

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
“КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ”

Институт географии, геологии, туризма и сервиса  
Кафедра геофизических методов поисков и разведки

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по учебной работе,  
качеству образования —  
первый проректор



Т.А. Хагуров

“*01*” \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.17 ПЕТРОФИЗИКА**

Направление подготовки 05.03.01 “Геология”  
Направленность (профиль) “Геофизика”  
Программа подготовки: академическая  
Форма обучения очная  
Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Краснодар 2020


Рабочая программа дисциплины “Петрофизика” составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 05.03.01 “Геология”, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №954 от 7 августа 2014 г. и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации №301 от 05 апреля 2017 г. “Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры”.

**Рецензенты:**

Коноплев Ю.В., д.т.н., генеральный директор ООО “Нефтегазовая производственная экспедиция”

Курочкин А.Г., к.г.-м.н., доцент кафедры геофизических методов поисков и разведки КубГУ

**Автор (составитель):**

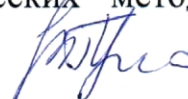
 Комаров А.Г., ст. преподаватель кафедры геофизических методов поисков и разведки КубГУ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры геофизических методов поисков и разведки КубГУ

«19» 05 2020 г.

Протокол № 10

И.О. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, д.т.н.

 Гуленко В.И.

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса КубГУ

«20» 05 2020 г.

Протокол № 5

Председатель учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса КубГУ,  
к.г.н, доцент

 Филобок А.А.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
1.1. Цели изучения дисциплины .....	5
1.2. Задачи изучения дисциплины .....	5
1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	5
1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	6
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ ...	8
2.2. Структура дисциплины .....	9
2.3. Содержание разделов дисциплины .....	11
2.3.1. Занятия лекционного типа .....	11
2.3.2. Занятия семинарского типа .....	13
2.3.3. Лабораторные занятия .....	14
2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....	15
2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)	16
3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	17
4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ .....	18
4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации .....	18
4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	19
5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	23
5.1. Основная литература .....	23
5.2. Дополнительная литература .....	24
5.3. Периодические издания .....	24
6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ “ИНТЕРНЕТ”, В ТОМ ЧИСЛЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	25

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	26
8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	27
8.1. Перечень информационных технологий .....	27
8.2. Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения .....	27
8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем .....	28
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	28
РЕЦЕНЗИЯ .....	30
РЕЦЕНЗИЯ .....	31

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цели изучения дисциплины**

Цель изучения дисциплины “Петрофизика”: получение студентами знаний о петрофизических исследованиях и их роли в геологической интерпретации данных ГИС, формирование знаний студентов о принципах взаимодействия физических полей с горными породами, о методах изучения свойств пород на керне и способах моделирования физических свойств горных пород.

## **1.2. Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины “Петрофизика” являются: ознакомление со способами, методами и аппаратурой для измерения физических свойств горных пород; развитие навыков лабораторных экспериментальных исследований; определение величин физических параметров различных типов горных пород; выявление взаимосвязи физических свойств горных пород.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- Земля, земная кора, литосфера, горные породы, подземные воды, минералы, кристаллы;
- минеральные ресурсы, природные и техногенные геологические процессы;
- геохимические и геофизические поля, экологические функции литосферы.

## **1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина “Петрофизика” введена в учебные планы подготовки бакалавров по направлению подготовки 05.03.01 “Геология” направленности (профилю) “Геофизика”, согласно ФГОС ВО, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от №954 от 7 августа 2014 г., блока Б1, вариативной части (Б1.В). Индекс дисциплины — Б1.В.16, читается в четвертом семестре.

Предшествующие смежные дисциплины логически и содержательно взаимосвязанные с изучением данной дисциплины: Б1.Б.07 “Физика”, Б1.Б.10 “Безопасность жизнедеятельности”, Б1.Б.09 “Общая геология”, Б1.Б.14 “Экология”.

Последующие дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей, в соответствии с учебным планом: Б1.В.08 “Магниторазведка”, Б1.В.09 “Гравиразведка”, Б1.В.10 “Электроразведка”, Б1.В.11 “Сейсморазведка”, Б1.В.12 “Ядерная геофизика”, Б1.В.13 “Геофизические исследования скважин”, Б1.В.14 “Комплексирование геофизических методов”, Б1.В.ДВ.05.01 “Аппаратура и оборудование ГИС”, Б1.В.ДВ.06.01 “Инженерная геофизика”.

Дисциплина предусмотрена основной образовательной программой (ООП) КубГУ в объёме 3 зачетных единиц (108 часов, контроль — экзамен).

#### **1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Процесс изучения дисциплины “Петрофизика” направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

— способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки) (ПК-1);

— способностью пользоваться нормативными документами, определяющими качество проведения полевых, лабораторных, вычислительных и интерпретационных работ (ПК-8).

Изучение дисциплины “Петрофизика” направлено на формирование у обучающихся компетенций, что отражено в таблице 1.

Таблица 1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	способностью использовать знания в области геологии, геофизики, геохимии, гидрогеологии и инженерной геологии, геологии и геохимии горючих ископаемых, экологической геологии	физические свойства горных пород; зависимость их состава и структуры породы; связь петрофизики с фундаментальными естественными науками; классификацию физических свойств горных пород;	определять основные физические свойства горных пород; выявлять причины и размеры неоднородности горных пород; устанавливать влияние состава, структуры и текстуры горных пород на их коллекторские свойства,	навыками определения магнитных, электрических, упругих, тепловых свойств горных пород на лабораторных установках; навыками определения коллекторских свойств, плотности,

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		для решения научно-исследовательских задач (в соответствии с направленностью (профилем) подготовки)	природу и характер связей между физическими параметрами горных пород, приемы использования таких связей для определения состава, литологических и коллекторских свойств горных пород по данным полевой и промысловой геофизики	плотность; осуществлять петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при геологическом картировании, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых; разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях	магнитных свойств горных пород в лабораторных условиях; навыками использования петрофизических данных для решения обратных задач методов полевой и промысловой геофизики; способностью разрабатывать технологические процессы геологоразведочных работ и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях
2	ПК-8	способностью пользоваться нормативными документами, определяющими качество проведения полевых, лабораторных, вычислительных и интерпретационных работ	основные свойства горных пород и нефтегазопоисковых объектов и их значение при реализации технологий углеводородо-извлечения; средства и приемы хранения и трансформации лабораторных определений на различных носителях и банках данных; способы аналитического и графического представления	производить расчеты особенностей петрофизических параметров в различных типах горных пород и нефтегазопоисковых объектах; оценивать влияние глинистости, электрической проводимости на электропроводность горных пород, определять параметры распространения упругих волн в многофазных средах, рассчитывать тепловые параметры	навыками применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород; методами построения петрофизических моделей горных пород и нефтепоисковых объектов; навыками обработки и интерпретации данных петрофизических исследований с помощью современных

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			петрофизических данных; способы взаимосвязей физических свойств горных пород; основы геологической интерпретации геофизических данных	различных типов горных пород; выполнять разделов геологических проектов и контролировать их выполнение в соответствии с современными требованиями промышленности	пакетов программ; навыками выполнения разделов проектов и контроля за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины “Петрофизика” приведена в таблице 2. Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Всего часов	Трудоемкость, часов (в том числе часов в интерактивной форме)
		4 семестр
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>56</b>	<b>56</b>
Занятия лекционного типа	28	28
Лабораторные занятия	28	28
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—
<b>Иная контактная работа:</b>		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		
Курсовая работа	—	—
Проработка учебного (теоретического) материала	6	6
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций, рефератов)	6	6



Подготовка к текущему контролю		7	7
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>62,3</b>	<b>62,3</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 2.2. Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам (темам) дисциплины “Петрофизика” приведено в таблице 3.

Таблица 3.

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1	Горные породы и их модели в петрофизике	17	6	—	6	5
2	Физические свойства горных пород	31	10	—	12	9
3	Взаимосвязь физических свойств горных пород и основы геологической интерпретации данных геофизических методов	27	12	—	10	5

## 2.3. Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1. Занятия лекционного типа

Принцип построения программы — модульный, базирующийся на выделении крупных разделов (тем) программы — модулей, имеющих внутреннюю взаимосвязь и направленных на достижение основной цели преподавания дисциплины. В соответствии с принципом построения программы и целями преподавания дисциплины курс “Петрофизика” содержит 3 модуля, охватывающих основные разделы (темы).

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 4.

Таблица 4.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Горные породы и их модели в петрофизике	Место петрофизики в системе наук о Земле. Научное и практическое значение петрофизики. История развития петрофизики. Связь петрофизики с фундаментальными естественными науками. Горные породы: их фазы, состав, структура, текстура, происхождение, типы, распространение, условия нахождения в земной коре и внутренних частях Земли. Неоднородность горных пород. Причины изменчивости состава, структуры и текстуры. Размеры неоднородностей. Естественная кусковатость горных пород, размеры слагающих их зерен, фракталы. Классификация физических свойств горных пород. Петрофизические модели различных типов горных пород. Модели осадочных пород: жесткая, пластичная, жидкая и газовая фазы.	ЛР, Р
2	Физические свойства горных пород	Коллекторские свойства горных пород. Пористость. Пористость осадочных магматических и метаморфических пород. Способы определения пористости. Глинистость. Удельная поверхность и извилистость. Определение удельной поверхности и извилистости. Влажность. Виды влагоемкости. Химически связанная вода. Проницаемость. Связь проницаемости с другими коллекторскими свойствами. Проницаемость различных горных пород. Определение проницаемости. Зависимость коллекторских свойств от термобарических условий. Плотность горных пород. Плотность минералов. Плотность различных типов пород. Связь плотности с пористостью и другими свойствами. Способы определения плотности пород. Магнитные свойства горных пород. Зависимость магнитных свойств минералов от их состава и структуры. Магнитная восприимчивость, проницаемость, намагниченность, коэрцитивная сила, блокирующая температура, точка Кюри. Зависимость магнитных свойств горных пород от размера, формы и концентрации зерен магнитных минералов. Виды намагниченности: Природа остаточной намагниченности горных пород. Палеомагнетизм. Магнитные свойства различных типов горных	ЛР, Р

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>пород. Анизотропия магнитных свойств горных пород. Магнитные свойства горных пород в различных термодинамических условиях. Методы исследования магнитных свойств горных пород.</p> <p>Электрические свойства горных пород. Электромагнитное поле в горных породах. Удельное электрическое сопротивление минералов и жидкой фазы горных пород. Электропроводность пористых пород. Параметр пористости. Электропроводность глинистых пород. Параметр насыщения. Связь электропроводности горных пород с другими свойствами. Электропроводность магматических и метаморфических пород. Диффузионно-адсорбционная, фильтрационная и вызванная электрохимическая активность горных пород. Диэлектрические свойства минералов и горных пород. Поляризация (вызванная и спонтанная). Анизотропия электрических свойств горных пород. Влияние термодинамических условий на электрические свойства горных пород. Электрические и пьезоэлектрические свойства. Электрические параметры различных типов горных пород и полезных ископаемых.</p> <p>Упругие свойства горных пород. Модули упругости. Упругие свойства минералов. Упругие свойства магматических и метаморфических горных пород. Упругие свойства осадочных пород. Распространение упругих волн в многофазной горной породе. Нелинейные эффекты распространения упругих волн в горных породах. Сейсмоэлектрический и пьезоэлектрический эффекты в горных породах. Способы измерения упругих параметров горных пород в лабораторных условиях.</p> <p>Тепловые свойства горных пород. Теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность, коэффициент теплового расширения. Теплофизические свойства минералов. Теплофизические свойства различных типов горных пород. Способы определения теплофизических параметров горных пород и минералов.</p> <p>Ядерно-физические свойства горных пород. Радиоактивность элементов. Естественная радиоактивность различных типов горных пород. Связь радиоактивности пород с</p>	

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		условиями их образования и с другими физическими и геохимическими параметрами. Взаимодействие радиоактивных излучений с горными породами, теория, зависимость от других свойств. Активационные методы. Методы исследования ядерно-физических свойств горных пород и минералов.	
3	Взаимосвязь физических свойств горных пород и основы геологической интерпретации данных геофизических методов	Экспериментальные данные и петрофизические свойства горных пород. Природа и характер связей между физическими параметрами горных пород. Методы исследования связей: физической и математическое моделирование, статистические методы (корреляция, регрессия, факторный анализ). Применение петрофизических данных для решения обратных задач по результатам полевых геофизических методов: принципы, примеры из гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, сейсморазведки. Петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при геологическом картировании, поисках структур, прямых поисках месторождений полезных ископаемых. Использование связей между петрофизическими параметрами для определения состава, литологических и коллекторских свойств горных пород по данным геофизических исследований скважин.	КР, Р

Форма текущего контроля — лабораторные работы (ЛР), контрольные работы (КР), защита реферата (Р).

### 2.3.2. Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа по дисциплине “Петрофизика” не предусмотрены.

### 2.3.3. Лабораторные занятия

Перечень лабораторных занятий по дисциплине “Петрофизика” приведен в таблице 5.

Таблица 5.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Горные породы и их модели в петрофизике	Определение гранулометрического состава ситовым способом	ЛР-1
		Пикнометрический способ определения плотности твердой фазы	ЛР-2
2	Физические свойства горных пород	Определение коэффициента общей пористости способом Мельчера	ЛР-3
		Определение карбонатности пород объемным методом	ЛР-4
		Определение абсолютной газопроницаемости горных пород	ЛР-5
		Определение остаточной водонасыщенности методом центрифугирования	ЛР-6
		Определение удельного электрического сопротивления водонасыщенных пород	ЛР-7
		Определение модулей статическим методом	ЛР-8
3	Взаимосвязь физических свойств горных пород и основы геологической интерпретации данных геофизических методов	Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород статистическим методом корреляции	КР-1
		Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород статистическим методом регрессии	КР-2
		Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород методом факторного анализа	КР-3

Форма текущего контроля — лабораторные работы (ЛР-1 — ЛР-8), контрольные работы (КР-1 — КР-3).

#### 2.3.4. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине “Петрофизика” не предусмотрены.

#### 2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы, обучающихся по дисциплине (модулю) приведен в таблице 6.

Таблица 6.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	СРС	Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине “Петрофизика”, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 14.06.2017 г.
2	Реферат	Методические рекомендации по выполнению рефератов, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 14.06.2017 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Общим вектором изменения технологий обучения должны стать активизация студента, повышение уровня его мотивации и ответственности за качество освоения образовательной программы.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине “Петрофизика” используются следующие образовательные технологии, приемы, методы и активные формы обучения:

*1) разработка и использование активных форм лекций:*

- а) проблемная лекция;*
- б) лекция-визуализация;*
- в) лекция с разбором конкретной ситуации.*

*2) разработка и использование активных форм лабораторных работ:*

- а) лабораторное занятие с разбором конкретной ситуации;*
- б) бинарное занятие.*

В сочетании с внеаудиторной работой в активной форме выполняется также обсуждение контролируемых самостоятельных работ (КСР).

В процессе проведения лекционных занятий и лабораторных работ практикуется широкое использование современных технических средств (проекторы, интерактивные доски, Интернет). С использованием Интернета осуществляется доступ к базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, не предусмотрены.

## **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации**

*Защита лабораторных работ.*

Перечень лабораторных работ приведен ниже:

*Лабораторная работа №1.* Определение гранулометрического состава ситовым способом.

*Лабораторная работа №2.* Пикнометрический способ определения плотности твердой фазы.

*Лабораторная работа №3.* Определение коэффициента общей пористости способом Мельчера.

*Лабораторная работа №4.* Определение карбонатности пород объемным методом.

*Лабораторная работа №5.* Определение абсолютной газопроницаемости горных пород.

*Лабораторная работа №6.* Определение остаточной водонасыщенности методом центрифугирования.

*Лабораторная работа №7.* Определение удельного электрического сопротивления водонасыщенных пород.

*Лабораторная работа №8.* Определение модулей статическим методом.

Критерии оценки защиты лабораторных работ (ЛР):

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических

вопросов и заданий лабораторных работ, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, в расчетной части лабораторной работы допускает существенные ошибки, затрудняется обосновать возможность ее реализации, а также неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

К формам письменного контроля относится *контрольная работа*.

Перечень контрольных работ приведен ниже.

*Контрольная работа №1*. Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород статистическим методом корреляции.

*Контрольная работа №2*. Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород статистическим методом регрессии.

*Контрольная работа №3*. Расчет взаимосвязей физических свойств горных пород методом факторного анализа.

Критерии оценки контрольных работ:

— оценка “зачтено” выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения курса при решении практических вопросов и заданий, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

— оценка “не зачтено” выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, в контрольной работе допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет задания или не справляется с ними самостоятельно.

К формам самостоятельной работы студента относится *реферат (КСР)*.

Для подготовки реферата (КСР) студентам предоставляется список тем:

- 1 Проницаемость коллекторов.
- 2 Пористость горных пород.
- 3 Глинистость и удельная поверхность коллекторов.
- 4 Нефте-, газо-, и водонасыщение коллекторов.
- 5 Плотность горных пород.
- 6 Магнитные свойства горных пород.
- 7 Удельное электрическое сопротивление водо- и нефтенасыщенных пород.
- 8 Упругие параметры горных пород.
- 9 Тепловые свойства горных пород.
- 10 Естественная радиоактивность горных пород.
- 11 Нейтронные свойства горных пород.



- 12 Диффузионно-адсорбционная активность горных пород.
- 13 Диэлектрическая проницаемость горных пород.
- 14 Стачиваемость горных пород: Гидрофильные и гидрофобные поверхности.
- 15 Горные породы и их модели в петрофизике.
- 16 Неоднородность горных пород.
- 17 Двойной электрический слой.
- 18 Поляризация горных пород.

Критерии оценки защиты реферата (КСР):

— оценка “зачтено” выставляется при полном раскрытии темы реферата (КСР), а также при последовательном, четком и логически стройном его изложении. Студент отвечает на дополнительные вопросы, грамотно обосновывает принятые решения, владеет навыками и приемами выполнения рефератов (КСР). Допускается наличие в содержании работы или ее оформлении небольших недочетов или недостатков в представлении результатов к защите;

— оценка “не зачтено” выставляется за слабое и неполное раскрытие темы реферата (КСР), несамостоятельность изложения материала, выводы и предложения, носящие общий характер, отсутствие наглядного представления работы, затруднения при ответах на вопросы.

#### **4.2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

К формам контроля относится экзамен.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

— при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене или зачете;

— при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

— при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Место петрофизики в системе наук о Земле.
2. Научное и практическое значение петрофизики.
3. История развития петрофизики.
4. Связь петрофизики с фундаментальными естественными науками.
5. Горные породы: их фазы, состав, структура, текстура.
6. Горные породы: их происхождение, типы, распространение, условия нахождения в земной коре и внутренних частях Земли.
7. Неоднородность горных пород.
8. Причины изменчивости состава, структуры и текстуры.
9. Размеры неоднородностей.
10. Естественная кусковатость горных пород, размеры слагающих их зерен, фракталы.
11. Классификация физических свойств горных пород.
12. Петрофизические модели различных типов горных пород.
13. Модели осадочных пород: жесткая, пластичная, жидкая и газовая фазы.
14. Коллекторские свойства горных пород.
15. Пористость. Типы пористости и определяющие ее факторы.
16. Пористость осадочных магматических и метаморфических пород.
17. Способы определения пористости.
18. Глинистость. Удельная поверхность и извилистость.
19. Факторы, обуславливающие изменение удельной поверхности.
20. Определение удельной поверхности и извилистости.
21. Влажность. Виды влагоемкости. Химически связанная вода.
22. Проницаемость.
23. Связь проницаемости с другими коллекторскими свойствами.
24. Проницаемость различных горных пород.
25. Определение проницаемости.

26. Зависимость коллекторских свойств от термобарических условий.

27. Плотность горных пород.

28. Плотность минералов, связь со структурой и составом.

29. Плотность различных типов пород.

30. Связь плотности с пористостью и другими свойствами.

31. Плотность различных типов горных пород.

32. Зависимость плотности от термобарических условий.

33. Способы определения плотности пород.

34. Магнитные свойства горных пород.

35. Диа-, пара-, ферро-, антиферро-, ферримагнетизм минералов.

Наиболее распространенные в природе магнитные минералы.

36. Зависимость магнитных свойств минералов от их состава и структуры.

37. Доменная структура ферромагнитных минералов.

38. Магнитная восприимчивость, проницаемость, намагниченность, коэрцитивная сила, блокирующая температура, точка Кюри.

39. Зависимость магнитных свойств горных пород от размера, формы и концентрации зерен магнитных минералов.

40. Виды намагниченности: индуктивная, остаточная (нормальная, идеальная, термоостаточная, вязкая, химическая, ориентационная и др.).

41. Природа остаточной намагниченности горных пород.

Палеомагнетизм.

42. Магнитные свойства различных типов горных пород.

43. Анизотропия магнитных свойств горных пород.

44. Магнитные свойства горных пород в различных термодинамических условиях.

45. Методы исследования магнитных свойств горных пород.

46. Электрические свойства горных пород.

47. Электромагнитное поле в горных породах, многообразие электрических свойств горных пород.

48. Удельное электрическое сопротивление минералов и жидкой фазы горных пород.

49. Электропроводность пористых пород.

50. Параметр пористости.

51. Электропроводность глинистых пород.

52. Поверхностная проводимость.

53. Параметр насыщения.

54. Связь электропроводности горных пород с другими свойствами.

55. Электропроводность магматических и метаморфических пород.

56. Диффузионно-адсорбционная, фильтрационная и вызванная электрохимическая активность горных пород: физико-химические основы, способы измерения, связь с составом, структурой, текстурой и другими свойствами пород.

57. Диэлектрические свойства минералов и горных пород: теория, экспериментальные данные, связь с другими свойствами, способы измерения.

58. Поляризация (вызванная и спонтанная).

59. Анизотропия электрических свойств горных пород.

60. Влияние термодинамических условий на электрические свойства горных пород.

61. Электрические и пьезоэлектрические свойства.

62. Электрические параметры различных типов горных пород и полезных ископаемых.

63. Упругие свойства горных пород.

64. Упругие параметры физических тел. Модули упругости.

65. Упругие свойства минералов: зависимость от состава, структуры, термодинамических условий.

66. Упругие свойства магматических и метаморфических горных пород: зависимость от состава, структуры, термодинамических условий, анизотропия, связь с другими свойствами.

67. Упругие свойства осадочных пород: зависимость от состава, литологии, структуры, пористости, насыщения, глинистости, возраста, термодинамических условий, пределы изменений.

68. Распространение упругих волн в многофазной горной породе.

69. Нелинейные эффекты распространения упругих волн в горных породах.

70. Сейсмoeлектрический и пьезоэлектрический эффекты в горных породах.

71. Способы измерения упругих параметров горных пород в лабораторных условиях.

72. Тепловые свойства горных пород.

73. Тепловые параметры физических тел: теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность, коэффициент теплового расширения.

74. Теплофизические свойства минералов: зависимость от состава, структуры, термодинамических условий.

75. Теплофизические свойства различных типов горных пород: зависимость от состава, структуры, термодинамических условий, анизотропия, связь с другими свойствами.

76. Способы определения теплофизических параметров горных пород и минералов.

77. Ядерно-физические свойства горных пород.
  78. Радиоактивность элементов. Естественная радиоактивность различных типов горных пород.
  79. Связь радиоактивности пород с условиями их образования и с другими физическими и геохимическими параметрами.
  80. Взаимодействие радиоактивных излучений с горными породами: теория, зависимость от других свойств.
  81. Активационные методы.
  82. Методы исследования ядерно-физических свойств горных пород и минералов.
  83. Экспериментальные данные и петрофизические свойства горных пород.
  84. Природа и характер связей между физическими параметрами горных пород.
  85. Методы исследования связей: физической и математическое моделирование.
  86. Методы исследования связей: статистические методы (корреляция, регрессия, факторный анализ).
  87. Принципы применения петрофизических данных для решения обратных задач по результатам полевых геофизических методов.
  88. Примеры применения петрофизических данных для решения обратных задач гравиразведки, магниторазведки, электроразведки, сейсморазведки.
  89. Петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при геологическом картировании.
  90. Петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при поисках структур.
  91. Петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при прямых поисках месторождений полезных ископаемых.
  92. Использование связей между петрофизическими параметрами для определения состава, литологических и коллекторских свойств горных пород по данным геофизических исследований скважин.
  93. Использование петрофизических данных для литологического расчленения разрезов скважин.
  94. Использование петрофизических данных для выделения коллекторов и оценки характера их насыщения.
  95. Использование петрофизических данных при оценке подсчетных параметров нефтегазоносных залежей.
  96. Петрофизическое районирование, петрофизические разрезы.
  97. Геологическое значение петрофизических карт и разрезов.
- Критерии выставления экзаменационных оценок.

оценку “отлично” заслуживает студент, показавший:

- всесторонние и глубокие знания программного материала учебной дисциплины; изложение материала в определенной логической последовательности, литературным языком, с использованием современных научных терминов;

- освоившему основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, проявившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний;

- полные, четкие, логически последовательные, правильные ответы на поставленные вопросы, способность делать обоснованные выводы;

- умение самостоятельно анализировать факты, события, явления, процессы в их взаимосвязи и развитии; сформированность необходимых практических навыков работы с изученным материалом;

оценку “хорошо” заслуживает студент, показавший:

- систематический характер знаний и умений, способность к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности;

- достаточно полные и твердые знания программного материала дисциплины, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых явлений (процессов);

- последовательные, правильные, конкретные, без существенных неточностей ответы на поставленные вопросы; уверенность при ответе на дополнительные вопросы;

- знание основной рекомендованной литературы; умение достаточно полно анализировать факты, события, явления и процессы, применять теоретические знания при решении практических задач;

оценку “удовлетворительно” заслуживает студент, показавший:

- знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности;

- знакомому с основной рекомендованной литературой;

- допустившему неточности и нарушения логической последовательности в изложении программного материала в ответе на экзамене, но в основном, обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора;

- продемонстрировавшему правильные, без грубых ошибок ответы на поставленные вопросы, несущественные ошибки;

- проявившему умение применять теоретические знания к решению основных практических задач, ограниченные навыки в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений; затруднения при выполнении практических работ; недостаточное использование научной

терминологии; несоблюдение норм литературной речи;

оценка “неудовлетворительно” ставится студенту, обнаружившему:

– существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине;

– отсутствие знаний значительной части программного материала; непонимание основного содержания теоретического материала; неспособность ответить на уточняющие вопросы; отсутствие умения научного обоснования проблем; неточности в использовании научной терминологии;

– неумение применять теоретические знания при решении практических задач, отсутствие навыков в обосновании выдвигаемых предложений и принимаемых решений;

– допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

## **5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1. Основная литература**

1. Петрофизика (физика горных пород): учебник для студентов вузов / под ред. В.М. Добрынина, Б. Ю. Вендельштейна, Д. А. Кожевникова — М.: Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. — 367 с. (29)

2. Дональдсон Ч. Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов: учебник / под ред. В.И. Петерсилье, Г.А. Былевского; пер. с англ. М.Д. Углов. — 2-е доп. изд. — М.: Премиум Инжиниринг, 2009. — 838 с. (2)

3. Геофизика: учебник для студентов вузов / под ред. Хмелевского В.К. — М.: КДУ, 2009. (12)

4. Кузьмин Ю.О., Жуков В.С. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород: учебное пособие. — М.: Горная книга, 2012. — 264 с. — [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66437](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66437).

*\*Примечание:* в скобках указано количество экземпляров в библиотеке КубГУ.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах “Лань” и “Юрайт”.

## **5.2. Дополнительная литература**

1. Комаров В. А., Жоголев С.Л. Петрофизика: учебное пособие. — СПб.: СПбГУ, 2003. — 130 с. (29)
2. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., Канайкин В.С. Петрофизика. — Томск: ТГУ, 1997. — 462 с. (14)
3. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта (физика нефтегазоносных систем). — М.: Макс-пресс, 2008. — 447 с.
4. Ягола А.Г., Янфей В., Степанова И.Э. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике: учебное пособие. — М.: Лаборатория знаний, 2014. — 217 с. — [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=50537](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50537).

## **5.3. Периодические издания**

1. Известия высших учебных заведений. Геология и разведка: научно-методический журнал министерства образования и науки Российской Федерации. ISSN 0016-7762.
2. Геология и геофизика: научный журнал СО РАН. ISSN 0016-7886.
3. Физика Земли: Научный журнал РАН. ISSN 0002-3337.
4. Доклады Академии наук: Научный журнал РАН (разделы: Геология. Геофизика. Геохимия). ISSN 0869-5652.
5. Геофизический журнал: Научный журнал Национальной академии наук Украины (НАНУ). ISSN 0203-3100.
6. Отечественная геология: Научный журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. ISSN 0869-7175.
7. Геология нефти и газа: Научно-технический журнал Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. ISSN 0016-7894.
8. Вестник МГУ. Серия 4: Геология. ISSN 0201-7385.
9. Экологический вестник: Международный научный журнал научных центров Черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС). Научный журнал Министерства образования и науки Российской Федерации. ISSN 1729-5459.
10. Геофизический вестник. Информационный бюллетень ЕАГО.
11. Геофизика. Научно-технический журнал ЕАГО.



12. Каротажник. Научно-технический вестник АИС.
13. Геоэкология: Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. Научный журнал РАН. ISSN 0809-7803.
14. Геология, геофизика, разработка нефтяных месторождений. Научно-технический журнал. ISSN 0234-1581.
15. Нефтепромысловое дело. Научно-технический журнал. ISSN 0207-2331.

**6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ “ИНТЕРНЕТ”, В ТОМ ЧИСЛЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. <http://moodle.kubsu.ru/> среда модульного динамического обучения КубГУ
2. [www.eearth.ru](http://www.eearth.ru)
3. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. [www.geobase.ca](http://www.geobase.ca)
5. [www.krelib.com](http://www.krelib.com)
6. [www.elementy.ru/geo/](http://www.elementy.ru/geo/)
7. [www.geolib.ru](http://www.geolib.ru)
8. [www.geozvt.ru](http://www.geozvt.ru)
9. [www.geol.msu.ru](http://www.geol.msu.ru)
10. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН ([www.viniti.ru](http://www.viniti.ru))
11. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных ([www.rusnano.com](http://www.rusnano.com))
12. Базы данных и аналитические публикации “Университетская информационная система Россия” ([www.uisrussia.msu.ru](http://www.uisrussia.msu.ru)).
13. Мировой Центр данных по физике твердой Земли ([www.wdcb.ru](http://www.wdcb.ru)).
14. База данных о сильных землетрясениях мира ([www.zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/hp/seismology.ru](http://www.zeus.wdcb.ru/wdcb/sep/hp/seismology.ru)).
15. База данных по сильным движениям (SMDb) ([www.wdcb.ru](http://www.wdcb.ru)).

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теоретические знания по основным разделам курса “Петрофизика” студенты приобретают на лекциях и лабораторных занятиях, закрепляют и расширяют во время самостоятельной работы.

Лекции по курсу “Петрофизика” представляются в виде обзоров с демонстрацией презентаций по отдельным основным темам программы.

Для углубления и закрепления теоретических знаний студентам рекомендуется выполнение определенного объема самостоятельной работы. Общий объем часов, выделенных для внеаудиторных занятий, составляет 19 часов.

Внеаудиторная работа по дисциплине “Петрофизика” заключается в следующем:

- повторение лекционного материала и проработка учебного (теоретического) материала;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- написание контролируемой самостоятельной работы (реферата);
- подготовка к текущему контролю.

Для закрепления теоретического материала и выполнения контролируемых самостоятельных работ по дисциплине во внеучебное время студентам предоставляется возможность пользования библиотекой КубГУ, возможностями компьютерных классов.

Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена.

Тема контролируемой самостоятельной работы (КСР) по дисциплине “Петрофизика” выдаётся студенту на третьей неделе занятий и уточняется по согласованию с преподавателем. Срок выполнения задания — 6 недель после получения.

Защита индивидуального задания контролируемой самостоятельной работы (КСР) осуществляется на занятиях в виде собеседования с обсуждением отдельных его разделов, полноты раскрытия темы, новизны используемой информации.

Типовая структура и содержание реферата контролируемой самостоятельной работы (КСР) по дисциплине “Петрофизика”.

Введение.

1. Обзор технологий петрофизических методов изучения геологического строения.

2. Применяемая аппаратура.

3. Применяемые методы и расчеты в петрофизике.

Заключение.

Использование такой формы самостоятельной работы расширяет возможности доведения до студентов представления о петрофизике, свойствах горных пород, методиках и технологиях проведения петрофизических исследований.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **8.1. Перечень информационных технологий**

Использование электронных презентаций при проведении занятий лекционного типа и лабораторных работ.

### **8.2. Перечень необходимого программного обеспечения**

При освоении курса “Петрофизика” используются лицензионные программы общего назначения, такие как Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional (Word, Excel, PowerPoint, Access), программы демонстрации видео материалов (Windows Media Player), программы для демонстрации и создания презентаций (Microsoft Power Point).

### **8.3. Перечень необходимых информационных справочных систем**

1. Электронная библиотечная система издательства “Лань” ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).
2. Электронная библиотечная система “Университетская Библиотека онлайн” ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)).
3. Электронная библиотечная система “ZNANIUM.COM” ([www.znanium.com](http://www.znanium.com)).
4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)).
5. Электронная библиотечная система “Юрайт” ([www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)).

6. Scopus ([www.scopus.com](http://www.scopus.com)).

7. Единая интернет-библиотека лекций “Лекториум” ([www.lektorium.tv](http://www.lektorium.tv)).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащённость
Занятия лекционного типа	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащённая презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
Лабораторные занятия	Аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащённая лабораторным оборудованием и презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением. Лабораторное оборудование: — ампермилливольтметр самопишущий; — ультразвуковой дефектоскоп; — магазин сопротивления измерительный шестидекадный; — установка газопроницаемости грунтов; — установка имитации дифференциального давления, соответствующего глубине залегания горной породы; — установка определения газопроницаемости горных пород; — аквадисцилятор; — термошкаф сушильный; — набор сит для определения фракционного состава горных пород; — баня водяная лабораторная шестиместная; — весы технические 1 класса; — вакуумный насос; — центрифуга; — компрессор с ресивером; — измерительный комплекс для определения электрического сопротивления горных пород; — ионномер; — электромеханический рассеиватель проб горных пород; — ёмкость для определения скорости ультразвука в жидкостях
Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для проведения текущего контроля, аудитория для проведения промежуточной аттестации
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы студентов, оснащённая компьютерной техникой с возможностью подключения к сети “Интернет”, с соответствующим программным обеспечением, с программой экранного

	увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
--	---