

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Петрофизика»
для специальности 21.05.03 Технология геологической разведки

Ставрополь
2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 Пористость

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 Влажность, влагоемкость горных пород,
двойной слой

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 Проницаемость горных пород

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 Электромагнитные свойства

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5 Искусственная радиоактивность в геофизике

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Пористость

Цель работы. Ознакомление с понятием плотности и плотностями пластовых жидкостей. Освоение методики определения плотности жидкости пикнометрическим способом.

Теоретическая часть

Плотность σ – физическое свойство тел, количественно оцениваемое величиной отношения их массы к занимаемому ими объему. Единица измерения плотности в СИ – 1 кг/м^3 , допускается применение производной единицы – 1 г/см^3 .

Плотность пород σ_n зависит от плотностей ее твердой σ_t , жидкой $\sigma_{ж}$ и газовой σ_g фаз, а также от соотношения их в единице объема породы V_n .

Знание плотностей пород необходимо для решения следующих геологических задач: установление плотностной дифференциации пород; детальное группирование пород; выяснение характера связей плотности с другими петрофизическими величинами; оценка особенностей формирующегося осадка; направление и степень преобразования пород; выявление региональной и локальной смены пород; выяснение особенностей и истории формирования тектоники площадей, территорий, регионов;

освещение вопросов формирования локальных структур в условиях различных тектонических зон; районирование территорий по характеру изменения плотности с глубиной; выделение в разрезах плотностных контактов (границ) и установление причин их появления, отражающих условия осадконакопления; оценка угленосности отложений и их оруденения.

Плотность газовой, жидкой и твердой фаз пород определяется для оценки их вклада в плотность пород, общего представления о вещественном или минеральном составе и качестве почвенного воздуха, пластовых газов, вод, нефтей, минералов и пород, как одно из основных свойств для диагностики и классификации природных смесей газов, пластовых вод, нефтей, минералов и пород.

В лаборатории обычно определяют плотность абсолютно сухого образца породы σ_c , так как трудно сохранить характерные для естественного залегания пород влажность W , минерализацию и водонефтегазонасыщенность пород. Далее по значениям σ_c , известному коэффициенту объемной влажности W_n породы и плотности σ_v насыщающей ее воды или по найденным плотностям σ_v , σ_n и σ_g воды, нефти и газа и коэффициентам k_v , k_n , k_g и водо-, нефте- и газонасыщения рассчитывают плотность σ_n породы.

Плотности твердой фазы σ_t варьируют в пределах $1,0 - 7,0$ г/см³, сухих пород σ_c – от $0,5$ до $7,0$ г/см³, влажных $\sigma_{вн}$ – от $1,1$ до $7,0$ г/см³.

В зависимости от концентрации солей плотность вод увеличивается от 1 (пресная вода) до $1,26$ г/см³ (предельно крепкий раствор). С увеличением давления (глубины) плотность увеличивается. Рост температуры приводит к ее уменьшению, так как температурный коэффициент расширения, изменяясь от $6,5 \cdot 10^{-5}$ при $4 \cdot 10^\circ\text{C}$ до $58 \cdot 10^{-5}$ при температуре $65 - 70^\circ\text{C}$, также растет.

Если известна плотность жидкости и температура, то можно определить ее минерализацию (рис. 1.1). Плотности жидкостей могут быть измерены с большей точностью, относительная погрешность в измерении плотностей жидкостей обычно не превосходит $0,005$.

Плотность нефтей колеблется в пределах $0,75 - 0,98$ ($t=20^\circ\text{C}$), чаще всего в пределах $0,82 - 0,92$ г/см³. Она зависит, во-первых, от содержания в ней легких низкокипящих – бензиновых и лигриновых – фракций, во-вторых, от содержания асфальтово-смолистых компонентов, обладающих плотностью порядка 1 г/см³ и выше, в-третьих, от химической природы углеводородов, составляющих основную массу нефти.

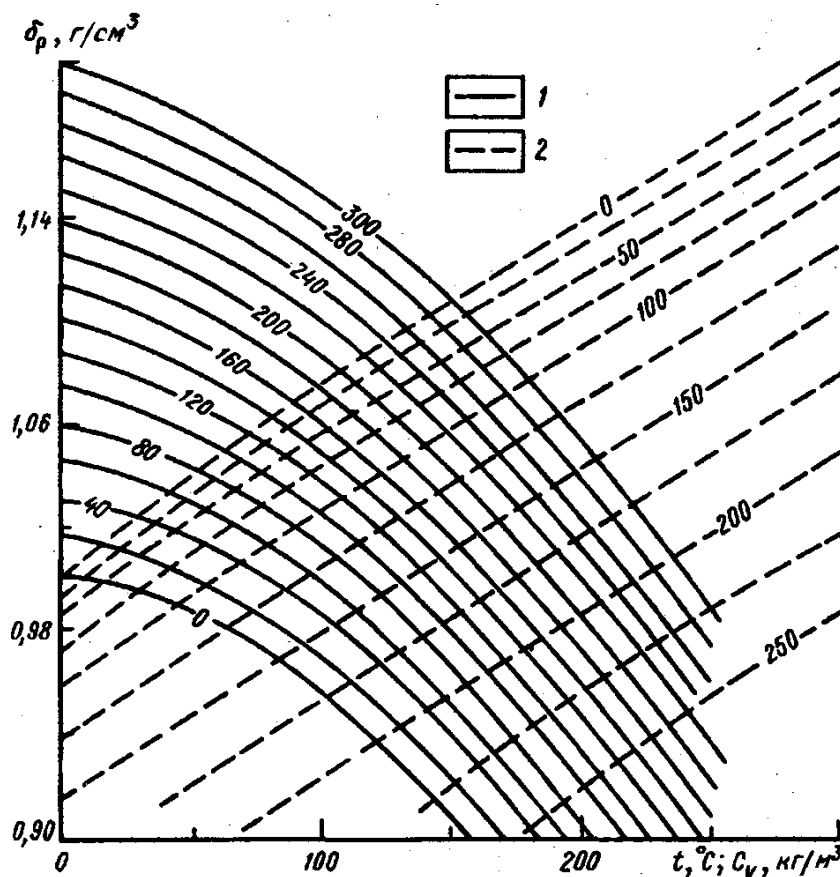


Рисунок 1.1 – Зависимость плотности растворов NaCl
от объемной концентрации C_v и температуры t

1 – зависимость от температуры, 2 – зависимость от концентрации

Плотность воздуха при температуре 20°C и давлении 0,1 МПа равна 0,0012 г/см³.

Плотность углеводородных газов находится в пределах от 0,000715 (метан) до 0,00317 (пентан) г/см³ и в среднем близка к плотности воздуха.

Для определения плотности однородной жидкой фазы или отдельных компонентов (нефть, вода) неоднородной в лабораторных условиях используют поплавковый (ареометрический), весовой (пикнометрический), гидростатический, вибрационный, радиоактивный, ультразвуковой, оптический и кондуктометрический способы. Чаще других применяется пикнометрический способ.

Пикнометрический способ определения плотности сводится к взвешиванию исследуемой жидкости в пикнометре известного объема. Пикнометр представляет собой сосуд объемом

$$V_n = \frac{m_{\text{в}}}{\sigma_{\text{в}}} = \frac{m_{\text{н.в}} - m_n}{\sigma_{\text{в}}}, \quad (1.1)$$

где $m_{\text{в}}$, $m_{\text{н.в}}$ и m_n – соответственно массы воды в объеме пикнометра, пикнометра с водой и сухого пикнометра. Масса изучаемой жидкости в объеме V_n пикнометра будет $m_{\text{ж}} = m_{\text{н.ж}} - m_n$, где $m_{\text{н.ж}}$ – масса пикнометра и жидкости в его объеме.

Оборудование и материалы

1. Лабораторные весы.
2. Пикнометры.
3. Стеклянные сосуды объемом 200-500 мл.
4. Пипетки.
5. Дистиллированная вода
6. NaCl

Указания по технике безопасности

При работе в специализированной лаборатории необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не входить в лабораторию без разрешения преподавателя (лаборанта).
2. Не включать без разрешения оборудование.
3. При несчастном случае или поломке оборудования позвать преподавателя (лаборанта).
4. Не трогать провода и разъемы.
5. Не допускать порчи оборудования.
6. Не шуметь.

Указания по порядку выполнения работы

1. Приготовление модели пластовой воды.

1.1. В стеклянном сосуде готовим раствор NaCl, используя примерно 5–10 г соли на 100 мл воды.

2. Определение рабочего объема пикнометра V_n при температуре 20° С по воде.

2.1. Пикнометр моют и сушат, взвешивают и определяют массу пикнометра m_n .

2.2. Заполняют пикнометр дистиллированной водой до метки на горлышке.

2.3. Обтирают пикнометр и снова взвешивают для определения его массы $m_{n\phi}$ с водой.

объем пикнометра.

3. Определение плотности жидкости.

3.1. В пикнометр, высушенный до постоянной массы, по стенке наливают исследуемую жидкость (модель пластовой воды) до метки на горлышке.

3.2. Взвешивают пикнометр для определения массы $m_{n.ж}$ пикнометра с жидкостью.

3.3. Рассчитывают плотность жидкости (г/см^3) по формуле:

$$\sigma_{ж} = \frac{(m_{n.ж} - m_n) \sigma_{\phi}}{(m_{n.\phi} - m_n)}. \quad (1.2)$$

4. Вычисление погрешности измерений.

Рассчитываем наибольшую метрологическую относительную погрешность:

$$\frac{\Delta \delta_{ж}}{\delta_{ж}} = \frac{\Delta m_{п.ж}}{m_{п.ж}} + \left(\frac{m_{\phi} - m_{ж}}{m_{\phi} - m_{ж}} \right) \Delta m_n + \frac{\Delta m_{п.\phi}}{m_{п.\phi}} + \frac{\Delta \delta_{\phi}}{\delta_{\phi}}. \quad (1.3)$$

При взвешивании на лабораторных весах ВЛТЭ-1100 погрешности

$\Delta m_n = \Delta m_{п.\phi} = \Delta m_{п.ж} = 0,01$ г. $\Delta \delta_{\phi}$ – погрешность определения плотности

дистиллированной воды принимаем равной

Содержание отчета

Отчет формируем в соответствии с приложением А.

Исходные данные и результаты вычислений для определения $\sigma_{ж}$

пикнометрическим способом записываются по форме, приведенной в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Номер образца	Жидкость	Масса, г			$\sigma_{\text{ж}}$, г/см ³	V_n , см ³	$\sigma_{\text{ж}}$, г/см ³	$\frac{\Delta\sigma_{\text{ж}}}{\sigma_{\text{ж}}}$, %
		m_n	$m_{n.в}$	$m_{n.ж}$				

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность?
2. Какие пластовые жидкости вы знаете?
3. Какие существуют лабораторные способы определения плотностей жидкости?
4. В каких пределах изменяется плотность пластовых жидкостей и газов?
5. Что такое пикнометр?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Влажность, влагоемкость горных пород, двойной слой

Цель работы. Ознакомление с понятием плотности твердой фазы горных пород и пределами её изменения. Освоение методики определения плотности твердой фазы пикнометрическим способом.

Теоретическая часть

Плотность твердой фазы σ_T измеряется для оценки ее вклада в плотность пород, общего представления о вещественном или минеральном составе, выяснения генезиса обломочных пород (размещения источников и направления сноса обломочного материала), корреляции отложений, определения коэффициента пористости по Мельчеру и др.

Плотность твердой фазы или минерального скелета σ_T зависит от плотности слагающих породу минералов σ_{Ti} . Теоретически её можно рассчитать по формуле:

$$\sigma_T = \sum_{i=1}^n \sigma_{Ti} \cdot V_i \quad (2.1)$$

где n – число минералов, составляющих породы; V_i – доля объема, занимаемого i -м минералом, плотностью σ_{Ti} .

Плотность минералов изменяется от 0,98 г/см³ для льда до 22,5 г/см³ для иридиевого осмия.

Основное влияние на плотность рудных минералов оказывает их средневзвешенная относительная атомная масса, а на плотность породообразующих минералов – упаковка атомов в молекуле.

Минералы подразделяются на **плотные** ($\sigma_T > 4$ г/см³), **средней** ($\sigma_T = 2,5-4,0$ г/см³) и **малой** ($\sigma_T < 2,5$ г/см³) плотности.

Большая часть всех минералов имеет среднюю плотность. Незначительное число минералов (10–15%) – малой плотности.

К плотным минералам относятся: селен, теллур, самородные металлы (золото, серебро, медь и др.), сульфиды, за редким исключением, более половины из окислов и гидроокислов и др.

К минералам малой плотности принадлежат следующие: из самородных неметаллов – графит и сера; некоторые из окислов и гидроокислов (лед, опал); многие минералы класса силикатов (галлуазит, монтмориллонит); некоторые из боратов (бура); водные карбонаты (сода); водные сульфаты (мирабилит), из хлоридов – галит, сильвин.

Плотность твердой фазы σ_T пород и минералов определяют следующими способами: флотационным, пикнометрическим, гидростатического взвешивания, объемным, объемно-весовым и др. Во всех способах, кроме флотационного, масса твердой фазы пород определяется взвешиванием, а объем ее гидростатическим взвешиванием при помощи пикнометров и объемомеров.

При пикнометрическом способе взвешивают при температуре t и получают массы m_{Π} абсолютно сухого пикнометра, $m_{\Pi.ж}$ пикнометра, заполненного до метки рабочей (пластовая вода, керосин и др.) жидкостью, $m_{\Pi.т}$ абсолютно сухого пикнометра, заполненного на 1/3 объема абсолютно сухой измельченной твердой фазой породы, и пикнометра с тем же объемом твердой фазы и рабочей жидкостью $m_{\Pi.т.ж}$, заполняющей до метки оставшийся объем пикнометра.

Зная эти массы, можно рассчитать плотность твердой фазы породы:

$$\sigma_{\text{т}} = \frac{(m_{\text{п.т}} - m_{\text{п}}) \sigma_{\text{ж}}}{(m_{\text{п.ж}} - m_{\text{п}} - m_{\text{п.т.ж}} + m_{\text{п.т}})} \quad (2.2)$$

Оборудование и материалы

1. Лабораторные весы.
2. Пикнометры.
3. Пипетки.
4. Весовой стаканчик с притертой крышкой.
5. Совочек или шпатель для перемешивания пробы и взятия навески.
6. Металлическая ступка с пестиком.
7. Сита с диаметрами отверстий 0,1 и 0,25 мм.
8. Рабочая (пикнометрическая) жидкость (вода, спирт, бензин и т. п.).

Указания по технике безопасности

При работе в специализированной лаборатории необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не входить в лабораторию без разрешения преподавателя (лаборанта).
2. Не включать без разрешения оборудование.
3. При несчастном случае или поломке оборудования позвать преподавателя (лаборанта).
4. Не трогать провода и разъемы.
5. Не допускать порчи оборудования.
6. Не шуметь.

Указания по порядку выполнения работы

1. Подготовка твердой фазы.

- 1.1. Отбирают образцы массой 15–20 г, не содержащие случайных примесей или включений;
- 1.2. Отобранные образцы измельчают в металлической (или фарфоровой) ступке;

- 1.3. Пропускают через набор сит диаметром 0,25–0,1 мм;
- 1.4. Полученные обломки породы диаметром 0,1–0,25 мм отмывают от нефти и остаточных солей спиртом или ксилолом;
- 1.5. Высушивают образцы (в зависимости от их состава и чувствительности к нагреванию) при комнатной температуре до постоянной массы;

2. Определение плотности твердой фазы.

2.1. Калибруют пикнометры по воде, определяют массу воды в объеме пикнометра.

2.2. Определяют массу $m_{п.т}$ подготовленной твердой фазы, для чего в абсолютно сухой пикнометр объемом 50–100 см³ с массой $m_{п}$ помещают 4–5 г или 10–11 г подготовленной твердой фазы породы и взвешивают.

2.3. Кипячением дегазируют обломки твердой фазы породы. Для этого пикнометр с породой заполняют дистиллированной водой так, чтобы порода и вода заняли 2/3 его объема и на 20–60 мин (в зависимости от состава твердой фазы) помещают пикнометр в кипящую водяную баню.

После прекращения выделения пузырьков воздуха доводят воду в пикнометре до метки на горлышке. Следят, чтобы уровень воды в пикнометре оставался постоянным (нижний край мениска воды должен находиться на уровне метки).

2.4. Определяют массу $m_{п.т.ж}$, для чего пикнометр обтирают и взвешивают.

2.5. Рассчитывают по формуле

$$\sigma_{\tau} = \frac{(m_{п.т.} - m_{п}) \sigma_{ж}}{\text{плотность}}$$

твердой фазы породы.

Вычисление погрешности измерений.

Рассчитываем наибольшую метрологическую относительную погрешность:

$$\frac{\Delta \sigma_T}{\sigma_T} = \frac{\sigma_T}{m_T \sigma_{T,ж}} \left[\left(\frac{\sigma_{T,ж}}{\sigma_T} - 1 \right) \left(\Delta m_{п.т} + \Delta m_{п} \right) + \Delta m_{п.ж} + \Delta m_{п.т.ж} \right] + \frac{\Delta \sigma_{ж}}{\sigma_{ж}} \quad (2.3)$$

При взвешивании на лабораторных весах ВЛТЭ-1100 погрешности

$\Delta m_n = \Delta m_{n..т} = \Delta m_{n..жс} = \Delta m_{n..тт.} = 0,01$ г. $\Delta \delta_{жс}$ – погрешность определения

плотности дистиллированной воды принимаем равной

Содержание отчета

Отчет формируем в соответствии с приложением А.

Исходные данные и результаты для определения σ_T пикнометрическим способом записываются по форме, приведенной в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Порода	№ образца	№ пикнометра	Масса, г				Плотность, г/см ³		$\Delta\delta_{ж} / \delta_{ж}, \%$
			$m_{п}$	$m_{п.в}$	$m_{п.т}$	$m_{п.т.в}$	$\sigma_{в}$	$\sigma_{т}$	

Контрольные вопросы

1. Что такое плотность твердой фазы и чем отличается от плотности сухой породы?
2. В каких пределах изменяется плотность твердой фазы?
3. Какие существуют зависимости в изменении плотности химических элементов?
4. Какие факторы определяют плотность минералов?
5. Какие существуют способы определения плотности твердой фазы?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Проницаемость горных пород

Цель работы. Определение плотности абсолютно сухой породы δ_c , не содержащей растворимых солей и нефти, путем деления массы образца m_c в воздухе на его объем V_c .

Теоретическая часть

Определение плотности абсолютно сухой породы гидростатическим взвешиванием – это один из методов определения плотности породы, который относится к весовым. Масса m_c получается путем взвешивания образца в воздухе, а его объем рассчитывается по формуле:

$$V_c = \frac{(m_c - m_{жс})}{\delta_{жс}}, \quad (3.1)$$

где

$m_{жс}$ – масса сухой породы при взвешивании в жидкости;

$\delta_{жс}$ – плотность жидкости (в качестве жидкости могут использоваться

дистиллированная вода, керосин, бензол и любая жидкость с известной плотностью).

Плотность абсолютно сухого образца определяется по формуле:

$$\delta_c = m_c \delta_{жс} / (m_c - m_{жс}) \quad (3.2)$$

где m_c – масса сухой породы при взвешивании в воздухе.

При определении плотности δ_c пористых и проницаемых образцов, для увеличения точности породы покрывают непроницаемой оболочкой (парафином, коллодием и тому подобное), при покрытии парафином требуется сушильный шкаф (иначе будут не плохие погрешности), в котором покрытая порода будет высушиваться и лишний парафин растечется от породы, а поры останутся покрыты парафином.

Также определяем объем образца $V_c = V_{с.об} - V_{об}$

формуле:

$$\delta_c = \frac{m_c}{V_{c.об} - V_{об}} = \left[\frac{m_{об} - m_{c.об}^{жс}}{\delta_{жс}} \right] - \left[\frac{m_{об} - m_c}{\delta_{об}} \right] \quad (3.3)$$

Оборудование и материалы

1. Технические весы, с возможность взвешивать на весу.
2. Металлическая проволока или нить, для подвешивания образцов.
3. Дистиллированная вода
4. Стеклоянные сосуды

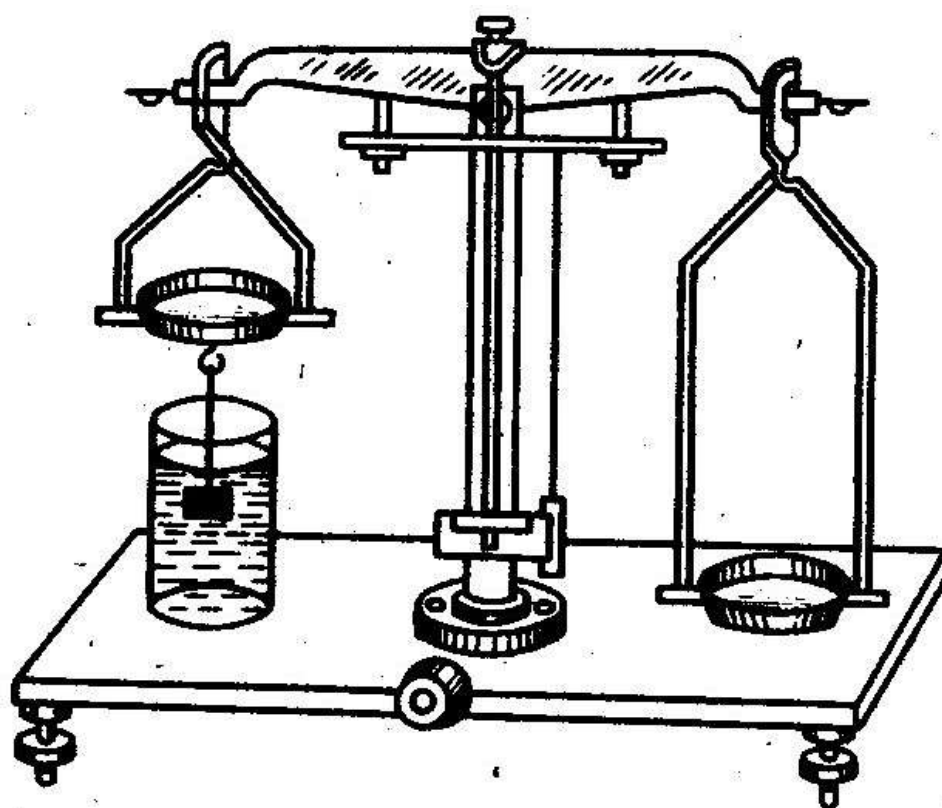


Рисунок 3.1 – Гидростатические весы
для взвешивания образцов в воде

Указания по порядку выполнения работы

1. Проверка работоспособности весов.

1.1. Весы ВЛР200 включаются рычажком сбоку, на шкалах справа и слева должны быть выставлены нули.

нужно посмотреть на подсвечивающуюся шкалу посередине, где должны быть видны цифры. Нужно запомнить на какой цифре стоит светящаяся шкала, чтобы знать абсолютный 0 (если шкала, например,

показывает 10, то при снятии значения мы будем отнимать 10 мг).

1.1. Проверить заземление.

1.2. Включить весы за 20-30 минут до начала работы.

1.3. Перед началом работы ручкой установить на отметку "00" диск делительного устройства и ручкой ввести нулевую отметку шкалы вотсчетную отметку экрана.

1.4. При работе на весах могут применяться методы прямого и точного взвешивания.

При прямом взвешивании в изолированном положении весов поместить взвешиваемый груз на левую чашку весов и уравновесить его накладными гирями из набора Г-2-210 и встроенными гирями, навешивая их ручкой на правое плечо коромысла.

Поворотом ручки ввести весы в рабочее положение.

Если после включения весов изображение шкалы не попадает на экран, то, дополнительно накладывая (или снимая) накладные гири и навешивая (или снимая) гиревым механизмом встроенные гири, вывести изображение шкалы на экран.

Снять показания со шкалы.

Наложение и снятие накладных и встроенных гирь производить только в изолированном положении весов.

Введение весов в рабочее положение, во избежание раскачивания подвесок, производить плавным поворотом ручки, при этом дверцы весовой камеры должны быть закрыты.

1.1. Проверить заземление.

1.2. Включить весы за 20-30 минут до начала работы.

1.3. Перед началом работы ручкой установить на отметку "00" диск делительного устройства и ручкой ввести нулевую отметку шкалы вотсчетную отметку экрана.

1.4. При работе на весах могут применяться методы прямого и точного взвешивания.

При прямом взвешивании в изолированном положении весов поместить взвешиваемый груз на левую чашку весов и уравновесить его накладными

гирями из набора Г-2-210 и встроенными гирями, навешивая их ручкой на правое плечо коромысла.

Поворотом ручки ввести весы в рабочее положение.

Если после включения весов изображение шкалы не попадает на экран, то, дополнительно накладывая (или снимая) накладные гири и навешивая (или снимая) гиревым механизмом встроенные гири, вывести изображение шкалы на экран.

Снять показания со шкалы.

Наложение и снятие накладных и встроенных гирь производить только в изолированном положении весов.

Введение весов в рабочее положение, во избежание раскачивания подвесок, производить плавным поворотом ручки, при этом дверцы весовой камеры должны быть закрыты.



Рисунок 3.2 – Шкала

1.2. На левую часть весов подвешивается порода (или исследуемый объект), а на правой части весов ставятся гирьки известной массы. При подвешивании образца весом более 105 мг цифры на подсвечивающейся шкале пропадут, при уравнивании весов мы должны добиться получения цифр на шкале. Для этого с правой стороны мы подставляем гирьки. Справа от шкалы есть 2 колёсика: 1-ое колёсико отвечает за шкалу, которая находится

правее от светящейся шкалы и показывает сотые миллиграммы, светящаяся шкала показывает десятые миллиграммы; 2-ое колёсико отвечает за изменение шкалы, которая находится правее от светящейся шкалы, она показывается знаки после запятой. Измеренный вес будет равен весу гирьки на правой стороне весов + сотым миллиграмма на шкале левее от подсвечивающейся шкалы + десятые миллиграмма на подсвечивающейся шкале + знаки после запятой на шкале правее от подсвечивающейся.

2. Измерительная часть

2.1. Отбирают однородные образцы массой 5–10 г и более без включений и трещин, не свойственных этой породе.

2.2. Подбирается нить или проволока для подвешивания породы, взвешивается в жидкости (m_{np}).

2.3. Образцы взвешивают в воздухе m_c (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 - Взвешивание породы в воздухе

2.4. В колбу наливают жидкость (дистиллированная вода, керосин, бензол или др.), желательно, чтобы вес колбы с жидкостью составлял меньше 200 г (весы ВЛР200 измеряют не более 200 грамм). Колба с жидкостью предварительно взвешивается (рис. 3.4), для последующего исключения из результатов. Получаем массу $m_{колб}^{жс}$. Ширина колбы должна быть больше диаметра образца, чтобы он не касался стенок и дна колбы.



Рисунок 3.4 – Взвешивание жидкости

2.5. Взвешивают образцы в колбе с жидкостью так, чтобы они не касались стенок и дна колбы (рис. 3.5). Для этого подвешивают на тонкой проволочке к дужке технических весов, под ним устанавливают стакан и грузиками уравнивают весы, так чтобы была видна шкала. Получаем массу $m_{с.колб.пр}^{ж}$ породы, колбы с жидкостью и проволоки.



Рисунок 3.5 - Взвешивание породы в жидкости.

3. Расчетная часть

3.1. Находим массу породы в жидкости $m_c^{\text{ж}} = m_{\text{с. колб. пр}}^{\text{ж}} - m_{\text{колб}}^{\text{ж}} - m_{\text{пр}}^{\text{ж}}$.

3.2. Зная массы породы в воздухе и в жидкости, а также плотность жидкости находим объем породы по формуле: $V_c = (m_c - m_c^{\text{ж}}) / \delta_{\text{ж}}$.

3.3. Затем находим плотность породы по формуле:

$$\delta_c = \frac{m_c \delta_{\text{ж}}}{(m_c - m_c^{\text{ж}})} \quad (3.4)$$

Для более точных измерений берут 2 одинаковые породы и проводят все вышеназванные измерения и вычисления.

4. Вычисление погрешности измерений.

Рассчитываем наибольшую метрологическую относительную погрешность:

$$\frac{\Delta \delta_c}{\delta_c} = \frac{m_c^*}{m_c - m_c^*} \left(\frac{\Delta m_c^*}{m_c^*} + \frac{\Delta m_c}{m_c} \right) + \frac{\Delta \delta_{\text{ж}}}{\delta_{\text{ж}}} = \frac{m_c^* \delta_c}{m_c \delta_{\text{ж}}} \left(\frac{\Delta m_c^*}{m_c^*} + \frac{\Delta m_c}{m_c} \right) + \frac{\Delta \delta_{\text{ж}}}{\delta_{\text{ж}}}, \quad (3.5)$$

при $\delta_{\text{ж}} = 1 \text{ г/см}^3$ и $\Delta m_c^* = \Delta m_c$, формула упрощается:

$$\frac{\Delta \delta_c}{\delta_c} = \Delta m_c (2\delta_c - 1) / m_c. \quad (3.6)$$

Так как в качестве жидкости у нас дистиллированная вода, то для расчетов используем формулу 3.6.

Содержание отчета

Отчет формируем в соответствии с приложением А.

Выполнив все необходимые записи показаний измерительных приборов, надо произвести вычисления, занести в таблицу 3.1 и сделать краткие выводы по работе.

Таблица 3.1

Номер образца			
Название породы			
Масса, г	$m_{\text{пр}}$		
	m_c		
	$m_{\text{колб}}^*$		
	$m_{\text{с.колб.пр}}^*$		
	m_c^*		
Объем, см ³	V_c		
Плотность, г/см ³	$\delta_{\text{ж}}$		
	δ_c		
Погрешность, %	$\Delta \delta_c / \delta_c$		

Контрольные вопросы

1. По какой формуле определяется объем породы?
2. По какой формуле определяется плотность породы?
3. Для чего породы покрывают непроницаемой оболочкой?

Электромагнитные свойства

Цель работы. Ознакомление с основными магнитными параметрами горных пород. Освоение методики определения остаточной намагниченности, азимута склонения и угла наклона горных пород магнитометрическим способом.

Теоретическая часть

Магнетизм – свойство пород намагничиваться в магнитном поле, изменять его и иногда сохранять намагниченное состояние после прекращения действия поля.

В результате намагничивания любой объем породы приобретает магнитный момент. Магнетизм проявляется при взаимодействии двух намагниченных образцов пород или образца породы и проводника, по которому течет ток; его определяют концентрация и распределение в породе диа-, пара-, антиферро-, ферро- или гораздо чаще ферромагнитных компонентов, их химический состав, структура кристаллической решетки минералов, в частности, тип связи в ней атомов или ионов. Магнетизм зависит от происхождения и условий жизни пород. Он не постоянен, если растут со временем действующие на погружающуюся породу давление и температура; при этом изменяется не только ее структура, но и минеральный состав.

Магнитные свойства горных пород описываются несколькими параметрами, среди которых для интерпретации геофизических данных наибольший интерес представляют магнитная восприимчивость χ , магнитная проницаемость μ и вектор намагниченности горных пород $\vec{J}$.

Оборудование и материалы

1. Магнитометр астатический.
2. Контейнеры для образцов 50×50×50 мм и 70×70×70 мм.

Указания по порядку выполнения работы

Измерения могут выполняться двумя способами: на уровне нижнего магнита астатической системы; в положении, равноудаленном от обоих магнитов.

На уровне нижнего магнита определяются величина и направление

остаточной намагниченности $\vec{J}$.

В положении, равноудаленном от обоих магнитов, измеряется одновременно величина вертикальных составляющих остаточной и индуктивной намагниченности. Для их разделения измерения выполняются при двух положениях образца, поворачивая его на 180° в вертикальной плоскости.

Содержание отчета

Отчет формируем в соответствии с приложением А.

Контрольные вопросы

1. Что такое относительная магнитная проницаемость?
2. Что такое магнитная восприимчивость?
3. В каких единицах в системе СИ измеряются χ и μ ?
4. В каких единицах в системе СИ измеряются намагниченность вещества J и напряженность магнитного поля H ?
5. Для какой цели производится поворот образца на 180° при определении вектора намагниченности с помощью магнитометра?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Искусственная радиоактивность в геофизике

Цель работы. Изучение удельного электрического сопротивления пластовой воды для решения различных промыслово-геофизических задач.

Теоретическая часть

Пластовая вода, насыщающая породу, оказывает значительное влияние на величину УЭС $\rho_{в.п.}$. Величина удельного электрического сопротивления воды $\rho_в$ зависит от химического состава растворенных в ней солей, от их концентрации и от температуры.

В связи с тем, что удельные электрические сопротивления растворенной в пластовых водах основной части солей незначительно отличаются друг от друга и что в пластовых водах, как правило, преобладает соль NaCl, в лаборатории модель пластовой воды готовят на базе NaCl.

Определение удельного электрического сопротивления воды $\rho_в$ возможно по известной концентрации (минерализации) солей с использованием зависимости $\rho_в = f(C)$. Измерения УЭС $\rho_в$ воды возможны как на постоянном, так и на переменном токе. Если измерения проводятся на постоянном токе, то в измерительной ячейке используют электроды повышенной стабильности (из платины или серебра), измеряют активное сопротивление воды $R_в$ и по эталонному графику $R_в = f(\rho_в)$ находят удельное электрическое сопротивление воды $\rho_в$. При измерениях на переменном или пульсирующем токе требования к стабильности электродов снижаются и используется чаще всего принцип непосредственной оценки $\rho_в$ на переменном токе.

Оборудование и материалы

1. Резистивиметр типа ПР-1.
2. Инструкция по эксплуатации резистивиметра ПР-1.
3. Насыщенный раствор NaCl.
4. Дистиллированная вода.

Указания по технике безопасности

При работе в специализированной лаборатории необходимо соблюдать следующие правила:

1. Не входить в лабораторию без разрешения преподавателя (лаборанта).
2. Не включать без разрешения оборудование.
3. При несчастном случае или поломке оборудования позвать преподавателя (лаборанта).
4. Не трогать провода и разъемы.
5. Не допускать порчи оборудования.
6. Не шуметь.

Указания по порядку выполнения работы

1. Определение сопротивления пластовой воды.

Для определения сопротивления используется ванна для пластовой воды, платформа NI ELVIS II или мультиметр (тестер).

2.2. Измеряем сопротивление пластовой воды. Включаем мультиметр в режиме измерения самых низких значений сопротивления, щупы замыкаются накоротко (соединяются между собой). Измеренное сопротивление погрешности необходимо записать для исключения в дальнейшем сопротивления проводов и щупов из показаний. После этого щупы подключаются к электродам. Измерения проводятся ступенчато, т.е. сначала включается измерение наибольшего диапазона, потом измерения на более низких диапазонах. Как только значения перестали определяться, мультиметр стоит перевести на измерение предыдущего (большого) диапазона. Стоит помнить, что чем меньше диапазон измерений, тем выше точность измерений. Исходя из этого, следует переводить мультиметр в наиболее чувствительный режим. Измерения можно проводить несколько раз, чтобы уменьшить погрешность. При этом выбирается среднее значение сопротивления.

Если же проводится исследование зависимости значений удельного электрического сопротивления от минерализации раствора, то необходимо

менять минерализацию, добавляя $NaCl$.

2. Обработка результатов измерений

После проведения измерений, результаты следует оформить в виде таблицы, где также будут указаны измеренные и рассчитанные величины.

2.1. Определяем удельное сопротивление пластовой воды:

$$\rho = \frac{R \cdot S}{L}, \quad (5.1)$$

где R – показания мультиметра, включенного в режим омметра;

S – площадь сечения алюминиевых пластин;

L – длина корпуса.

2.2. По полученным значениям построим график, наглядно показывающий зависимость значений УЭС от минерализации. Для построения можно воспользоваться редактором Microsoft Excel.

2.3. При петрофизических исследованиях зачастую используют не значение удельного электрического сопротивления, а значения обратной величины – удельной электрической проводимости (УЭП). Поскольку эти величины обратные, то можно перейти от одной к другой, используя формулу:

$$\rho = \frac{1}{\sigma}, \quad (5.2)$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление

σ – удельная электрическая проводимость

По значениям УЭП, как и по значениям УЭС, построить график зависимости от минерализации.

Содержание отчета

Отчет формируем в соответствии с приложением А.

Экспериментальные и рассчитанные значения записываются по форме, приведенной в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Измеренные величины	№ опыта			
	1	2	3	4
$R_{погр}$, Ом				

$R_{изм}, \text{ Ом}$				
$d_1, \text{ м}$				
$d_2, \text{ м}$				
$L, \text{ м}$				
$M, \text{ кг}$				
Рассчитанные величины				
$R, \text{ Ом}$				
$Q, \text{ кг/м}^3$				
$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$				

Значения УЭС и УЭП, в зависимости от минерализации пластовой воды записываются по форме, приведенной в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Величины	Минерализация $Q, \text{ кг/м}^3$			
$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$				
$\sigma, \text{ См} \cdot \text{ м}$				

Контрольные вопросы

1. От чего зависит величина удельного электрического сопротивления воды?
2. Как измеряется сопротивление пластовой воды?
3. Формула определения удельного сопротивления пластовой воды.

Приложение А

Требования к оформлению отчета по выполнению лабораторных работ

Практическое занятие представляет собой научный отчет небольшого объема, в котором обобщается работа в рамках определенной темы, проведенная студентом.

Отчёт по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым студентом, выполнившим необходимые эксперименты (независимо от того, выполнялся ли эксперимент индивидуально или в составе группы студентов). Страницы отчёта следует пронумеровать (титульный лист не нумеруется, далее идет страница 2 и т. д.).

Отчеты по лабораторным работам оформляются на листах А и собираются в альбом лабораторных работ

Образец титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО
«Северо-Кавказский федеральный университет»
Кафедра «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»
ОТЧЕТ
по лабораторной работе № _
«_____»
наименование работы
по дисциплине «ФИЗИКА ГОРНЫХ ПОРОД»
Выполнил студент группы _____

Ф.И.О.
Проверил преподаватель

Ф.И.О.
Ставрополь, 20__г.

Цель работы: приводится формулировка цели лабораторной работы. Формулировки цели для каждой лабораторной работы приведены в методических указаниях.

Теоретическая часть: приводятся теоретические сведения, которые могут помочь во время защиты лабораторной работы.

Оборудование и материалы: приводится перечень использованного оборудования и материалов.

Порядок выполнения работы: описываются последовательно этапы выполнения работы с указанием результатов.

Вывод: кратко описываются итоги проделанной работы и приводится анализ полученных результатов.

Параметры форматирования

Текст работы должен быть напечатан через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги (А4).

Текст и другие отпечатанные элементы работы должны быть черными, контуры букв и знаков – четкими, без ореола и затенения.

Шрифт Times New Roman, размер шрифта 14.

Названия глав и параграфов выделяются полужирным шрифтом.

Лист с текстом должен иметь поля: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху – 20 мм, снизу – 20 мм.

Необходимо различать в тексте **дефис** (-) (например, корреляционно-регрессионный) и **тире** (–) (Alt + 0150).

Нумерация рисунков, таблиц и формул должна соотноситься с номером лабораторной работы. Например, в лабораторной работе 1 таблицы и рисунки нумеруются так: Таблица 1.1, Рисунок 1.1, (1.1) и так далее.

Рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках различные виды линий – пунктирные, сплошные и т. д., разное оформление точек, по которым строится график – кружочки, квадраты, ромбы, треугольники).

Рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1.1 – Название).

Надписи на рисунках должны читаться.

Рисунки должны читаться отдельно от текста, поэтому оси должны иметь название и единицы измерения;

Таблицы должны иметь название. Таблицы нумеруются сверху (Таблица 1.1 – Название).

Формулы выполняются в редакторе формул **MathType** (желательно). Если в вашем Microsoft Word нет этого редактора, то нажимаем вкладку *Вставка* → *Объект* → *Microsoft Equation 3.0*, в появившемся окне пишем

формулу. Формулы выравниваются по центру, их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю. Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

Заголовки должны быть выделены относительно основного текста, например, выполнены в полужирном стиле.

Страницы нумеруются арабскими цифрами. Номер страницы ставится в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится.

Литература

Основная литература:

1. Зеливянская, О. Е. (СКФУ). Физика горных пород : учебное пособие(курс лекций) для студентов специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки» / О. Е. Зеливянская ; Сев.-Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 156 с

Дополнительная литература

1. Добрынин, В. М. Петрофизика (физика горных пород) : учебник для вузов / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников. - М. : Нефть и газ ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 355-357. - Предм. указ.: с.358-362. - ISBN 5-7246-0295-4
2. Зинченко, В. С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных : учеб. пособие / В. С. Зинченко ; Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. С. Орджоникидзе. - М. : Тверь : Изд-во АИС, 2005. - 387 с. : ил., табл. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 378-382. - ISBN 5-94789-117-4
3. Петрофизика : учебник для вузов / Г. С. Вахромеев, Л. Я. Ерофеев, В. С. Канайкина, Г. Г. Номоконова. - Томск : Изд-воТомского ун-та, 1997. - 462 с. : ил. - Библиогр.: с. 456-458. - ISBN 5- 7511-0851-5
4. Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - 6-е изд. - М. : URSS, 2012. - 360 с. : ил. - (Классика инженерной мысли: горное дело). - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 335-336. - ISBN 978-5-397-03053-3
5. Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Недра, 1973. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 280-282
6. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика) : справочник геофизика / под ред.

Н. Б. Дортман. - М. : Недра, 1976. - 527 с. : ил. - Библиогр.: с. 501-525

Интернет-ресурсы

- 1 <http://ansatte.uit.no/webgeology/> сайт Университета Тромсё (University of Tromsø), Норвегия
- 2 <http://oilcraft.ru/load/2> - нефтегазовый портал
- 3 <http://www.geokniga.org/inboxes> - Геологический портал GeoKniga

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению самостоятельной работы
по дисциплине «Петрофизика»
для специальности 21.05.03 Технология геологической разведки

Ставрополь
2026

Содержание

Пояснительная записка

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Методические рекомендации по выполнению заданий

Список литературы, рекомендуемый к использованию в
самостоятельной работе студентов

Пояснительная записка

Наряду с аудиторной работой одной из форм учебного процесса, его существенной частью является самостоятельная работа студентов (СРС).

Задачами СРС являются:

- развитие и привитие навыков самостоятельной учебной работы и формирование знаний;
- освоение, углубление содержания и основных положений курса, выносимых на самостоятельное изучение студента; в ходе составления опорного конспекта, в ходе подготовки к лекционным занятиям
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий при подготовке и написании докладов, рефератов, для эффективной подготовки к итоговому контролю.

Самостоятельная работа студентов может осуществляться как в аудитории, так и вне ее, обычно это в основном внеаудиторная деятельность студента. Для активного владения знаниями в процессе аудиторной работы необходимо не только понимание учебного материала, но и творческое его восприятие.

Основные формы реализации самостоятельной работы и контроля знаний являются:

Комплект разноуровневых задач и заданий – индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по темам дисциплины. Процедура проведения этой формы учебной деятельности студента включает в себя письменное выполнение заданий трех уровней и защиту их на практическом занятии. При проверке задания, оцениваются полнота и самостоятельность выполнения заданий, оригинальность решения.

Опорный конспект темы – письменный текст, в котором кратко и последовательно изложено содержание основного источника информации. Конспектировать – значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Записи могут делаться как в виде точных выдержек, цитат, так и в форме свободной подачи смысла. Данный вид самостоятельной работы направлен на формирование представлений о конфликтах.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Их содержание должно сформировать умение анализировать философско-методологические и научные тексты, обосновывать своё отношение к изложенным в них оценкам, составлять краткие конспекты, тезисы прочитанного, умение применять полученные знания для постановки и решения исследовательских задач, связанных с изучением студентами той или иной области природы и культуры. Разнообразие заданий позволяет учитывать индивидуальные особенности студентов при организации самостоятельной работы.

Четкое выполнение самостоятельной работы студентами обеспечит своевременную подготовку к занятию, высокое качество усвоения материала, возможность применения теоретических знаний на практике.

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов
5 семестр				
ОПК-13	Изучение литературы по темам № 1-5	Конспект	Собеседование	4
ОПК-13	Подготовка к лекциям	Конспект	Опрос	6
ОПК-13	Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания	Защита индивидуальных заданий	6
ОПК-13	Подготовка курсовой работы	Курсовая работа	Защита	12
ОПК-13	Подготовка к Экзамену	Вопросы и задачи	Экзамен	8
Итого за 5 семестр				36
Итого				36

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам. Умение студентов быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий и научной работы, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к семинарским, лабораторным занятиям, при написании курсовых работ, научных рефератов.

Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет студентам усваивать изучаемый материал более глубоко, меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении заданий. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

При подготовке к лекциям-беседам тема сообщается студентам заранее. Участники дискуссии делятся на группы по 8 человек, в течение 10—15 мин подготавливают свой вариант решения проблемы. Следующим этапом дискуссии является выступление представителей от каждой группы из 8 человек и защиты своего варианта решения. В конце общего обсуждения ведущий подводит итоги дискуссии, дает оценку совместно найденного варианта решения.

Методические рекомендации по организации работы с литературой

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в

дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги источника.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранение логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который более удобен автору. В этом смысле конспект представляет собрание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономия времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе студентов

Зеливянская, О. Е. (СКФУ). Физика горных пород
:учебное пособие(курс лекций) для студентов специальности
21.05.03

«Технология геологической разведки» / О. Е. Зеливянская ; Сев.- Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 156 с

Дополнительная литература

Добрынин, В. М. Петрофизика (физика горных пород) : учебник для вузов / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников. - М. : Нефть и газ ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 355-357. - Предм. указ.: с.358-362. - ISBN 5-7246-0295-4

Зинченко, В. С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных : учеб. пособие / В. С. Зинченко ; Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. С. Орджоникидзе. - М. : Тверь : Изд-во АИС, 2005. - 387 с. : ил., табл. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 378-382. - ISBN 5-94789-117-4

Петрофизика : учебник для вузов / Г. С. Вахромеев, Л. Я. Ерофеев, В. С. Канайкина, Г. Г. Номоконова. - Томск : Изд-во Томского ун-та, 1997. - 462 с. : ил. - Библиогр.: с. 456-458. - ISBN 5-7511-0851-5

Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - 6-е изд. - М. : URSS, 2012.

- 360 с. : ил. - (Классика инженерной мысли: горное дело). - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 335-336. - ISBN 978-5-397-03053-3

Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Недра, 1973. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 280-282

Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика) : справочник геофизика / под ред. Н. Б. Дортман. - М. : Недра, 1976. - 527 с. : ил. - Библиогр.: с. 501-525

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Петрофизика
для специальности 21.05.03 Технология геологической разведки

Ставрополь
2026

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Цель, задачи

2 Формулировка задания

3 Структура работы

4 Общие требования к написанию и оформлению работы

5 Последовательность выполнения задания

6 Критерии оценивания работы

7 Порядок защиты работы

Заключение

Список рекомендуемой литературы

ВВЕДЕНИЕ

При изучении литологических особенностей осадочных пород особое значение приобретает изучения петрофизических свойств горных пород.

В методических указаниях приводится тематика курсовой работы, методика ее выполнения. Подробно описаны разделы, которые должна содержать курсовая работа и требования к ним. Перечислен список необходимых рисунков.

Базовой дисциплиной для курсовой работы является дисциплина «Петрофизика»

1 Цель, задачи и реализуемые компетенции

Цель: научить диагностировать минералы и горные породы с помощью лабораторных методов уметь планировать и проводить эксперимент, интерпретировать данные и делать выводы;

Для освоения дисциплины поставлены следующие задачи:

1. Дать основные представления об общей и частной классификации и номенклатуре осадочных пород, основных этапов формирования и преобразования осадочных пород, типах литогенеза и характерных для них типов пород.

2. Помочь студентам изучить характеристики пород, уметь определять и производить описание состава, структуры и текстуры горных пород макроскопически и с помощью микроскопа, производить простейшие литологические исследования пород, обобщать аналитические данные.

Всем студентам даётся одна тема "Петрофизические свойства осадочных пород возраста района (месторождения) по данным петрофизического анализа". Варианты заданий выдаются по различным стратиграфическим единицам и различным месторождениям, чем достигается многовариантность работ.

Формулировка задания

Каждому студенту выдаётся индивидуальное задание: образцы песчано-алевритовых пород для лабораторного определения их гранулометрического состава и таблицы с данными гранулометрического анализа.

Порядок выполнения работы:

1. Провести лабораторное исследование гранулометрического анализа и карбонатности пород и полученные данные свести в таблицу 1.

2. Определить точное название пород.

3. Построить треугольную диаграмму гранулометрического состава и уточнить название пород.

4. По данным гранулометрического анализа построить кривые распределения и кумулятивные кривые в полу логарифмическом масштаба.

5. Определить гранулометрические коэффициенты (по Траску) и свести их в таблицу 3.

6. Построить графики гранулометрического состава на вероятностной шкале (по Вишеру).

7. Оценить по этим графикам обстановки осадконакопления каждого образца по методике Дугласа и свести данные таблицы 4, 5.

8. Используя гранулометрические коэффициенты Траска оценить обстановку осадконакопления по Фюхтбауэру и Мюллеру (4 или приложение 1) и данные свести в таблицу 6.

9. По графикам гранулометрического состава оценить обстановки осадконакопления по методике Вишера и свести данные в таблицы 5 и 6.

10. Построить графики изменения гранулометрических коэффициентов по разрезу (или схематические карты изменения их по площади) и выделить обстановки с различной гидродинамической активностью.

Полученные материалы использовать для составления курсовой работы, которая состоит из следующих разделов, перечисленных в структуре работы.

Структура работы

Курсовая работа состоит из введения, основной части (общий и специальный разделы), заключения, списка использованных источников.

Общий раздел является единым для всех тем курсовых работ. Специальный раздел содержит различные вопросы в зависимости от темы работы.

Курсовая работа должна содержать следующие разделы.

Содержание, представляющее собой перечень заголовков всех структурных элементов курсовой работы с указанием страниц, с которых они начинаются.

Введени

1. ОБЩИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Факторы разноса обломочного материала в морских бассейнах.

1.2 Лабораторные методы исследования обломочных пород.

2 СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

2.1. Определение петрофизических характеристик состава песчано-алевритовых пород методом Преображенского.

2.4 Графическое изображение данных гранулометрического анализа.

2.5 Гранулометрический состав песчано-алевритовых пород как показатель гидродинамической обстановки их осадконакопления.

2.6. Минералогический состав и карбонатность пород как показатели климатических условий, состава пород, дальности переноса и др.

2.7. Палеогидродинамическая обстановка осадконакопления песчано-алевритовых пород.

3. Заключение. Представить итоги выполнения курсовой работы.

Список используемой литературы

Общие требования к написанию и оформлению работы

В курсовой работе обязательно должны быть представлены рисунки: устройство микроскопа, ход лучей через призму николя, ход лучей через систему поляризатор – кристалл - анализатор, устройство компенсатора, типы погасания, типы спайности, форма зерен и другие рисунки, иллюстрирующие методику изучения оптических свойств минералов.

Требования к компьютерному набору и оформлению: формат А4; кегль 14; шрифт Times New Roman; межстрочный интервал 1,5; нумерация страниц сверху справа; поля: верхнее - 2см., нижнее – 2см., левое – 3см., правое - 1,5см; абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине.

Рисунки и таблицы вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны.

Рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название) 14 кеглем, шрифт Times New Roman, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине.

Таблицы нумеруются сверху (Таблица 1 – Название) 14 кеглем, шрифт Times New Roman, абзацный отступ 1,25 см, выравнивание по ширине. Текст внутри таблицы выполняется 12 кеглем, шрифт Times New Roman, выравнивание по ширине.

Последовательность выполнения задания

Выдача задания на курсовую работу проводится руководителем курсовой работы в конце первой недели занятий в 4 семестре (точнее на первом практическом занятии). Ход выполнения курсовой работы контролируется руководителем во время проведения консультаций.

Примерный календарный план выполнения курсовой работы выглядит следующим образом: общий раздел – 2 недели; специальный раздел – 10 недель; составление отчета приложений – 2 недели

Критерии оценивания работы

Оценка «отлично» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции сформированы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал курсового проекта, умеет увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе дополнительный материал, все предусмотренные заданием на курсовую работу учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные методическими указания к курсовой работе учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если необходимые практические компетенции в основном сформированы, большинство предусмотренных методическими указания к курсовой работе учебных задач выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части материала по курсовой работе, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет микроскопические исследования, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных методическими указаниями к курсовой работе учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

Порядок защиты работы

Защита выполненной курсовой работы проводится в течение пятнадцатой и шестнадцатой недель занятий в 4 семестре. Работа защищается студентом перед комиссией и оформляется протоколом защиты. К защите принимается только проверенная руководителем курсовая работа.

Если задание по курсовой работе не выполнено (полностью или частично), работа к защите представлена быть не может. В этом случае защита работы проводится только после полного выполнения студентом задания на курсовую работу.

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- полное и точное изложение информации по теме;
- правильное определение микроскопических параметров;
- рисунки, подобранные к главам работы.

При защите курсовой работы оцениваются:

- грамотность и точность подачи теоретического материала;

- правильность выполнения описания предложенного преподавателем задания;
- умение достоверно и четко объяснить ход выполнения задания и обосновать выводы, сделанные в ходе выполнения курсовой работы;
- правильность составления презентации.

Основная литература:

Зеливянская, О. Е. (СКФУ). Физика горных пород :учебное пособие(курс лекций) для студентов специальности 21.05.03

«Технология геологической разведки» / О. Е. Зеливянская ; Сев.- Кав. федер. ун-т. - Ставрополь : СКФУ, 2014. - 156 с

Дополнительная литература

Добрынин, В. М. Петрофизика (физика горных пород) : учебник для вузов / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников. - М. : Нефть и газ ; РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с. : ил. - Библиогр.: с. 355-357. - Предм. указ.: с.358-362. - ISBN 5-7246-0295-4

Зинченко, В. С. Петрофизические основы гидрогеологической и инженерно-геологической интерпретации геофизических данных : учеб. пособие / В. С. Зинченко ; Рос. гос. геологоразвед. ун-т им. С. Орджоникидзе. - М. : Тверь : Изд-во АИС, 2005. - 387 с. : ил., табл. - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 378-382. - ISBN 5-94789-117-4

Петрофизика : учебник для вузов / Г. С. Вахромеев, Л. Я. Ерофеев, В. С. Канайкина, Г. Г. Номоконова. - Томск : Изд-во Томского ун-та, 1997. - 462 с. : ил. - Библиогр.: с. 456-458. - ISBN 5-7511-0851-5

Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - 6-е изд. - М. : URSS, 2012.

- 360 с. : ил. - (Классика инженерной мысли: горное дело). - Гриф: Доп. МО. - Библиогр.: с. 335-336. - ISBN 978-5-397-03053-3

Ржевский, В. В. Основы физики горных пород : учебник для вузов / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Недра, 1973. - 286 с. : ил. - Библиогр.: с. 280-282

Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика) : справочник геофизика / под ред. Н. Б. Дортман. - М. : Недра, 1976. - 527 с. : ил. - Библиогр.: с. 501-525