
- изучение конспектов лекций
- участие в проводимых контрольных опросах
- тестирование по темам

Перечень вопросов, выносимых на экзамен представлен в приложении 1.2.