

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 12:45:20  
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:

Жила полиметаллической руды пересекает семь разновидностей вмещающих пород. Оценить, влияет ли фактор «порода» на изменение объемного веса руды. Исходные данные (по семь замеров веса руд жилы в пределах каждой из разновидностей вмещающих пород) приведены ниже.

Таблица 1

Уровни фактора	Значения объемного веса						
	1	2.95	2.50	2.55	2.80	2.80	2.60
2	2.60	2.95	2.70	2.90	2.65	3.25	2.50
3	2.65	2.75	2.80	2.75	2.60	3.00	3.40
4	2.55	2.85	2.60	2.65	3.10	2.70	3.10
5	2.75	2.45	2.90	3.00	2.50	3.00	2.60
6	2.80	2.50	2.85	2.95	2.95	2.90	3.40
7	2.60	2.55	2.70	2.70	2.95	2.80	3.15

Оценить влияние фактора А (мощность жилы), фактора В (глубина ее залегания), а также их совместные влияние на среднее содержание разведываемого компонента. Исходные данные (содержание разведываемого компонента) приведены в таблице 2. Уровни фактора А: 1- мощность от 5 до 15 см; 2 – от 15 до 25 см; 3 – от 25 до 35 см; 4 – от 35 до 45 см; уровни фактора В: 1 – верхний горизонт; 2 – средний; 3 – нижний.

Таблица 2

Уровни фактора А	Уровни фактора В								
	1			2			3		
1	1	5	6	1	3	5	2	3	7
2	2	2	5	2	5	8	3	8	10
3	1	4	10	2	2	11	6	7	8
4	5	10	12	2	10	15	3	7	10

Результаты анализа проб руды на элементы X и Y приведены в таблице 3. Необходимо установить, существует ли линейная связь между изменениями содержания элементов в рудах?

Таблица 3

	Содержание элементов														
X	0.1	0.6	0.4	0.5	0.2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.7	0.4	0.2	0.5	0.3	0.6
Y	1.1	4.4	2.3	3.9	1.5	2.2	2.6	4.2	1.9	5.5	2.9	2.4	4.2	2.6	4.8

Оцените выборочный коэффициент корреляции между изменениями содержаний  $Al_2O_3$  и FeO в изучаемых породах на основе имеющихся результатов анализа 25 проб:

Таблица 4

$Al_2O_3$	FeO								
14.45	0.65	14.60	0.80	13.30	0.27	13.45	0.32	14.55	0.70
13.90	0.51	14.75	1.68	13.40	0.42	13.65	0.28	13.80	0.38
14.30	0.43	14.80	1.45	13.95	0.40	14.05	0.33	14.20	0.47
14.15	0.37	14.85	0.53	14.00	0.52	14.10	0.44	14.40	0.90
13.75	0.52	12.25	1.80	14.40	0.55	14.50	0.92	13.85	0.40

Установите аналитическое выражение связи между основным элементом X, элементом-примесью Y в рудах одного из месторождений ( $r_{xy} = 0.906$ ;  $\bar{x} = 12.33$ ;  $\bar{y} = 1.05$ ;  $s(x) = 2.334$ ;  $s(y) = 0.50$ ).

Оцените аналитическую зависимость  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$  на основании обработки данных методом наименьших квадратов:

X <sub>i</sub>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Y <sub>i</sub>	1	4	13	28	49	76	109	148	193	244

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 M <sub>0</sub> г	Насыщенного жидкостью M <sub>1</sub> г	Насыщенного и взвешенного в этой же жидкости M <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 (β)– 20 м.;
- Коэффициент открытой пористости (m)– 0,15;
- Коэффициент начальной водонасыщенности (k<sub>в</sub>) – 0,25;
- Объемный коэффициент нефти (b) – 1,2 (θ=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  $1175 \text{ кг/м}^3$

Масса пикнометра г.			
Высушенного и взвешенного в воздухе $M_0$ (кг)	С жидкостью и взвешенного в воздухе $M_1$ (кг)	Сухого с навеской горной породы и взвешенного в воздухе $M_2$ (кг)	С жидкостью и навеской горной породы и взвешенного в воздухе $M_3$ (кг)
240 ( $240 \times 10^{-3}$ )	390 ( $390 \times 10^{-3}$ )	250 ( $250 \times 10^{-3}$ )	394,5 ( $394,5 \times 10^{-3}$ )

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  $-0,000945 \text{ 1/МПа}$ .

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 $P_0$ см <sup>3</sup>	Объем жидкости в конце опыта для $P_k$ см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости %	
				Открытой $m_0$	Полной $m_n$
785	38	26	27	16	20

### 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 зачету с оценкой

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  $\rho/\lambda$  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.

При сдаче зачета предлагается решить одну из типовых задач контрольной работы.