

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО  
доцент Двойников М.В.**

---

**Проректор по образовательной  
деятельности  
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***ОСНОВЫ ПЕТРОФИЗИКИ И РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки</b>	21.03.01 Нефтегазовое дело
<b>Направленность (профиль)</b>	Бурение нефтяных и газовых скважин
<b>Квалификация выпускника:</b>	бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Нуцкова М.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Основы петрофизики и разрушения горных пород»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело», утвержденного приказом Минобрнауки России № 96 от 09.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «21.03.01 Нефтегазовое дело» направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Нуцкова М.В.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры бурения скважин от 20.01.2021 г., протокол №5.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доц. Двойников М.В.

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования,  
аккредитации и контроля качества  
образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического  
обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель – приобретение студентами базовых знаний об основных физико-механических свойствах горных пород и процессах их разрушения при бурении скважин для последующего использования при выборе методов, технологий и технических средств, обеспечивающих эффективное проведение буровых работ на все виды полезных ископаемых.

Основными задачами дисциплины являются:

- изучение физико-механических свойств горных пород, процессов их деформирования и разрушения при сооружении скважин;
- овладение методами исследования основных физико-механических свойств горных пород;
- формирование представлений о процессе разрушения горных пород в целом и о конкретных схемах взаимодействия породоразрушающего инструмента с забоем скважины;
- мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков в области разрушения горных пород при бурении скважин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Основы петрофизики и разрушения горных пород» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело», направленность (профиль) «Бурение нефтяных и газовых скважин» и изучается во 5 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы петрофизики и разрушения горных пород» являются дисциплины «Геология и литология», «Теоретическая механика», «Геология нефти и газа», «Основы нефтегазового дела», «Механика сплошной среды».

Дисциплина «Основы петрофизики и разрушения горных пород» является основополагающей для изучения дисциплин «Технология бурения нефтяных и газовых скважин», «Наклонно направленное бурение скважин», «Осложнения и аварии в бурении».

Особенностью дисциплины является комплексный подход к рассмотрению вопросов разрушения горных пород при бурении скважин при использовании различных породоразрушающих инструментов.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Основы петрофизики и разрушения горных пород» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1	УК-1.1. Знать: - методики поиска, сбора и обработки информации; - актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; - метод системного анализа УК-1.2. Уметь: - применять методики поиска, сбора и обработки информации; - осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; - применять системный подход для решения поставленных задач УК-1.3. Владеть: - методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; - методикой системного подхода для решения

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
		поставленных задач
Способность осуществлять и корректировать технологический процесс разрушения горных пород	ПКС-37	ПКС 37.1 Знать основные технологические аспекты процесса разрушения горных пород ПКС-37.2. Уметь анализировать техническое состояние инструмента для разрушения горных пород ПКС-37.3. Владеть навыками подбора оптимального инструмента для разрушения горных пород

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
Подготовка к лекциям	6	6
Подготовка к практическим занятиям	17	17
Подготовка к лабораторным занятиям	17	17
Аналитический информационный поиск	18	18
Работа в библиотеке	18	18
<b>Промежуточная аттестация - экзамен (Э)</b>	<b>36</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Общие сведения о разрушении горных пород при бурении скважин	29	8	1	6	14
Раздел 2. Теоретические основы механики разрушения горных пород	45	10	3	7	25

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 3. Основные принципы и закономерности механического разрушения горных пород при бурении	29	8	2	2	17
Раздел 4. Разрушение горных пород буровым инструментом	41	8	11	2	20
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>76</b>

#### 4.2.2.Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Общие сведения о разрушении горных пород при бурении скважин.	Способы разрушения горных пород. Общие сведения о горных породах. Основные физико-механические свойства горных пород. Твердость минералов и горных пород. Изнашивание буровых инструментов и абразивность горных пород. Классификация и описание горных пород для выбора типа долот.	8
2	Теоретические основы механики разрушения горных пород	Методы изучения механических процессов. Основы механики разрушения твердых тел. Напряжения и деформации. Основные параметры процесса разрушения горных пород. Влияние формы внедряемого индентора на процессы деформирования и разрушения горной породы. Влияние касательной нагрузки на напряженное состояние горной породы при осевом внедрении инденторов. Влияние скорости и интенсивности приложения нагрузки на процесс разрушения горных пород. Особенности разрушения инденторами анизотропных горных пород. Динамическое разрушение горных пород. Условия, определяющие состояние горных пород в процессе их разрушения при бурении. Некоторые особенности деформирования и разрушения реальных твердых тел. Энергетические законы разрушения твердых тел. Основы механики хрупкого разрушения пород.	10

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
3	Основные принципы и закономерности механического разрушения горных пород при бурении	Общая характеристика механических способов разрушения горных пород при бурении скважин. Основные схемы взаимодействия породоразрушающего инструмента с горной породой при бурении. Разрушение горных пород при бурении. Основные принципы и закономерности разрушения горных пород при бурении. Термическое разрушение горных пород. Буримость горных пород. Основные закономерности изнашивания бурового инструмента. Экономическая оценка эффективности разрушения горных пород при бурении.	8
4	Разрушение горных пород буровым инструментом	Разрушение горных пород буровым инструментом. Классификация породоразрушающего инструмента. Инструмент для сплошного бурения. Инструмент для колонкового бурения. Специальный породоразрушающий инструмент. Удаление продуктов разрушения с забоя буримой скважины.	8
<b>Всего:</b>			<b>34</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
<b>II семестр</b>			
1	Раздел 2	Определение механических свойств горных пород по диаграммам деформации	2
2	Раздел 1,3	Разграничение геологических разрезов на интервалы одинаковой буримости	2
3	Раздел 2,3	Определение оптимальных условий разрушения твердой горной породы при бурении	2
4	Раздел 4	Изучение конструкций и классификаций шарошечных долот для бурения сплошным забоем	2
5	Раздел 4	Классификация алмазных и твердосплавных долот для бурения сплошным забоем	2
6	Раздел 4	Классификация породоразрушающего инструмента для колонкового бурения	2
7	Раздел 4	Изучение и кодирование износа отработанных долот	2
8	Раздел 4	Изучение конструкций двух- трехлопастных, пикообразных, лопастных истирающе-режущих, ступенчатых долот	3
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 3,4	Экспериментальное определение оптимальных условий разрушения твердой горной породы при бурении твердосплавной коронкой типа СА	4
2	Раздел 2	Экспериментальная проверка формулы затрат мощности на разрушение твердых горных пород	2

3	Раздел 2	Определение статической твердости и связанных с ней механических свойств горных пород с помощью экспериментальной установки УМГП-3 по методу Л.А. Шрейнера	5
4	Раздел 1	Определение категории горных пород по буримости с помощью прибора «ВИТР-ОТ»	2
5	Раздел 1	Определение абразивности горных пород по методу Л.И. Барона и А.В. Кузнецова	2
6	Раздел 1	Определение категории горных пород по буримости на основе объединенного значения динамической прочности и абразивности пород	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Лабораторные работы.** Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. *Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости***

#### **Раздел 1 «Общие сведения о разрушении горных пород при бурении скважин»**

1. Методы, процессы и механизм разрушения горных пород
2. Кристаллическая структура горных пород
3. Силы связи между компонентами горной породы
4. Мерзлые породы
5. Реологические модели для исследования поведения горных пород при деформировании
6. Паспорт прочности горной породы
7. Графики линейного деформирования и изменения объема образца
8. Твердость минералов и горных пород
9. Оценка буримости горных пород физическими дистанционными методами
10. Классификация и описание горных пород для выбора типа долот

#### **Раздел 2 «Теоретические основы механики разрушения горных пород»**

1. Теоретическая прочность твердых тел
2. Теория разрушения твердых тел А. Гриффитса
3. Понижение прочности твердых тел физико-химическими методами
4. Теория эффективных растягивающих напряжений
5. Влияние формы внедряемого индентора на процессы деформирования и разрушения горной породы
6. Влияние касательной нагрузки на напряженное состояние горной породы при осевом внедрении инденторов
7. Влияние скорости и интенсивности приложения нагрузки на процесс разрушения горных пород
8. Особенности разрушения инденторами анизотропных горных пород
9. Динамическое разрушение горных пород
10. Условия, определяющие состояние горных пород в процессе их разрушения при бурении

#### **Раздел 3 «Основные принципы и закономерности механического разрушения горных пород при бурении»**

1. Общая характеристика механических способов разрушения горных пород при бурении скважин
2. Вращательное бурение
3. Ударное, вибрационное, шароструйное бурение
4. Комбинированное (с вращательным) механическое разрушение горных пород
5. Основные принципы и закономерности разрушения горных пород при бурении
6. Режимы разрушения породы
7. Формирование зоны предразрушения при механическом разрушении горных пород
8. Особенности формирования стволов скважин при бурении
9. Основы динамики работы бурового инструмента
10. Экономическая оценка эффективности бурения

#### **Раздел 4 «Разрушение горных пород буровым инструментом»**

1. Разрушение горных пород буровым инструментом с режущими кромками из твердого сплава.
2. Разрушение горных пород буровым инструментом с режущими кромками из композиционных алмазосодержащих и поликристаллических алмазов
3. Разрушение горных пород алмазным буровым инструментом
4. Разрушение горных пород шарошечными долотами
5. Удаление продуктов разрушения с забоя буримой скважины



## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):**

#### **Раздел 1 «Общие сведения о разрушении горных пород при бурении скважин»**

1. Назовите основные методы разрушения горных пород
2. Какова основа механизма разрушения пород при физико-механическом воздействии на них?
3. Дайте определение горным породам-коллекторам. Назовите виды пород-коллекторов.
4. Дайте определение проницаемости горных пород.
5. Понятие о строении и структуре горных пород различного происхождения.
6. Дайте определение текстуры и анизотропии горных пород.
7. Дайте определение горной породе как физическому объекту.
8. Назовите виды пороодообразующих связей в горных породах, определяющие их сопротивляемость деформированию и разрушению.
9. Дайте характеристику мерзлых горных пород.
10. Дайте определение напряжения. Возможные виды напряжений.
11. Назовите основные виды и показатели деформации горных пород.
12. Дайте определение пределам прочности горных пород при сжатии, растяжении, изгибе и назовите их соотношение.
13. Дайте определение критерию прочности Ш. Кулона.
14. В чем существо теории прочности О. Мора? Паспорт прочности горных пород.
15. Назовите основные теории прочности, объясняющие процесс разрушения горных пород.
16. Какие существуют способы вскрытия продуктивного пласта в зависимости от горно-геологических условий?
17. Что такое анизотропия горных пород и каковы особенности определения твердости анизотропных горных пород?
18. Дайте определение абразивности горных пород, назовите методы определения абразивности горных пород и изнашиваемости бурового инструмента.
19. Какова методика определения абразивности горных пород по изнашиванию свинцовых шариков (дробин) и стального стержня?
20. Назовите группы горных пород по твердости и абразивности, принятые для маркировки долот в соответствии с ГОСТ 20692–75.

#### **Раздел 2 «Теоретические основы механики разрушения горных пород»**

1. Дайте определение твердости горных пород и назовите методы её определения. Классификация горных пород по твердости.
2. Назовите основные параметры свойств горных пород, определяемые при испытании горных пород на твердость по методике проф. Л. А. Шрейнера.
3. Что такое удельная контактная работа разрушения горных пород при вдавливании индентора?
4. Каково влияние воды и водного раствора с поверхностно-активными веществами (ПАВ) на твердость горных пород?
5. Как влияет диаметр индентора на твердость и удельную контактную работу разрушения горных пород?
6. В чем особенности механизма разрушения горных пород при вдавливании нескольких инденторов?
7. Объясните механизм силового взаимодействия между атомами твердого тела и механизмы упругого и пластического деформирования горных пород.
8. В чем различие теоретической и фактической прочности твердых тел и роль дефектов при деформировании и разрушении твердых тел?
9. Сущность теории А. Гриффитса, её место и роль в теории разрушения твердых тел и горных пород.
10. Сущность теории П. А. Ребиндера об адсорбционном понижении прочности твердых тел. Каков механизм разупрочнения горной породы?

11. Объясните механизм формирования растягивающих напряжений при деформировании сжатия горных пород.
12. Напряжения в упругом материале под действием сосредоточенной силы. Положения теории Буссинеска.
13. Дайте определение механической прочности твердых тел, контактных давления и напряжений, энергоемкости разрушения горных пород.
14. Дайте определение теоретическим основам и изложите механизм разрушения горной породы цилиндрическим индентором с плоским торцом.
15. Дайте определение теоретическим основам и изложите механизм разрушения горных пород при внедрении шарового индентора.
16. Дайте определение теоретическим основам и изложите механизм разрушения горных пород при вдавливании пирамидального и клиновидного инденторов.
17. Каковы основные аспекты влияния касательной нагрузки на напряженное состояние горных пород.
18. В чем проявляется влияние скорости приложения нагрузки на процесс деформирования и разрушения горных пород?
19. Назовите особенности процессов деформирования и разрушения анизотропных горных пород при внедрении индентора.
20. Назовите основные закономерности процесса динамического разрушения горных пород.
21. Каков механизм разрушения горных пород при динамическом внедрении инденторов?
22. Как влияет возможный предел энергии удара и формы инденторов на эффективность разрушения горных пород?
23. В чем особенности механизма разрушения горных пород несимметричным нагружением инденторов?
24. Каково влияние горного давления на разрушение горных пород при бурении?
25. Каково влияние гидростатического давления на разрушение горных пород при бурении плотных и пористых горных пород?
26. Роль дифференциального давления при разрушении горных пород при бурении.
27. Каков механизм влияния величины пластового давления на процесс разрушения горных пород?
28. В чем суть технологии бурения на депрессии?
29. Какие существуют методы изучения механических процессов?
30. Какова связь между напряжениями и деформациями.
31. В чем заключаются особенности деформирования и разрушения реальных твердых тел?
32. В чем суть энергетических законов разрушения твердых тел?
33. В чем суть механики хрупкого разрушения пород?

### **Раздел 3 «Основные принципы и закономерности механического разрушения горных пород при бурении»**

1. Назовите основные механические способы разрушения горных пород при бурении.
2. Опишите основные схемы взаимодействия породоразрушающего инструмента с горной породой при бурении.
3. В чем заключаются основные принципы и закономерности разрушения горных пород при бурении?
4. Назовите известные варианты вращательного способа бурения скважин в зависимости от вида бурового инструмента.
5. Назовите варианты способов бурения с наложением на инструмент ударных импульсов.
6. Назовите основные материалы, используемые при изготовлении породоразрушающих элементов буровых инструментов – коронок и долот.
7. Сформулируйте основную зависимость механической скорости бурения от площади забоя скважины, энергоемкости и затрат мощности для разрушения породы.
8. Назовите основные пути интенсификации процесса разрушения горных пород при бурении.

9. Каким образом влияет площадь забоя скважины на эффективность разрушения горной породы при бурении?
10. Каково влияние удельного контактного давления на процесс разрушения горной породы при бурении?
11. В чем механизм поверхностного, усталостного и объемного разрушения горной породы при бурении?
12. Какова основная зависимость глубины разрушения горной породы резцами и механической скорости бурения от частоты вращения бурового инструмента?
13. Какова связь крутящего момента на забое с частотой вращения, осевым усилием на инструмент и углублением инструмента в породу за один оборот вращения на забое?
14. В чем состоит влияние подачи промывочной жидкости на механическую скорость бурения и затраты мощности на бурение?
15. Назовите причины и основные закономерности формирования зоны предразрушения при механических способах разрушения горных пород.
16. Опишите технологию и процесс термического разрушения горных пород.
17. Что такое буримость горных пород?
18. В чем заключаются основные закономерности изнашивания бурового инструмента?
19. Как проводится экономическая оценка эффективности разрушения горных пород при бурении?

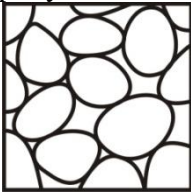
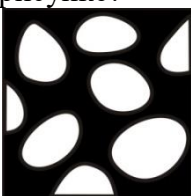
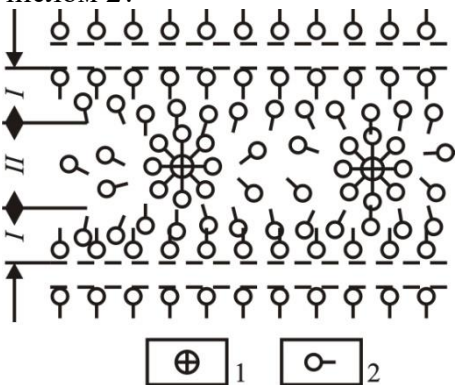
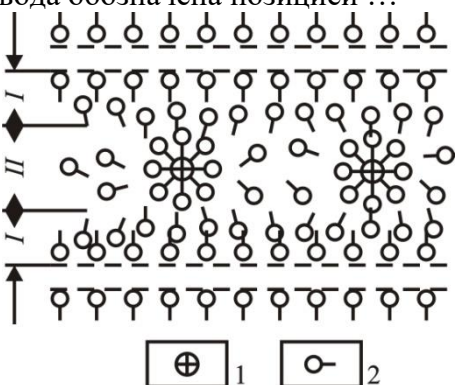
#### **Раздел 4 «Разрушение горных пород буровым инструментом»**

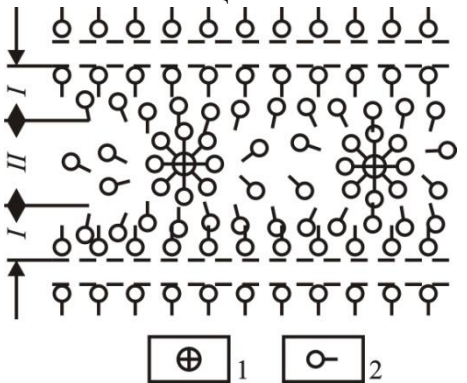
1. Каковы область применения и назначение инструмента с резцами из твердого сплава?
2. В чем заключается механизм разрушения горной породы инструментом с резцами из твердого сплава?
3. От каких параметров зависит глубина внедрения в породу резца из твердого сплава?
4. В чем заключается влияние параметров режима бурения и геометрии резцов на механическую скорость бурения?
5. В чем заключается изнашивание резцов из твердого сплава и каковы рациональные параметры режима бурения инструментом с резцами из твердого сплава?
6. Каковы назначение и область применения буровых инструментов из композиционных алмазосодержащих и поликристаллических алмазов?
7. Опишите вооружение, механизм разрушения и параметры режима бурения инструментами с резцами из поликристаллических алмазов.
8. Каковы назначение, основные параметры конструкции, виды алмазного бурового инструмента?
9. Каков характер разрушения горной породы алмазными резцами?
10. Опишите основные аспекты механизма разрушения горных пород алмазными резцами различной геометрической формы: необработанным, овализованным и полированным алмазами.
11. Опишите механизм углубления забоя скважины при бурении алмазным буровым инструментом.
12. Какова связь механической скорости бурения с коэффициентом сопротивления вращению алмазного инструмента при бурении?
13. Объясните причины и дайте характеристику динамических нагрузок на алмазные резцы при бурении горных пород, в том числе трещиноватых.
14. В чем заключается влияние выпуска алмазов из матрицы на эффективность бурения?
15. Каковы способы задания необходимого выпуска алмазов из матрицы?
16. Каково влияние сил трения на процесс бурения алмазным инструментом?
17. Каков температурный режим работы алмазного бурового инструмента?
18. Каковы механизм заполирования алмазного инструмента, влияние заполирования инструмента на процесс бурения и способы устранения заполирования бурового инструмента?
19. Каковы принципы выбора оптимальных параметров режима алмазного бурения?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### 1 вариант

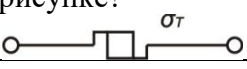
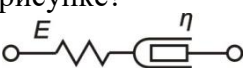
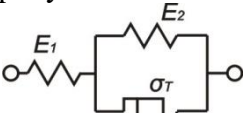
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Какую долю осадочных горных пород составляют обломочные?	<ol style="list-style-type: none"> <li>25%</li> <li>21%</li> <li>54%</li> <li>Они не относятся к осадочным горным породам</li> </ol>
2.	Пример полиминеральной горной породы	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ангидрит</li> <li>Гипс</li> <li>Кварц</li> <li>Глина</li> </ol>
3.	Особенности строения, обусловленные взаимным пространственным расположением кристаллитов или обломков – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>Структура</li> <li>Текстура</li> <li>Сланцеватость</li> <li>Слоистость</li> </ol>
4.	К какой категории по сплошности относится массив горной породы, если в него может проникать только маловязкая дисперсионная среда?	<ol style="list-style-type: none"> <li>К первой</li> <li>К второй</li> <li>К третьей</li> <li>К четвертой</li> </ol>
5.	Какой из цементов горных пород наиболее прочный?	<ol style="list-style-type: none"> <li>Железистый</li> <li>Карбонатный</li> <li>Битуминозный</li> <li>Сульфатный</li> </ol>
6.	Пленочный цемент	<ol style="list-style-type: none"> <li>отлагается в местах контактов обломков</li> <li>каждый обломок окружен пленкой цементирующего вещества</li> <li>цементирующее вещество заполняет поры между обломками</li> <li>обломки породы как бы погружены в цементирующее вещество и не контактируют друг с другом</li> </ol>
7.	Поровый цемент	

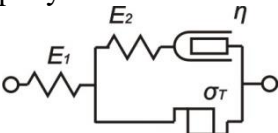
8.	<p>Какой тип цемента изображен на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Базальный</li> <li>2. Пленочный</li> <li>3. Поровый</li> <li>4. Контактный</li> </ol>
9.	<p>Какой тип цемента изображен на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Базальный</li> <li>2. Пленочный</li> <li>3. Поровый</li> <li>4. Контактный</li> </ol>
10.	<p>К какому типу относится цемент, если цементирующее вещество заполняет поры между обломками?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Базальный</li> <li>2. Пленочный</li> <li>3. Поровый</li> <li>4. Контактный</li> </ol>
11.	<p>На схеме взаимодействия глинистых частиц что обозначено числом 2?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Физически связанная вода</li> <li>2. Молекула воды</li> <li>3. Катион</li> <li>4. Диффузный слой</li> </ol>
12.	<p>На рисунке физически связанная вода обозначена позицией ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1</li> <li>2. 2</li> <li>3. I</li> <li>4. II</li> </ol>

13.	<p>На рисунке диффузный слой обозначен позицией ...</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1</li> <li>2. 2</li> <li>3. I</li> <li>4. II</li> </ol>
14.	<p>Какие физико-химические параметры характеризуют обратимое воздействие физических полей на породу?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потери на фазовые переходы</li> <li>2. Электромагнитные смещения</li> <li>3. Переходные</li> <li>4. Электропроводность</li> </ol>
15.	<p>Прочностные свойства характеризуют ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обратимое воздействие физических полей на породу.</li> <li>2. необратимое воздействие физических полей на породу.</li> <li>3. способность горной породы воздействовать на физическое поле – передавать энергию</li> <li>4. способность горной породы воздействовать на физическое поле – поглощать энергию</li> </ol>
16.	<p>Какие физико-химические параметры характеризуют способность горной породы воздействовать на физическое поле – передавать энергию?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплопроводность</li> <li>2. Пластичность</li> <li>3. Прочностные</li> <li>4. Упругие</li> </ol>
17.	<p>Электропроводность характеризует ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. обратимое воздействие физических полей на породу.</li> <li>2. необратимое воздействие физических полей на породу.</li> <li>3. способность горной породы воздействовать на физическое поле – передавать энергию</li> <li>4. способность горной породы воздействовать на физическое поле – поглощать энергию</li> </ol>
18.	<p>Какие физико-химические параметры характеризуют способность горной породы воздействовать на физическое поле – поглощать энергию?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потери на фазовые переходы</li> <li>2. Электромагнитные смещения</li> <li>3. Переходные</li> <li>4. Электропроводность</li> </ol>
19.	<p>Упругие свойства горных пород характеризуют связь между напряжениями и ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необратимыми разрушающими деформациями</li> <li>2. Необратимыми пластическими деформациями во времени</li> <li>3. Упругими (обратимыми) деформациями</li> <li>4. Воздействием определенного инструмента или технологического процесса с разрушающими деформациями</li> </ol>

20.	Технологические свойства горных пород характеризуют связь между напряжениями и ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Необратимыми разрушающими деформациями</li> <li>2. Необратимыми пластическими деформациями во времени</li> <li>3. Упругими (обратимыми) деформациями</li> <li>4. Воздействием определенного инструмента или технологического процесса с разрушающими деформациями</li> </ol>
-----	--	--

## 2 вариант

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Величина, обратная силе тока, проходящего через единицу площади поперечного сечения образца при напряженности электрического поля в образце, равной 1 В/м	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная диэлектрическая проницаемость</li> <li>2. Удельное электрическое сопротивление</li> <li>3. Удельная теплоемкость</li> <li>4. Коэффициент теплопроводности</li> </ol>
2.	Критическое значение одноосного сжатия, при котором происходит разрушение породы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предел прочности на сжатие</li> <li>2. Модуль Юнга</li> <li>3. Коэффициент Пуассона</li> <li>4. Предел прочности на растяжение</li> </ol>
3.	Количество тепла, необходимое для повышения температуры 1 кг вещества на 1 К	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная диэлектрическая проницаемость</li> <li>2. Удельное электрическое сопротивление</li> <li>3. Удельная теплоемкость</li> <li>4. Коэффициент теплопроводности</li> </ol>
4.	Коэффициент пропорциональности между давлением $P\sigma$ в случае равномерного трехосного сжатия породы и относительным изменением объема $\Delta V/V$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуль упругости</li> <li>2. Модуль сдвига</li> <li>3. Модуль объемного (всестороннего) сжатия</li> <li>4. Модуль одностороннего сжатия (для рыхлых пород)</li> </ol>
5.	Какая реологическая модель сплошной среды изображена на рисунке? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 – линейноупругая (тело Гука)</li> <li>2 – вязкая (тело Ньютона)</li> <li>3 – жесткопластичная (тело Сен-Венана)</li> <li>4 – упругопластичная</li> </ol>
6.	Какая реологическая модель сплошной среды изображена на рисунке? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 – вязкопластичная (тело Бингама)</li> <li>2 – упруговязкая с запаздывающей упругостью (тело Кельвина-Фойгта)</li> <li>3 – упруговязкая релаксирующая (тело Максвелла)</li> <li>4 – сложная упруговязкая (ползучая) (тело Ишлинского)</li> </ol>
7.	Какая реологическая модель сплошной среды изображена на рисунке? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - сложная упругопластичная</li> <li>2 - сложная вязкопластичная</li> <li>3 - вязкоупруго-пластичная</li> <li>4 – сложная вязкоупругопластичная (тело Шведова).</li> </ol>

8.	<p>Какая реологическая модель сплошной среды изображена на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 - сложная упругопластичная</li> <li>2 - сложная вязкопластичная</li> <li>3 - вязкоупруго-пластичная</li> <li>4 – сложная вязкоупругопластичная (тело Шведова).</li> </ol>
9.	<p>Прочность, определяющая уровень сохранившейся несущей способности разрушенного материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Длительная прочность</li> <li>2. Остаточная прочность</li> <li>3. Теоретическая прочность</li> <li>4. Статическая прочность</li> </ol>
10.	<p>Остаточная прочность – это ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. прочность, определяемая при кратковременной нагрузке, приложенной с постоянной скоростью.</li> <li>2. прочность, определяющая уровень сохранившейся несущей способности разрушенного материала.</li> <li>3. прочность, определяющая уровень сохранившейся несущей способности разрушенного материала.</li> <li>4. прочность, соответствующая длительным нагрузкам</li> </ol>
11.	<p>Коэффициент пластичности <math>K_p</math> для пород осадочной толщи (известняки, песчаники, доломиты и др.)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_p = 1</math></li> <li>2. <math>1 &lt; K_p &lt; 6</math></li> <li>3. <math>K_p &gt; 6</math></li> <li>4. <math>K_p \rightarrow \infty</math></li> </ol>
12.	<p>По Л.А. Шрейнеру характеризуются соотношением <math>K_p &gt; 6</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. породы осадочной толщи</li> <li>2. хрупкие горные породы</li> <li>3. глины и некоторые соли</li> <li>4. глинистые сланцы</li> </ol>
13.	<p>Коэффициент пластичности <math>K_p</math> для глин и некоторых солей</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>K_p = 1</math></li> <li>2. <math>1 &lt; K_p &lt; 6</math></li> <li>3. <math>K_p &gt; 6</math></li> <li>4. <math>K_p \rightarrow \infty</math></li> </ol>
14.	<p>Какие породы характеризуются тем, что при вдавливании штампа происходят вначале упругие, а затем пластические деформации, завершающиеся мгновенным разрушением породы под штампом, по внешнему виду напоминающих хрупкое разрушение</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мрамор</li> <li>2. Гранит</li> <li>3. Каменная соль</li> <li>4. Пемза</li> </ol>

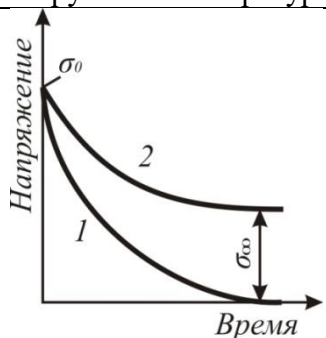


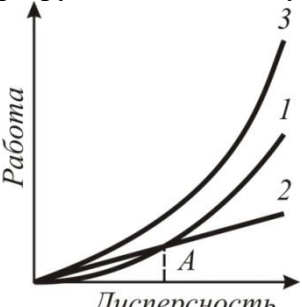
15.	Прочность это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойство горных пород, которое определяется величиной критических напряжений, при которых происходит их разрушение.</li> <li>2. медленная непрерывная пластическая деформация горных пород под воздействием постоянной нагрузки или механических напряжений.</li> <li>3. способность горной породы необратимо поглощать энергию в процессе деформирования.</li> <li>4. способность горных пород сопротивляться внедрению в них другого более твердого тела.</li> </ol>
16.	Реологические свойства – это ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойство горных пород, которое характеризует изменение во времени деформаций горных пород при постоянном напряжении либо изменение напряжений при постоянной деформации.</li> <li>2. способность горной породы изнашивать (разрушать) контактирующий с ней породоразрушающий инструмент.</li> <li>3. изменение во времени поля напряжения образца горной породы или горного массива в условиях, препятствующих изменению деформаций.</li> <li>4. структурное состояние горных пород с точки зрения степени пригодности внутрискрутурных нарушений для передачи внутрь породы давления внешней жидкостной или газовой среды.</li> </ol>
17.	Способность горной породы необратимо поглощать энергию в процессе деформирования	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вязкость</li> <li>2. Ползучесть</li> <li>3. Твердость</li> <li>4. Прочность</li> </ol>
18.	Твердость – это...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойство горных пород, которое определяется величиной критических напряжений, при которых происходит их разрушение.</li> <li>2. медленная непрерывная пластическая деформация горных пород под воздействием постоянной нагрузки или механических напряжений.</li> <li>3. способность горной породы необратимо поглощать энергию в процессе деформирования.</li> <li>4. способность горных пород сопротивляться внедрению в них другого более твердого тела.</li> </ol>

19.	Свойство горных пород, которое характеризует изменение во времени деформаций горных пород при постоянном напряжении либо изменение напряжений при постоянной деформации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абразивность</li> <li>2. Реологические свойства</li> <li>3. Сплошность</li> <li>4. Релаксация напряжений</li> </ol>
20.	Структурное состояние горных пород с точки зрения степени пригодности внутрискрутурных нарушений для передачи внутрь породы давления внешней жидкостной или газовой среды	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Абразивность</li> <li>2. Реологические свойства</li> <li>3. Сплошность</li> <li>4. Релаксация напряжений</li> </ol>

### 3 вариант

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Различие значений свойств (деформационных, электрических, тепловых, магнитных, оптических и других) горных породах по разным направлениям.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изотропия</li> <li>2. Анизотропия</li> <li>3. Упругость</li> <li>4. Аллотропия</li> </ol>
2.	Сколько категорий пород по буримости в классификации для вращательного бурения шнеками?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6</li> <li>2. 7</li> <li>3. 8</li> <li>4. 12</li> </ol>
3.	Кольцевая трещина возникает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в экстремальной зоне, примыкающей снаружи к контуру штампа, при некоторой нагрузке на штамп.</li> <li>2. когда возникает отрыв породы по консоли вокруг внешнего контура</li> <li>3. когда упругие деформации переходят в пластические</li> <li>4. когда штамп погружается</li> </ol>
4.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Первый механизм разрушения горной породы при бурении</li> <li>2. Второй механизм разрушения горной породы при бурении</li> <li>3. Методика определения твердости горной породы по Л.А. Шрейнеру</li> <li>4. Методика определения твердости горной породы по Е.Ф. Эпштейну</li> </ol>
5.	Сколько категорий пород по буримости в классификации для ручного ударно-вращательного бурения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 6</li> <li>2. 7</li> <li>3. 8</li> <li>4. 12</li> </ol>

6.	Упругие свойства твердого тела характеризуются однозначно двумя независимыми показателями: модулем деформации $E$ и коэффициентом поперечного расширения $\mu$ . Это - ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. условие Треска - Сен-Венана</li> <li>2. теория Мариотта</li> <li>3. обобщенный закон Гука</li> <li>4. условие Мизеса</li> </ol>
7.	Теория наибольших деформаций - нарушение прочности определяется максимальным удлинением материала.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условие Треска - Сен-Венана</li> <li>2. Теория Мариотта</li> <li>3. Обобщенный закон Гука</li> <li>4. Условие Мизеса</li> </ol>
8.	Материал разрушится или неограниченно деформируется, если касательное напряжение в плоскости разрушения достигнет критической величины.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теория Галилея или классическая теория прочности</li> <li>2. Теория Кулона</li> <li>3. Теория Мора</li> <li>4. Теория Губер-Мизеса-Генки</li> </ol>
9.	Условие, когда состояние пластичности наступает тогда, когда удельная упругая энергия формоизменения достигает определенной величины, характерной для материала данного вида.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\max(\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3) &lt; \epsilon_b</math></li> <li>2. <math>2 \tau_2  =  \sigma_1 - \sigma_3  = \sigma_s</math></li> <li>3. <math>\max(\tau_n -  \sigma_n  \cdot \operatorname{tg}\varphi) &lt; k</math></li> <li>4. <math>U_\phi = \sigma_i^2 / 6G</math></li> </ol>
10.	Теория максимального касательного напряжения - описывает течения и скольжения кристаллических зерен ряда пород.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\max(\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3) &lt; \epsilon_b</math></li> <li>2. <math>\max(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) &lt; \sigma_b</math></li> <li>3. <math>\max(\tau_n -  \sigma_n  \cdot \operatorname{tg}\varphi) &lt; k</math></li> <li>4. <math>\max[W - \sigma_2 s / 6G] &lt; 0</math></li> </ol>
11.	Термофлуктуационная теория прочности, которая устанавливает зависимость прочности от длительности воздействия нагрузки и температуры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>t = t_0 \cdot \exp[(u_0 - \sigma V) / kT]</math></li> <li>2. <math>\max[\tau_n - f(\sigma_n)] &lt; 0</math></li> <li>3. <math>\max(\tau_n -  \sigma_n  \cdot \operatorname{tg}\varphi) &lt; k</math></li> <li>4. <math>\max[W - \sigma_2 s / 6G] &lt; 0</math></li> </ol>
12.		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ползучесть</li> <li>2. Упругий гистерезис</li> <li>3. Релаксация напряжений</li> <li>4. Упругое последствие</li> </ol>
13.	Модуль деформации	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>E = \sigma / \epsilon</math>,</li> <li>2. <math>\mu = \epsilon_{\text{поп}} / \epsilon_{\text{пр}}</math>,</li> <li>3. <math>G = \tau / \chi</math>,</li> <li>4. <math>K = \rho_0 / \epsilon_0</math></li> </ol>
14.	Модуль объемного сжатия	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>E = \sigma / \epsilon</math>,</li> <li>2. <math>\mu = \epsilon_{\text{поп}} / \epsilon_{\text{пр}}</math>,</li> <li>3. <math>G = \tau / \chi</math>,</li> <li>4. <math>K = \rho_0 / \epsilon_0</math></li> </ol>

15.	Что можно определить через одно из следующих выражений? $\dots = E/2(1 + \mu)$ Или $\dots = (9K - E)/3EK$	1. Модуль Юнга 2. Коэффициент Пуассона 3. Модуль сдвига 4. Модуль объемного сжатия
16.	Пластическое тело, сопротивляющееся пластической деформации не только за счет предела текучести, но и за счет пластической вязкости.	1. Тело Бингама 2. Тело Ньютона 3. Тело Гука 1. Тело Максвелла
17.	В каком случае твердое тело ведет себя как тело Гука?	1. При медленной деформации 2. Всегда 3. При быстрой деформации 4. Никогда
18.	Уравнением $\tau = G\chi + \eta(d\chi/dt)$ описывается модель упруго-вязкого тела. Какая это модель?	1. Тело Кельвина-Фойгта 2. Комбинация тела Гука и тела Ньютона 3. Тело Максвелла 4. Тело Бингама
19.	Уровень, при котором происходит разрушение в куске горной породы с образованием отдельных трещин.	1. Субмикроскопический 2. Микроскопический 3. Субмакроскопический 4. Макроскопический
20.	Кривая 1 представляет собой зависимость работы разрушения от дисперсности продуктов разрушения по закону 	1 – П.И. Ребиндера 2 – П.Р. Риттингера 3 – В.Л. Кирпичева 4 – Л.А. Шрейнера

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Нуцкова М.В. Основы петрофизики и разрушения горных пород / М.В.Нуцкова, П.А.Блинов, М.В.Двойников. - СПб. : Лема, 2018. - 120 с. - Библиогр.: с. 118-120 (35 назв.). - ISBN 978-5-94211-833-4

2. Нескоромных, В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин : учеб. пособие. — М. : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. — 337 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/5766](http://www.dx.doi.org/10.12737/5766). - ISBN 978-5-16-009729-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013461>

3. Нескоромных, В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Нескоромных. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 336 с. - ISBN 978-5-7638-3044-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/505806>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Кудряшов, Борис Борисович. Бурение скважин в условиях изменения агрегатного состояния горных пород. - Л. : Недра. Ленингр. отд-ние, 1991. - 295 с. : ил., табл. - Библиогр.:

с.290-293 (81 назв.). - Для специалистов. - ISBN 5-247-00670-4 (УДК 622.243:622.248.3(075.8) Б 155175)

2. Нескоромных В.В. Направленное бурение и основы кернометрии : учебник / В.В.Нескоромных. - 2-е изд. - М. [и др.] : ИНФРА-М [и др.], 2015. - 336 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009987-3 (УДК 622.24(075.8) Б 161385 Н 552)

3. Шведов, И. М. Физика горных пород : механические свойства горных пород : курс лекций / И. М. Шведов. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. - 122 с. - ISBN 978-5-907061-27-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222156>

4. Янченко, Г. А. Физика горных пород. Плотностные свойства горных пород и факторы, их определяющие : учебное пособие / Г. А. Янченко. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. - 142 с. - ISBN 978-5-906953-86-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222612>

5. Подземная геотехнология : учеб. пособие / А.Н. Анушенков, Б.А. Ахпашев, Е.П.Волков [и др.].— Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. - 304 с. - ISBN 978-5-7638-3725-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1032099>

6. Норель, Б.К. Энергетические и временные характеристики предельного состояния горных пород : монография / Норель Б. К., Петров Ю. В., Селютина Н. С. - 2-е изд. — Санкт-Петербург : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2019. — 132 с.. - ISBN 978-5-288-05918-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054134>

7. Мороз, А. И. Самонапряженное состояние горных пород / Мороз А.И. - Москва :МГГУ, 2004. - 288 с.:. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/999728>

8. Несмеянов, Б.В. Прочность пород по естественным поверхностям ослабления : монография / Б. В. Несмеянов, Ю. Б. Несмеянова. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2014. - 107 с. - ISBN 978-5-87623-827-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1222120>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Основы петрофизики и разрушения горных пород: Методические указания к лабораторным работам / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост. Нуцкова М.В., Блинов П.А., Цыгельнюк Е.Ю.. СПб, 2018. 43 с.

[https://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp\\_1544128385.pdf](https://ior.spmi.ru/system/files/lp/lp_1544128385.pdf)

2. «Основы петрофизики и разрушения горных пород» Методические указания к практическим занятиям. [https://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr\\_1544191668.pdf](https://ior.spmi.ru/system/files/pr/pr_1544191668.pdf)

3. «Основы петрофизики и разрушения горных пород» Методические указания к самостоятельной работе. [https://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs\\_1544213366.pdf](https://ior.spmi.ru/system/files/srs/srs_1544213366.pdf)

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com>

2. Электронно-библиотечная система Znanium.com - <https://znanium.com>

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru>

4. Электронно-библиотечная система «Библиокомплектатор» (ЭБС IPRbooks) - <http://www.bibliocomplectator.ru>

5. Поисковые системы Google, Yandex, Rambler, Yahoo и др.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием. 44 посадочных места (стол аудиторный для студентов (тип 1, 2) Canvaro ASSMANN – 22 шт., стул – 40, компьютерное кресло 7875 A2S – 4 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт., системный блок – 1 шт. с возможностью доступа к сети «Интернет», монитор ЖК 17" – 2 шт., документ-камера ELMO HV-5600XG – 1 шт., коммутатор Kramer VP201XL1 – 1 шт., мультимедиа проектор Mitsubishi LVP XD490U – 1 шт., подвес для проектора SMS AERO – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., усилитель-распределитель Kramer VP200XL – 1 шт., экран с пультом настенный выдвижной Dreper с ИК пультом управления с электроприводом – 1 шт., источник бесперебойного питания Powerware 5115 – 1 шт.)

#### **Аудитории для проведения практических занятий и лабораторных работ.**

11 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов, тип 5 – 2 шт., стул – 11 шт., кресло руководителя (натуральная кожа, цвет коричневый) – 1 шт., полукресло с подлокотниками 600×650×950 – 25 шт., компьютерное кресло 7875 A2S – 11 шт., системный блок Ramec Storm – 12 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор ЖК Acer 19" – 12 шт., доска настенная, белая, магнитно-маркерная «Magnetoplan» 2400×1200 – 1 шт. Тренажер-имитатор бурения скважин «АМТ-221» – 1 шт., системный блок – 1 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), монитор – 1 шт., стол – 1 шт., тумба подкатная – 1 шт., стул – 5 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012.

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения».

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Операционная система Microsoft Windows Pro 7 PRO RUS.
2. Microsoft Office Std 2010 RUS.
3. Microsoft Office 2007 Standard.