

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

“ 26 ”

2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.24 ПЕТРОФИЗИКА**

Специальность 21.05.03 “Технология геологической разведки”  
Специализация “Геофизические методы исследования скважин”

Квалификация (степень) выпускника: горный инженер-геофизик  
Форма обучения: очная

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Петрофизика» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №977 от 12.08.2020 г.

**Программу составил:**

Захарченко Е.И., канд. техн. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки



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

«18» 05 2023 г.

Протокол № 10/1

И.о. заведующего кафедрой геофизических методов поисков и разведки, канд. техн. наук, доцент



Захарченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании учебно-методической комиссии Института географии, геологии, туризма и сервиса

«23» 05 2023 г.

Протокол № 5

Председатель учебно-методической комиссии ИГГТиС,  
канд. геогр. наук, доцент



Филобок А.А.

**Рецензенты:**

Курочкин А.Г., канд. геол.-мин. наук, доцент кафедры геофизических методов поисков и разведки

Кострыгин Ю.П., д-р техн. наук, генеральный директор ООО «Новоросморгео»

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

## 1.1. Цель освоения 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

В соответствии с поставленной целью в процессе изучения дисциплины «Петрофизика» решаются следующие задачи:

- 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.

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

Дисциплина «Петрофизика» введена в учебные планы подготовки специалиста (специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки») согласно ФГОС ВО, блока Б1, обязательная часть (Б1.О). Индекс дисциплины — Б1.О.24, читается в третьем семестре.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ОПК-3.	Способен применять основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
ИОПК-3.1. Владеет основными положениями фундаментальных естественных наук и научных теорий	Знает основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий; физические свойства горных пород; зависимость их состава и структуры породы; связь петрофизики с фундаментальными естественными науками
	Умеет 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, плотность
	Владеет навыками определения магнитных, электрических, упругих, тепловых свойств горных пород на лабораторных установках; навыками определения коллекторских свойств, плотности, магнитных свойств горных пород в лабораторных условиях
ИОПК-3.2. Применяет основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает научные теории при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы; классификацию физических свойств горных пород; природу и характер связей между физическими параметрами горных пород, приемы использования таких связей для определения состава, литологических и коллекторских свойств горных пород
	Умеет применять основные положения фундаментальных естественных наук; осуществлять петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при геологическом картировании, поисках и разведке месторождений
	Владеет способами применения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы; навыками использования петрофизических данных для решения обратных задач методов полевой и промысловой
ОПК-13. Способен изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	
ИОПК-13.1. Владеет способностью решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	Знает методы решения задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы; основные свойства горных пород и нефтегазопромысловых объектов и их значение при реализации технологий

Код и наименование индикатора	Результаты обучения по дисциплине (знает, умеет, владеет (навыки и/или опыт деятельности))
	<p>углеводородо-извлечения; средства и приемы хранения и трансформации лабораторных определений на различных носителях и банках данных</p> <p>Умеет решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы; производить расчеты особенностей петрофизических параметров в различных типах горных пород и нефтегазопоисковых объектах; оценивать влияние глинистости, электрической проводимости на электропроводность горных пород</p> <p>Владеет 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 пакетов программ</p>
<p>ИОПК-13.2. Демонстрирует способность изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых</p>	<p>Знает методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых; способы аналитического и графического представления петрофизических данных; способы взаимосвязей физических свойств горных пород; основы геологической интерпретации геофизических данных</p> <p>Умеет изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых; определять параметры распространения упругих волн в многофазных средах, рассчитывать тепловые параметры различных типов горных пород; выполнять разделов геологических проектов и контролировать их выполнение в соответствии с современными требованиями промышленности</p> <p>Владеет навыками выполнения разделов проектов и контроля за их выполнением по технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности</p>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			3 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>68,3</b>	<b>68,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>			
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		34	34
практические занятия		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		3	3
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>37</b>	<b>37</b>
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.). Подготовка к текущему контролю		1	1
<b>Контроль:</b>			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>68,3</b>	<b>68,3</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

### 2.2. Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре.

№ 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	8	4	—	4	—
2	Физические свойства горных пород	41	20	—	20	1
3	Взаимосвязь физических свойств горных пород и основы геологической интерпретации данных геофизических методов	20	10	—	10	—
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	3				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

## 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,	ЛР, Р

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>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.</p>	
2	Физические свойства горных пород	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Магнитные свойства различных типов</p>	ЛР, Р



№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>горных 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</p>	

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
		<p>свойства различных типов горных пород. Способы определения теплофизических параметров горных пород и минералов. Ядерно-физические свойства горных пород. Радиоактивность элементов. Естественная радиоактивность различных типов горных пород. Связь радиоактивности пород с 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.</p>	
3	<p>Взаимосвязь физических свойств горных пород и основы геологической интерпретации данных геофизических методов</p>	<p>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.</p>	<p>КР, Р</p>

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

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### **2.3.2. Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)**

Перечень лабораторных занятий по дисциплине «Петрофизика» приведен в таблице.

№ 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).

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### **2.3.3. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Курсовая работа (проект) по дисциплине «Петрофизика» не предусмотрена.

## 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 11.06.2021 г.
2	Написание реферата	Методические рекомендации по выполнению рефератов, утвержденные кафедрой геофизических методов поисков и разведки, протокол №14 от 11.06.2021 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.

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Петрофизика».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольной работы, лабораторной работы, рефератов и промежуточной аттестации в форме вопросов экзамену.

№	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	ИОПК-3.1. Владеет основными положениями фундаментальных естественных наук и научных теорий	Знает основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий; физические свойства горных пород; зависимость их состава и структуры	КР-1 Р-(1-3)	Вопросы на экзамене 1–4

		породы; связь петрофизики с фундаментальными естественными науками		
2.		Умеет 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, плотность	Р-4,5	Вопросы на экзамене 5–9
3.		Владеет навыками определения магнитных, электрических, упругих, тепловых свойств горных пород на лабораторных установках; навыками определения коллекторских свойств, плотности, магнитных свойств горных пород в лабораторных условиях	ЛР-3	Вопросы на экзамене 10–15
4.	ИОПК-3.2. Применяет основные положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Знает научные теории при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы; классификацию физических свойств горных пород; природу и характер связей между физическими параметрами горных пород, приемы использования таких связей для определения состава, литологических и коллекторских свойств горных пород	ЛР-1	Вопросы на экзамене 16–21
5.		Умеет применять основные положения фундаментальных естественных наук; осуществлять петрофизическое обоснование комплексов геофизических методов при геологическом картировании, поисках и разведке месторождений	ЛР-2	Вопросы на экзамене 22–16

6.		Владеет способами применения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы; навыками использования петрофизических данных для решения обратных задач методов полевой и промысловой	P-(6-10)	Вопросы на экзамене 27–32
7.		Знает методы решения задач по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы; 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	КР-2,3 P-11,12	Вопросы на экзамене 33–38
8.	ИОПК-13.1. Владеет способностью решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы	Умеет решать задачи по рациональному и комплексному освоению минерально-сырьевой базы; производить расчеты особенностей петрофизических параметров в различных типах горных пород и нефтегазопоисковых объектах; оценивать влияние глинистости, электрической проводимости на электропроводность горных пород	ЛР-5 P-(13-15)	Вопросы на экзамене 39–45
9.		Владеет навыками применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород; методами построения	ЛР-7 P-(16-18)	Вопросы на экзамене 46–55

		петрофизических моделей горных пород и нефтепоисковых объектов; навыками обработки и интерпретации данных петрофизических исследований с помощью современных пакетов программ		
10.	ИОПК-13.2. Демонстрирует способность изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых	Знает методы изучения и анализа вещественного состава горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых; способы аналитического и графического представления петрофизических данных; способы взаимосвязей физических свойств горных пород; основы геологической интерпретации геофизических данных	ЛР-4	Вопросы на экзамене 56–62
11.		Умеет изучать и анализировать вещественный состав горных пород и руд и геолого-промышленные и генетические типы месторождений полезных ископаемых; определять параметры распространения упругих волн в многофазных средах, рассчитывать тепловые параметры различных типов горных пород; выполнять разделов геологических проектов и контролировать их выполнение в соответствии с современными требованиями промышленности	ЛР-6	Вопросы на экзамене 63–75
12.		Владеет навыками выполнения разделов проектов и контроля за их выполнением по	ЛР-8	Вопросы на экзамене 76–97



		технологии геологоразведочных работ в соответствии с современными требованиями промышленности		
--	--	---	--	--

**4.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*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. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

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. Сейсмоэлектрический 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 оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки

	профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1. Учебная литература

#### 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.



### 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).

### 5.2. Периодическая литература

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека Grebennikon.ru <https://grebennikon.ru>

### 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

#### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «Юрайт» <https://urait.ru>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «Book.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «Znaniy.com» [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com)
5. ЭБС «Лань» <https://e.lanbook.com>

#### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com>
2. Scopus <http://www.scopus.com>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru>
9. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>

10. zbMath <https://zbmath.org>
11. Nano Database <https://nano.nature.com>
12. Springer eBooks <https://link.springer.com>
13. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv>
14. Университетская информационная система Россия  
<http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки).

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada>
3. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru>
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru>
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru>
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru>
10. Справочно-информационный портал «Русский язык» <http://gramota.ru>
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru>
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru>
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com>
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

## **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru>

## **6. 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 1 час.

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.

Экзамен является заключительным этапом процесса формирования компетенции студента при изучении дисциплины или ее части и имеет целью проверку и оценку знаний студентов по теории и применению полученных знаний, умений и навыков при решении практических задач. Экзамены проводятся по расписанию, сформированному учебным отделом и утвержденному проректором по учебной работе, в сроки, предусмотренные календарным графиком учебного процесса. Расписание экзаменов доводится до сведения студентов не менее чем за две недели до начала экзаменационной сессии. Экзамены принимаются преподавателями, ведущими лекционные занятия.

Экзамены проводятся в устной форме. Экзамен проводится только при предъявлении студентом зачетной книжки и при условии выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой по изучаемой дисциплине (сведения фиксируются допуском в электронной ведомости). Студентам на экзамене предоставляется право выбрать один из билетов. Время подготовки к ответу составляет 50 минут. По истечении установленного времени студент должен ответить на вопросы экзаменационного билета. Результаты экзамена оцениваются по четырехбалльной системе (“отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно”, “неудовлетворительно”) и заносятся в экзаменационную ведомость и зачетную книжку. В зачетную книжку заносятся только положительные оценки.

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.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	лицензионные программы общего назначения: 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 PowerPoint)
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	лицензионные программы общего назначения: 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 PowerPoint)

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 10, пакет Microsoft Office 2016, Abbyy Finereader 9

	образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. А106)	Мебель: учебная мебель. Комплект специализированной мебели: компьютерные столы. Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	лицензионные программы общего назначения: Microsoft Windows 7, пакет Microsoft Office Professional