

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 11.06.2026 09:22:14  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы

для промежуточной аттестации по дисциплине

### Петрофизика

Направление подготовки	03.03.02
	Физика
Направленность (профиль)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	кафедра экспериментальной физики

## Типовые задания для контрольной работы:

Дополните:

1. Горная порода содержащая залежь углеводородов в земных недрах, образующая пространственную сеть сообщающихся между собой пор, способная аккумулировать флюиды и обеспечивать их подвижность в пределах залежи называется \_\_\_\_\_.

2. Свойство породы содержать внутри себя не заполненные твёрдой фракцией замкнутые или сообщающиеся между собой и внешней средой пространства (объёмы) называется \_\_\_\_\_.

3. Флюидонасыщенность породы-коллектора рассчитывается по формуле: \_\_\_\_\_

Допишите:

1. Вода, входящая наряду с другими молекулами и ионами в состав \_\_\_\_\_ минералов, называется химически связанной.

2. Смачиваемость пород обуславливается их способностью \_\_\_\_\_ на своей поверхности молекулы жидкости за счет электростатического притяжения.

3. Свободная вода в породах может находиться в виде \_\_\_\_\_ воды, удерживаемой в мелких порах, и в виде \_\_\_\_\_ воды, заполняющей крупные поры и передвигающейся в породах под действием сил тяжести или напора.

Выберите один правильный вариант ответа:

3. Свободная вода в горных породах, заполняющая крупные поры и передвигающаяся под действием сил тяжести или напора, называется:

- 1) капиллярная
- 2) гравитационная

Выберите один правильный вариант ответа:

1. Тенденция изменения плотности осадочных пород при одинаковой степени их преобразования (окаменения)

- 1) увеличение
- 2) уменьшение

2. На поверхности твердых тел частицы колеблются по траектории в вертикальной плоскости в волне:

- 1) Лява
- 2) Рэлея
- 3) Лауэ
- 4) Стонли

3. Физические свойства горных пород, обусловленные строением внешних электронных орбит атомов:

- 1) оптические, магнитные
- 2) магнитные, электрические
- 3) электрические, радиоактивные

4. Единицы измерения радиоактивности:

- 1) беккерель
- 2) кулон на килограмм
- 3) грей
- 4) гамм

5. Тип взаимодействия  $\gamma$ -квантов с веществом при  $E > 1,02 \text{ МэВ}$ :

1) образования электронно-позитронных пар – возникновение  $e^+$  и  $e^-$  из фотонов в поле ядер атомов

- 2) фотоэффект – взаимодействие  $\gamma$ -квантов с электронной оболочкой атома
- 3) комптоновский эффект – взаимодействие  $\gamma$ -квантов с электронами, передача им части энергии

Выберите один правильный и наиболее полный ответ

6. В горных породах вода присутствует как:
- 1) химически связанная, грунтовая
  - 2) химически связанная, грунтовая, свободная
  - 3) химически связанная, грунтовая, свободная, физически связанная
  - 4) химически связанная, грунтовая, свободная, физически связанная, кристаллизационная

Выберите все правильные варианты ответа

1. Методы определения плотности горных пород:

- 1) гидростатическое взвешивание
- 2) пикнометрический
- 3) гамма – гамма каротаж
- 4) аналитический
- 5) денситометрический
- 6) гравиметрических

2. Основные виды неоднородности горных пород по составу:

- 1) фазовые
- 2) гранулометрические
- 3) компонентные
- 4) текстурно-структурные
- 5) вещественно-петрографические
- 6) химические

3. Коэффициент общей пористости включает в себя виды пористости:

- 1) кавернозную
- 2) трещинную
- 3) межзерельную (в кристаллической решетке)
- 4) межзерновую

1. Установите соответствие между классификацией минералов и входящим в него химическим элементом:

Тип минералов      Химический элемент

- 1) сульфиды    а) кислород
- 2) галогениды    б) фтор
- 3) оксиды    в) углерод
- 4) силикаты    г) кремний
- 5) карбонаты    д) сера

2. Установите соответствие:

Разделы геофизики      Физические свойства горных пород

- а) сейсморазведка    1) плотность
- б) радиометрия    2) магнитная восприимчивость
- в) терморазведка    3) удельное электрическое сопротивление
- г) магниторазведка    4) скорость распространения упругих волн
- д) электроразведка    5) естественная и искусственная радиоактивности
- е) гравиразведка    б) теплоемкость, теплопроводность

## ЗАДАЧИ

Задание 1: построение схемы взаимосвязей. Составьте схему, отражающую взаимосвязи петрофизики с другими науками. Для каждой связи укажите конкретные примеры того, как петрофизика использует данные этих наук или предоставляет информацию для них.

Задание 2: анализ петрофизических показателей. Заполните таблицу, указав для каждого физического свойства: единицы измерения; методы измерения в лабораторных условиях; геофизический метод исследования, основанный на этом свойстве; примеры типичных значений для осадочных, магматических и метаморфических пород.

Задание 3: моделирование фазовых состояний. Постройте графическую диаграмму фазовых состояний воды с указанием условий давления и температуры. Отметьте на диаграмме условия, соответствующие: поверхностным условиям на Земле, условиям на глубине 1 км, условиям на глубине 5 км. Объясните, как фазовое состояние воды в породах будет влиять на её физические свойства

Задание 4: построение петрофизической модели. Разработайте упрощенную петрофизическую модель нефтяного коллектора, включающую: песчаный пласт-коллектор мощностью 10 м, глинистую покрывку мощностью 5 м, водонасыщенную часть коллектора, нефтенасыщенную часть коллектора. Для каждого элемента модели укажите ожидаемые значения: плотности, пористости, удельного электрического сопротивления, скорости продольных волн. Объясните, как эти свойства будут проявляться в данных геофизических методов исследования.

Задание 5: анализ зависимости физических свойств от периодической системы элементов. Постройте график зависимости плотности элементов от их положения в периодической системе (атомного номера). Проанализируйте наблюдаемые закономерности и объясните их физическую природу.

Задание 6: Расчет периода полураспада и активности радиоактивного изотопа. Дано: В образце горной породы содержится 1018 ядер радиоактивного изотопа урана-238. Известно, что постоянная распада  $\lambda$  для данного изотопа составляет  $1,55 \cdot 10^{-10}$  лет. Определите: 1. Период полураспада данного изотопа в годах. 2. Начальную активность образца в беккерелях (Бк). 3. Через сколько лет активность образца снизится до 75% от первоначальной.

Задание 7: Взаимодействие гамма-излучения с веществом. Дано: Монохроматический пучок гамма-квантов с начальной интенсивностью  $I_0 = 1000$  квантов/с проходит через слой горной породы толщиной 10 см. Линейный коэффициент ослабления породы  $\mu = 0,21$  см<sup>-1</sup>. Определите: 1. Интенсивность гамма-излучения после прохождения через породу. 2. Толщину породы (в см), необходимую для снижения интенсивности излучения в 8 раз. 3. Если плотность породы  $\rho = 2,8$  г/см<sup>3</sup>, рассчитайте массовый коэффициент ослабления породы.

Задание 8: Определение возраста горной породы методом радиоактивного распада. Дано: При анализе образца древней горной породы установлено соотношение концентраций урана-238 и образовавшегося из него в результате радиоактивного распада свинца-206:  $N(^{238}\text{U})/N(^{206}\text{Pb}) = 3,5$ . Известно, что период полураспада урана-238 составляет  $T_{1/2} = 4,47 \cdot 10^9$  лет. Определите: 1. Возраст исследуемой горной породы в миллионах лет. 2. Какая доля от первоначального количества урана-238 осталась в породе к настоящему времени? 3. Если первоначальная масса урана-238 в образце составляла 10 мг, какова масса образовавшегося свинца-206?

### Примерные темы курсовых работ

1. Статистическая обработка данных при проверке геологических гипотез.

2. Проверка гипотезы о существовании корреляционной связи между свинцом и золотом в рудах полиметаллического месторождения. Редактирование файла данных. Использование корреляционных связей для предсказания свойств геологических объектов.

3. Проверка гипотезы о существовании корреляционной связи между содержанием гидрослюды в углях и зольностью углей на территории Сулино-Садкинского геолого-промышленного района Восточного Донбасса. Использование корреляционных связей для предсказания свойств геологических объектов.

4. Оценка содержания попутного полезного компонента в полиметаллических рудах с помощью корреляционного анализа и уравнения регрессии.

5. Выделение ассоциаций химических элементов, классификация признаков и точек наблюдения, выбор информативных признаков оруденения, идентификация и прогнозная оценка геологического объекта с использованием методов корреляционного, кластерного, факторного анализов. Графическое изображение значений прогнозного фактора по поисковому профилю.

Фактический экспериментальный материал для выполнения заданий курсовой работы выдаются преподавателем после обсуждения выбранной темы с обучающимся.

### Вопросы к экзамену

1. Определение дисциплины «Петрофизика». Научное и практическое значение, место в системе наук о Земле.

2. Горные породы и их модели в петрофизике.

3. Классификация физических свойств горных пород.

4. Неоднородность горных пород, причины изменчивости, характеристики.

5. Пористость горных пород. Типы пористости и определяющие ее факторы. Лабораторные способы определения.

6. Пористость осадочных, магматических и метаморфических пород.

7. Глинистость. Удельная поверхность и извилистость. Определяющие факторы.

8. Влажность, влагоемкость, химически связанная вода. Определяющие факторы. Лабораторные способы определения.

9. Остаточная вода горных пород. Лабораторные способы ее определения.

10. Двойной электрический слой. Его происхождение, строение и свойства.

11. Смачиваемость поверхности твердой фазы. Гидрофильные и гидрофобные поверхности.

12. Коэффициенты нефте-, газо- и водонасыщения природных коллекторов. Способы определения.

13. Проницаемость горных пород. Определение. Уравнение Дарси. Связь с другими коллекторскими свойствами.

14. Коэффициенты абсолютной, фазовой и относительной проницаемости горных пород. Определяющие факторы, способы определения.

15. Проницаемость различных типов горных пород. Изменение проницаемости пород с глубиной залегания.

16. Плотность горных пород. Определение. Основные зависимости. Способы определения.

17. Плотность различных типов горных пород. Зависимость плотности от термобарических условий.

18. Магнитные свойства горных пород. Типы и основные характеристики магнетизма.

19. Магнитные свойства различных типов горных пород.

20. Удельное электрическое сопротивление (УЭС). УЭС минералов и фаз породы. Электропроводность пористых сред, зависимость от глинистости, насыщения и других факторов.

21. УЭС полностью водонасыщенных пород. Параметр пористости и его значение для интерпретации геофизических данных.
22. УЭС частично водонасыщенных пород. Параметр насыщения и его значение для интерпретации геофизических данных.
23. Диффузионно-адсорбционная активность горных пород. Физико-химические основы, связь с другими характеристиками пород.
24. Диэлектрическая проницаемость. Теория, экспериментальные данные, связь с другими свойствами горных пород.
25. Поляризация горных пород. Физико-химические основы, связь с другими параметрами горных пород.
26. Упругие параметры физических тел. Модули и коэффициенты упругости, понятие об идеально- и дифференциально-упругих средах.
27. Распространение упругих волн в многофазной горной породе. Сейсмические скорости. Уравнение среднего времени.
28. Затухание упругих волн.
29. Тепловые параметры физических тел. Определения основных характеристик. Связь тепловых параметров с другими свойствами горных пород.
30. Ядерно-физические свойства пород. Типы ядерных распадов, их характеристики.
31. Естественная радиоактивность. Закон  $\rho/\alpha$  распада. Взаимодействие гамма-излучения с веществом и их петрофизическая информативность.
32. Нейтронные свойства горных пород. Определение нейтронов, типы их взаимодействия с веществом. Нейтронные свойства горных пород.
33. Взаимосвязь физических свойств горных пород. Типы, природа и характер связей. Методы исследования связей.
34. Петрофизика как основа интерпретации геофизических данных (на примере интерпретационной модели ГИС). Использование петрофизических данных для литологического расчленения разрезов скважин, выделение коллекторов и оценки характера их насыщения.
35. Петрофизика при оценке подсчетных параметров нефтегазоносных залежей.
36. Петрофизическое районирование, петрофизические разрезы. Геологическое значение петрофизических карт и разрезов.

#### Типовые задачи к экзамену

Определить коэффициент абсолютной проницаемости цилиндрического образца горной породы при создании плоскопараллельной фильтрации через него керосина, если известны:

Параметры	Значения параметров	
	Исходное	В системе СИ
Диаметр образца	2 см	0,02м
Длина	3,14 см	0,0314м
Динамическая вязкость керосина	1 сПз	$1 \times 10^{-3}$ Па с
Перепад давления	1 атм	$9,8 \times 10^4$ Па
Расход жидкости	1 мл/мин	$1,67 \times 10^{-8}$ м <sup>3</sup> /сек

Определить коэффициент абсолютной проницаемости цилиндрического образца горной породы при создании плоскопараллельной фильтрации через него азота, если известны:

Параметры	Значения параметров	
	Исходное	В системе СИ
Диаметр образца	2 см	0,02м
Длина	3,14 см	0,0314м

Динамическая вязкость азота	10-2 сПз	$1 \times 10^{-4}$ Па с
Перепад давления	1 атм	$9,8 \times 10^4$ Па
Давление на выходе	1 атм	$9,8 \times 10^4$ Па
Расход жидкости	1 мл/мин	$1,67 \times 10^{-8}$ м <sup>3</sup> /сек

Определить открытую и полную пористости горной породы, объемы образца горной породы, открытых и закрытых пор и твердой фазы, если порода исследовалась методом Преображенского. Данные опыта представлены в таблице:

Масса образца горной породы г.			Плотность жидкости насыщения кг/м <sup>3</sup> (г/см <sup>3</sup> )	Истинная плотность горной породы г/см <sup>3</sup> (кг/м <sup>3</sup> )
Высушенного М <sub>0</sub> г	Насыщенного жидкостью М <sub>1</sub> г	Насыщенного и взвешенного в этой жидкости М <sub>2</sub> г (кг)		
25	29	14	1010 (1,010)	2,50

Определить балансовые и извлекаемые запасы круговой залежи нефти, если известны:

Диаметр залежи – 10 км. (10 000 м);

Средняя толщина продуктивных пластов ( $\beta$ )– 20 м.;

Коэффициент открытой пористости ( $m$ )– 0,15;

Коэффициент начальной водонасыщенности ( $k_b$ ) – 0,25;

Объемный коэффициент нефти ( $b$ ) – 1,2 ( $\theta=1/b=0,83$ );

Проектный коэффициент нефтеотдачи – 0,3.

Обработать данные эксперимента по определению коэффициента карбонатности горных пород объемным методом на приборе Кларка и определить карбонатность и тип горной породы.

Масса навески горной породы мг.	Начальный объем жидкости в измерительном цилиндре (V <sub>2</sub> ) мл.	Конечный объем жидкости в измерительном цилиндре (V <sub>1</sub> ) мл.	Объем соляной кислоты (V <sub>к</sub> ) мл.	Температура опытов град С.	Барометрическое давление опыта мм рт. ст.
324	15	65	10	20	764

Определить истинную плотность минералов, слагающих образец горной породы при использовании стеклянного пикнометра и в качестве жидкости раствор хлористого кальция с плотностью 1175 кг/м<sup>3</sup>

Масса пикнометра г.			
Высушенного и взвешенного в воздухе М <sub>0</sub> (кг)	С жидкостью и взвешенного в воздухе М <sub>1</sub> (кг)	Сухого с навеской горной породы и взвешенного в воздухе М <sub>2</sub> (кг)	С жидкостью и навеской горной породы и взвешенного в воздухе М <sub>3</sub> (кг)
240 (240×10 <sup>-3</sup> )	390 (390×10 <sup>-3</sup> )	250 (250×10 <sup>-3</sup> )	394,5 (394,5×10 <sup>-3</sup> )

Определить начальный коэффициент нефтенасыщенности образца горной породы, исследуемого в приборе Дина и Старка для исходных данных:

Масса насыщенного образца горной породы до экстрагирования $M_0$ г	Масса сухого образца горной породы после экстрагирования $M_1$ г	Объем воды в ловушке прибора в конце опыта $V_v$ мл	Плотность пластовой воды в образце горной породы $\rho$ г/см <sup>3</sup>	Плотность нефти в образце горной породы $\rho_n$ кг/м <sup>3</sup>
35	31,5	0,5	1,030	905

Определить коэффициент объемной упругости образца горной породы цилиндрической формы, диаметром 25 мм, и длиной 30 мм, насыщенного жидкостью, если коэффициент сжимаемости жидкости составляет – 0,000945 1/МПа.

Начальное давление опыта $P_0$ мм рт. ст.	Давление в конце опыта $P_k$ кгс/см <sup>2</sup>	Начальный объем жидкости в измерительной бюретке для $P_0$ $V_0$ см <sup>3</sup>	Объем жидкости в конце опыта для $P_k$ $V_k$ см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости %	
				Открытой $m_0$	Полной $m_n$
785	38	26	27	16	20

При сдаче экзамена от студента ответить на два вопроса и решить одну из типовых задач.