

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-педагогической работе ДОННТУ

Левшов А.В.

(подпись)

« 1 » 06 2018 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б41. Физика горных пород**

(наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность:

21.05.04 «Горное дело»

(код и наименование направления / специальности)

Специализация:

Электрификация и автоматизация горного  
производства

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

специалитет

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

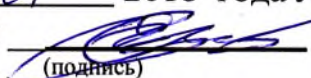
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	4	4
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,5/162	4,5/162
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	—	—
Лабораторные работы (час.)	34	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	58	136
Индивидуальное задание (кол./час.)	—	1/9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины «Физика горных пород» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки (специальности) 21.05.04 «Горное дело» специализации «Электрификация и автоматизация горного производства» для 2018 года приёма.

Составитель: Марийчук Иван Филиппович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры «Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика»


Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики.

Протокол от «25» 04 2018 года № 9  
Заведующий кафедрой  Борщевский С. В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

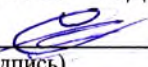
Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** горной электротехники и автоматики им. Р. М. Лейбова.

Протокол от «30» 05 2018 года № 10-1  
Заведующий кафедрой  Маренич К.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДонНТУ по специальности 21.05.01 «Горное дело»

Протокол от «31» 05 2018 года № 9  
Председатель  Борщевский С. В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

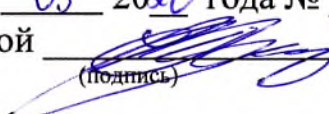
Рабочая программа **продлена** для 2019 года приёма на заседании кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики.

Протокол от «14» 05 2019 года № 13  
Заведующий кафедрой  Борщевский С.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Горная электротехника и автоматика им. Р.М.Лейбова».

Заведующий кафедрой  Маренич К.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 2020 года приёма на заседании кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики.

Протокол от «15» 05 2020 года № 9  
Заведующий кафедрой  Борщевский С.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Горная электротехника и автоматика им. Р.М.Лейбова».

Заведующий кафедрой  Мариенко К.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Горная электротехника и автоматика им. Р.М.Лейбова».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры строительства зданий, подземных сооружений и геомеханики.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой «Горная электротехника и автоматика им. Р.М.Лейбова».

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)



## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Объектом** освоения дисциплины являются физические свойства и процессы, возникающие в горных породах и массивах при ведении горных работ.

**Цель** – сформировать у студента современное научное мировоззрение в области основных проблем и развивающихся направлений «Физики горных пород» как научной базы безопасного ведения горных работ, долговременного и оперативного планирования всех видов горного производства.

### **Задачи:**

- установление значений физико-технических параметров горных пород, необходимых для расчета режимов работы и производительности существующего горного оборудования, при проектировании горных предприятий и планировании их работы;

- установление закономерностей изменения физических свойств горных пород и массивов в условиях внешнего воздействия при переменном их строении, разработка новых методов воздействия на свойства пород и массивов, выявление областей их применения, расчет их эффективности;

- создание систем контроля состава, состояния и поведения горных пород и массивов в процессах горного производства.

В результате освоения дисциплины студент должен

### **знать:**

- механику горных пород, изучающую механические свойства пород, массивов и явления, в том числе горное давление, происходящие в них при механическом воздействии в процессе разведки, разработки месторождений полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации строительных объектов;

- акустику пород и массивов, изучающую распространение, поглощение упругих колебаний и их акустические свойства;

- гидродинамику и газодинамику пород и массивов с поглощением и выделением жидкости, газов и их свойства;

- термодинамику пород и массивов, в область исследований которой входят тепловые свойства, влияние на них естественных и искусственных факторов;

- электродинамику и радиационную физику пород и массивов, исследующую влияние на их свойства электрических, магнитных и радиационных явлений;

- основы физического моделирования в горном деле.

### **уметь:**

- теоретически и экспериментально определять основные базовые параметры горных пород и массивов;

- использовать вероятностные методы и математическую статистику при обработке данных экспериментальных исследований;

- обобщать, анализировать и устанавливать связь протекающих явлений с различными физическими параметрами горных пород и массивов;

– решать теоретические и практические задачи по определению физических свойств и процессов в горных породах и массивах, их результаты использовать на практике.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующей компетенции:

– владением методами анализа, знаниями 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 (ОПК-9).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к базовой части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика» «Физика», а также прохождении учебной ознакомительной практики.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующей дисциплины «Геомеханика», выполнении государственной итоговой аттестации - дипломного проекта.

## **3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий**

№ тем	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (*)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (семин.)	Лабор.	СР
1	Тема 1. Введение.	4 (2)	2 (0)	0	0 (0)	2 (2)
2	Тема 2. Пористость и плотностные свойства горных пород.	6 (18)	2 (2)	0	2 (2)	2 (14)
3	Тема 3. Прочностные свойства горных пород.	6 (20)	2 (2)	0	2 (2)	2 (16)
4	Тема 4. Стандартные методы определения прочностных параметров горных пород.	10 (16)	2 (0)	0	2 (0)	6 (16)
5	Тема 5. Деформационные свойства горных пород.	10 (10)	2 (0)	0	2 (0)	6 (10)
6	Тема 6. Специальные горно-технологические параметры горных пород.	15 (17)	4 (0)	0	4 (0)	7 (17)
7	Тема 7. Акустические свойства горных пород.	10 (6)	2 (0)	0	2 (0)	6 (6)
8	Тема 8. Термодинамические свойства горных пород.	12 (6)	4 (0)	0	4 (0)	4 (6)
9	Тема 9. Гидравлические и газодинамические свойства горных пород.	10 (6)	2 (0)	0	4 (0)	4 (6)

№ те- мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (*)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (семина.)	Лабор.	СР
10	Тема 10. Электромагнитные и радиационные свойства горных пород.	12 (4)	4 (0)	0	4 (0)	4 (4)
11	Тема 11. Приближенные методы исследований напряженно-деформированного состояния строительных объектов.	14 (16)	2 (0)	0	4 (0)	8(16)
12	Тема12. Моделирование механических процессов.	17 (14)	6 (0)	0	4 (0)	7 (14)
	Индивидуальное задание	0 (9)	-	0	-	0 (9)
	Итого по видам занятий	<b>126 (144)</b>	<b>34 (4)</b>	<b>0</b>	<b>34 (4)</b>	<b>58 (136)</b>
	Контроль	<b>36 (18)</b>				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>162 (162)</b>	<b>34 (4)</b>	<b>0</b>	<b>34 (4)</b>	<b>58 (136)</b>

\* – в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ОПК-9</b>	Темы 1-12

#### 3.2. Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1: Основные понятия и терминология физики горных пород. Физико-механические свойства горных пород. Базовые параметры физических свойств.

Литература к теме 1: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 2. Пористость и плотностные свойства горных пород.

Содержание темы 2: Пористость и плотность осадочных, магматических и метаморфических пород. Пористость природных углей. Основные методы определения пористости образцов пород. Методы определения плотности минералов и горных пород.

Литература к теме 2: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 3. Прочностные свойства горных пород.

Содержание темы 3: Механические напряжения в горных породах. Понятие о напряжениях и деформациях. Виды напряженного состояния. Теории прочности пород.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 4. Стандартные методы определения прочностных параметров горных пород.

Содержание темы 4: Основные показатели механических свойств горных пород. Определение предела прочности при одноосном сжатии, растяжении, при сдвиге, изгибе, объемном сжатии, Нестандартные методы определения прочностных параметров. Испытание глинистых пород.

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 5. Деформационные свойства горных пород.

Содержание темы 5: Деформации в горных породах. Упругие свойства горных пород. Пластические и реологические свойства горных пород. Понятие о теории наследственной ползучести.

Литература к теме 5: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 6. Специальные горно-технологические параметры горных пород.

Содержание темы 6: Крепость. Контактная прочность. Абразивность. Дробимость. Сопротивляемость резанию. Буримость. Взрываемость. Липкость и сопротивление копанью рыхлых и разрыхленных пород. Использование горно-технологических свойств в горной практике.

Литература к теме 6: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 7. Акустические свойства горных пород.

Содержание темы 7: Волновые процессы в горных породах. Параметры упругих волн в горных породах. Методы определения акустических параметров. Использование акустических свойств в горном деле.

Литература к теме 7: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 8. Термодинамические свойства горных пород.

Содержание темы 8: термодинамические свойства горных пород. Температурное поле в горных породах. Основные тепловые параметры горных пород. Использование тепловых свойств в горном деле.

Литература к теме 8: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 9. Гидравлические и газодинамические свойства горных пород.

Содержание темы 9: Вода в горных породах. Параметры гидравлических и газодинамических свойств. Влияние жидкости на горные породы. Газы угольных месторождений. Использование свойств в горном деле.

Литература к теме 9: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 10. Электромагнитные и радиационные свойства горных пород.

Содержание темы 10: Основные параметры, методы и аппаратура для определения электромагнитных и радиационных свойств горных пород. Использование свойств в горном деле.

Литература к теме 10: [\[1,2,3,4\]](#)

Тема 11. Приближенные методы исследований напряженно-деформированного состояния строительных объектов.

Содержание темы 11: Конечно-разностные методы. Метод конечных элементов. Энергетические методы с использованием вариационного исчисления. Методы Ритца и Бубнова-Галеркина.

Литература к теме 11: [1,2].

Тема 12. Моделирование механических процессов.

Содержание темы 11: Геометрическое и физическое подобие. Основы теории размерностей. Метод эквивалентных материалов. Метод центробежного моделирования.

Литература к теме 12: [1,4].

### 3.3. Лабораторные занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Определение плотностных свойств горных пород и массивов	6 (2)	[1,2,3]
2	Определение прочностных свойств горных пород и массивов	6 (0)	[1,2,3]
3	Построение паспорта прочности по данным испытаний горных пород.	8 (2)	[1,2,3]
4	Определение акустических свойств горных пород и массивов	6 (0)	[1,2,3]
5	Определение гидравлических и газодинамических свойств горных пород и массивов	4 (0)	[1,2,3]
6	Определение тепловых свойств горных пород и массивов	4(2)	[1,2,3]
Итого:		34(4)	

\*- в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

### 3.4. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	40 (100)
2	Подготовка к практическим занятиям	18 (27)
4	Выполнение индивидуального задания	- (9)
Итого:		58 (136)

\*- в скобках указаны значения, соответствующие заочной форме обучения

### 3.5. Курсовой проект, индивидуальное задание

Курсовой проект по дисциплине учебным планом не предусмотрено.

Выполнение индивидуального задания в форме расчетно-графической работы предусмотрено для студентов очной и заочной форм обучения. Объем учебной нагрузки – 9 часов. Тематика и рекомендации по выполнению расчетно-графической работы приведены в [2]. Рекомендуемый объем пояснительной записки - 12-15 страниц формата А4 (210×297 мм).



## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену**

1. Какие вещества называют горной породой. В чем заключается отличие горной породы от минерала?
2. Что называют структурой, текстурой породы. Какие главные структуры выделены в магматических и в метаморфических породах?
3. Какую связь между минералами называют химической? Как формируется между минералами структурная связь?
4. На какие виды делятся эндогенные процессы? Дайте характеристику эндогенным процессам.
5. Какие процессы называют метаморфическими? Какие породы подвергаются этим процессам? Что называют поровым пространством породы? На какие виды делятся поры в зависимости от условий перемещения в породах воды и газов? Как делятся поры по происхождению и по величине?

6. Какие существуют основные методы определения пористости и трещиноватости пород? Как делятся поры по происхождению и по величине? Какие физические процессы заложены в основу классификации пор по размерам в каменных углях?

7. В чем состоит особенность пористости осадочных пород? На какие группы делят осадочные породы и сухие осадки по плотности?

8. В чем заключается суть методов определения плотности? Перечислите параметры плотностных свойств скальных и связных горных пород.

9. Что такое трещиноватость горных пород? Что называется трещиной? Какую трещиноватость учитывает классификация Н.М. Проскуракова? По каким признакам классифицируют трещины В.В.Ржевский и Г.Я.Новик? Приведите классификацию трещиноватости горных пород по ВНИМИ.

10. Что такое напряжение? Как определяются напряжения при растяжении, сжатии? Как изменяются напряжения при растяжении в зависимости от ориентации сечения? Понятие напряженного состояния в точке.

11. Что представляет собой тензор напряжений?

12. Что такое упругая и пластическая деформации?

13. В чем заключается закон парности касательных напряжений?

14. Как формулируется закон Гука при растяжении?

15. Виды напряженных состояний.

16. Как определяются касательные напряжения в наклонных площадках при плоском напряженном состоянии?

17. Что такое круговая диаграмма напряженного состояния?

18. Что называют главными напряжениями?

19. Как определяется направление главных напряжений?

20. Круговая диаграмма напряженного состояния при объемном напряженном состоянии.

21. Как с помощью круговой диаграммы напряжений определить главные напряжения?

22. Какие наибольшие касательные напряжения?

23. Какие возникают напряжения и деформации при сдвиге?

24. Чему равна потенциальная энергия деформации?

25. В чем заключается природа хрупкого разрушения, разработанная А. Гриффитсом?

26. Что представляет собой кинетическая теория разрушения, разработанная академиком С.Н. Журковым?

27. В чем заключаются теории наибольших линейных деформаций, наибольших касательных напряжений, энергетическая теория прочности?

28. Что такое теория прочности Мора?

29. Способы построения паспорта прочности горных пород?

30. Какие свойства следует называть физико-механическими?

31. Общие понятия о механических свойствах горных пород.

32. Какие показатели характеризуют прочность горных пород?

33. Как определяют прочность горных пород методом соосных пуансонов?

34. Как определяется предел прочности при растяжении?

35. В чем заключается метод определения прочности горных пород на разрыв методом раскалывания?
36. Какие схемы испытания применяются при изучении свойств песчаных и глинистых пород при сдвиге?
37. Опишите устройство стабилметров и их назначение.
38. Схемы передачи напряжений на породу в стабилметрах типов А и Б.
39. Определение угла естественного откоса песчаных пород.
40. Необходимые размеры образцов горных пород для исследования их механических свойств.
41. Каким образом определяются прочностные показатели на образцах неправильной формы?
42. В чем заключается метод определения прочностных характеристик с помощью удара шариковым молотком?
43. Что называется деформацией горной породы?
44. Какие виды деформаций известны?
45. Что называется модулем Юнга, модулем сдвига, коэффициентом Пуассона?
46. Что называется явлением ползучести и релаксации?
47. Какие свойства горных пород называются реологическими?
48. Назовите основные принципы составления реологических моделей.
49. Как подразделяют акустические (звуковые) волны по частоте и по характеру деформирования среды?
50. Какие скорости распространения звуковых волн Вы знаете?
51. Что такое акустическое сопротивление?
52. Что такое коэффициент поглощения?
53. Что называют коэффициентом поглощения и коэффициентом преломления?
54. Где в горном деле используют акустические свойства горных пород?
55. Что понимают под крепостью горных пород? Сколько категорий крепости Вам известно? Какие методы определения коэффициента крепости Вам известны? В чём сущность метода толчения для определения крепости?
56. Что называется контактной прочностью породы? Какие требования предъявляются к образцу породы при определении контактной прочности по методике ИГД им. А. А. Скочинского? Каков порядок определения контактной прочности? На сколько классов разделены породы по контактной прочности?
57. Что называется абразивностью породы? Какие группы методов определения абразивности Вы знаете? В чём сущность метода определения абразивности по методике ИГД им. А. А. Скочинского? Что принято за показатель абразивности породы? На сколько классов разделены породы по абразивности? Что такое абразивность трения и ударная абразивность?
58. Что характеризует дробимость породы? В чём сущность метода определения дробимости по методике ИГД им. А. А. Скочинского? На сколько классов распределены породы по дробимости?
59. Что такое сопротивляемость резанию? Как определяется сопротивляемость резанию прибором ДСК? Какие методы (приборы) для определения сопротивляемости резанию Вам ещё известны?

60. Что понимают под буримостью породы? Чем оценивается буримость пород? На сколько категорий делятся породы по буримости в классификации, приведенной в СНиП? Что понимают под показателем трудности бурения?

61. Что такое взрываемость пород и чем она характеризуется? Как классифицируют породы по взрываемости? 28. Что понимают под липкостью породы?

62. Что понимают под размокаемостью, набуханием породы?

63. Что понимают под сопротивлением копанию рыхлых и разрыхленных пород?

64. Что Вы знаете об использовании специальных горно-технологических свойств пород в практике горного дела?

65. Перечислите и дайте определения базовым параметрам тепловых свойств горных пород. Какие методы применяют для определения параметров тепловых свойств горных пород в лабораторных условиях? Укажите процессы горного дела, которые зависят от параметров тепловых свойств горных пород.

66. Перечислите виды воды в горных породах? Перечислите параметры, характеризующие физически связанную воду? Дайте определение естественной влажности горной породы? В чем проявляется статическое и динамическое воздействие воды на горные породы? Где применяют умение гидравлических свойств в практике горного дела?

67. Какова природа происхождения содержащихся в горном массиве газов? Как влияют содержащиеся в угольных пластах и породных слоях газы на процессы горного производства? Что называют газоемкостью горных пород, ее виды? Коэффициент газопроницаемости? Какими физико-химическими процессами обусловлена газоемкость горных пород?

68. Какой смысл удельного электрического сопротивления, относительной диэлектрической проницаемости горной породы?

69. Какой смысл относительной магнитной проницаемости горной породы? Можно ли разрушить горную породу электромагнитным полем? Как используют электромагнитные свойства горных пород при разведке месторождений?

70. Что называется радиоактивностью горных пород? Как классифицируются минералы по степени их радиоактивности? Какие параметры, характеризующие радиационные свойства пород Вам известны? Какие виды излучения имеют место при радиоактивном распаде? Какие методы применяются для определения радиоактивности горных пород? Что Вы знаете об относительных методах измерения радиоактивности горных пород? Что такое радиоактивность, приведенная к относительному содержанию урана?

71. Какие предположения существуют в механике сплошного деформированного тела?

72. Назовите масштабные уровни неоднородности горного массива.

73. Что такое сплошность, дискретность, слоистость неоднородность и анизотропия массива? Какие виды анизотропии Вы знаете?

74. Какие Вы знаете теории напряжений?

75. Какие Вы знаете тензоры?

76. При каких условиях возникают главные напряжения, их неравенства?



77. Какие Вы знаете виды деформаций, их связь с перемещениями?
78. В чем состоит закон Гука?
79. Какие виды напряженного состояния Вы знаете?
80. Что такое плоское напряженное состояние и плоская деформация, назовите примеры?
81. Чем отличаются дифференциальные уравнения равновесия в декартовых и полярных координатах?
82. Что определяют граничные условия в общем виде?
83. В чем суть уравнений совместности деформаций, их физический смысл?
84. Какие методы и средства применяют при определении механических свойств массива в натуральных условиях?
85. В чем состоит суть статистической обработки данных измерений параметров горных пород?
86. Что значит нетронутый горный массив, его напряженное состояние?
87. Как определяется его коэффициент бокового давления?
88. Как определяется коэффициент бокового давления в сыпучей породе?
89. В чем состоит суть теории анизотропных пластин и оболочек?
90. Почему нельзя использовать уравнения для плоского напряженного состояния и плоской деформации для горных массивов?
91. Какие основные уравнения для перемещений и деформаций используются в слоистых анизотропных пластинах и оболочках?
92. В чем состоит суть приближенной теории анизотропной пластины,
93. Чем отличаются механические характеристики слоистых массивов от однослойных?
94. В чем состоит суть, так называемых, приведенных механических характеристик слоистых анизотропных массивов?
95. Как влияет трещиноватость на напряженно-деформированное состояние массивов горных пород?
96. Как влияет ползучесть массива шахтного ствола на его напряженно-деформированное состояние?
97. Сформулируйте теоремы подобия, лежащие в основе моделирования физических явлений?
98. Сформулируйте условия геометрического, кинематического и динамического подобия механических систем.
99. На какой основе изготавливают эквивалентные материалы?
100. Изложите методику подбора эквивалентного материала на основе песчано-парафиновой смеси.
101. Изложите методику испытаний моделей из эквивалентных материалов.
102. Раскройте физические принципы, лежащие в основе центробежного моделирования.

### 4.3 Пример экзаменационного билета

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа высшего профессионального образования	<u>специалитет</u>
Специальность	<u>21.05.04 «Горное дело»</u>
Семестр	<u>4</u>
Специализация	<u>Электрификация и автоматизация горного производства</u>
Учебная дисциплина:	<u>Физика горных пород</u>

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Базовые параметры горных пород, их определение.
2. Оценка и определение ошибок при моделировании.
3. В начальный момент приложения нагрузки к образцу породы в нем возникли напряжения 85 МПа. Снижение напряжений через 30 суток составило 24 МПа. Определить период релаксации горной породы.

#### КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы и выставления экзаменационной оценки  
по дисциплине «Физика горных пород»

В каждом билете содержатся два теоретических вопроса (задания № 1, 2) и один пример решения задачи (3). Заданиям присваиваются 50, 20 и 30 баллов, сумма которых соответствует 100-бальной шкале.

При ответе на теоретическое задание оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма оценок за ответ на каждый вопрос.

Утверждено на заседании кафедры	<u>Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханика</u> (наименование кафедры полностью)	
Протокол	№	от
Зав. кафедрой		С. В. Борщевский
	(подпись)	(Ф.И.О.)
Экзаменатор		И. Ф. Марийчук
	(подпись)	(Ф.И.О.)

### 4.4 . Критерии оценивания

В каждом билете содержатся два теоретических вопроса (задания № 1, 2) и один пример решения задачи (3). Заданиям присваиваются 50, 20 и 30 баллов, сумма которых соответствует 100-бальной шкале.

При ответе на теоретическое задание оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются,

если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма оценок за ответ на каждый вопрос.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену для данного билета с неточностями при ответе, которые снижают 5, 7 и 10 баллов соответственно.

Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:  $100 - (6 + 7 + 12) = 75$  баллов.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ESTS.

#### **4.5. Пример текущего опроса на лабораторных занятиях**

1. Цель и задачи физики горных пород.
2. Базовые параметры горных пород.
3. Виды напряженного состояния горных пород.
4. Теории прочности горных пород.
5. Упругопластические свойства горных пород.
6. Основы построения паспорта прочности с использованием кругов Мора.
7. Плоское напряженное состояние и плоская деформация.
8. Объемное напряженное состояние.
9. Тензор напряжений и деформаций.
10. Акустические свойства горных пород.
11. Гидравлические свойства горных пород.
12. Термодинамические свойства горных пород.
13. Тепловые свойства горных пород.
14. Электромагнитные, газодинамические и радиационные свойства горных пород.
15. Горно-технологические параметры горных пород.
16. Основные численные методы исследований напряженно-деформированного состояния породного массива.
17. Сущность методов конечных разностей и элементов, вариационных методов.
18. Основные правила моделирования.
19. Геометрическое подобие.
20. Механическое подобие.
21. Метод эквивалентных материалов.
22. Метод центробежного моделирования

#### **4.6 Примерная тематика индивидуальных заданий**

Студенты заочной формы обучения, не выполнившие индивидуальное задание (контрольную работу), к экзамену не допускаются. Индивидуальное задание

(контрольная работа) студента-заочника оценивается «зачтено» или «не зачтено». Работа зачитывается при условии правильного выполнения всех заданий, возможно наличие некоторых неточностей. Если работа не зачтена, студент-заочник должен внимательно изучить рецензию, исправить допущенные ошибки в соответствии с замечаниями рецензента и сдать работу для повторной проверки. Индивидуальное задание (контрольная работа) студента заочника является только допуском к экзамену и на итоговую экзаменационную оценку не влияет.

Тематика индивидуальных занятий приведена в [2]. Защита проходит в форме собеседования. Контрольная работа сдается на проверку за неделю до экзамена.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам выполнения расчётов на лабораторных занятиях по индивидуальному варианту, во время контрольных опросов в ходе проведения лекционных и лабораторных занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

*При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составяющей частью учебно-методического комплекса дисциплины.*

## **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **I Основная литература**

1. Физика горных пород [Электронный ресурс] : [учебник для вузов] / Соболев Валерий Викторович, Стариков Александр Петрович ; В.В. Соболев, А.П. Стариков ; ГБУЗ "Нац. горн. ун-т". - 12 Мб. - Донецк: Донбасс, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Просмотрщик djvu-файлов.

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/20/cd9685.djvu>

2. Моделирование физических процессов в горном производстве [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 "Горное дело" / С. В. Борщевский [и др.] ; С.В. Борщевский, С.А. Калякин, К.Н. Лабинский и др. ; ГОУ ВПО "ДонНТУ". - 8 Мб. - Донецк: ГОУ ВПО "ДонНТУ", 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/cd4536.pdf>

### **II Дополнительная литература**

3. Физика горных пород [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов специальности 1-51 02 01 «Разработка месторождений полезных ископаемых» / А. А. Головач, Г. А. Куптель, А. И. Яцковец ; А.А. Головач, Г.А. Куптель, А.И. Яцковец; Белорус. нац. техн. ун-т, Каф. горных работ. - 1 Мб. - Минск : БНТУ, 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/20/cd9686.pdf>

4. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород подземных объектов угольных шахт: монография [Электронный ресурс] / С.В. Борщевский [и др.] : под общ. ред. С. В. Борщевского, И. Ф. Марийчука. – Донецк: ДОННТУ, 2017. – 275 с.

URL: <http://ed.donntu.org/books/17/cd7721.pdf>

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

1. Конспект лекций по курсу «Физика горных пород» (для студентов направлений подготовки 21.05.04 «Горное дело») [Электронный ресурс] / Сост. Марийчук И.Ф., Купенко И.В., Нефёдов В.Е.– Донецк: ДонНТУ, 2017.– 296 с.. (доступ через личный кабинет студента)

2. Методические указания к проведению практических (лабораторных) занятий и индивидуальных заданий (расчетно-графические работы) по нормативной учебной дисциплине цикла профессиональной и практической подготовки «Физика горных пород» [Электронный ресурс] / ГОУ ВПО "ДОННТУ", каф. Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханики : сост. И.Ф. Марийчук, В.Е. Нефедов.– ЛМБ.– Донецк: [ГОУ ВПО «ДОННТУ»], 2017.– 1 файл.– Систем. Требования: Acrobat Reader. (доступ из личного кабинета студента)

3. Моделирование физических процессов в горном производстве [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности 21.05.04 "Горное дело" / С. В. Борщевский [и др.] ; С.В. Борщевский, С.А. Калякин, К.Н. Лабинский и др. ; ГОУ ВПО "ДонНТУ". - 8 Мб. - Донецк : ГОУ ВПО "ДонНТУ", 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. (доступ через личный кабинет студента)

4. Напряженно-деформированное состояние массива горных пород подземных объектов угольных шахт: монография [Электронный ресурс] / С.В. Борщевский [и др.] : под общ. ред. С. В. Борщевского, И. Ф. Марийчука. – Донецк: ДОННТУ, 2017. – 275 с. (доступ через личный кабинет студента)

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>




## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №9.410, учебный корпус 9, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС – Ubuntu 14.04 Lts (бесплатная версия), OpenOffice 3.1.1 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

2. Специализированная учебная лаборатория кафедры геомеханики №2.011, учебный корпус №2, для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; сита лабораторные, весы (РН-10Ц13У); установка для определения категории абразивности горных пород, станок точильный (ЭТ-62); крепеукладчик; крепь арочная; станок токарный (ТВ16); тиски слесарные; пресс гидравлический (ПСУ-15); пресс гидравлический (ПСУ-10); прибор определения крепости пород (ПОК); прибор определения категории дробимости пород; датчик давления (ДСР-10); датчик давления с вакуумной резиной; шахтные самоспасатели, дробилка ДГ-200х125).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0/ Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3/ Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL

Составитель рабочей программы:  И.Ф. Марийчук  
(подпись)