

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ И АКУСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки/специальность	21.05.02 Прикладная геология
Направленность (профиль)/специализация	Геология месторождений нефти и газа

Ставрополь, 2026

Методические указания разработаны в соответствии с программой дисциплины «Электромагнитные и акустические исследования» для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» и включают в себя теоретические сведения основных видов электрического и акустического каротажа, методические рекомендации по комплексированию методов ГИС с целью однозначного решения конкретной геологической задачи.

Методические указания содержат двенадцать лабораторных работ:

- классификация зондов каротажа сопротивления;
- градиент и потенциал зонды кс, форма кривых зондов каротажа сопротивления;
- удельное электрическое сопротивление горных пород и его зависимость от различных факторов;
- выделение коллекторов по комплексу ГИС-бурение;
- расчленение и корреляция разрезов по геофизическим данным;
- определение положения первоначального ВНК;
- устройство и принцип действия электротермометров;
- определение геотермического градиента и геотермической ступени;
- определение фактического диаметра скважины и определение формы сечения данным каверномера-профилемера;
- построение проекции скважины на вертикальную и горизонтальную плоскость;
- определение качества цементирования заколонного пространства по данным АКЦ;
- скважинный акустический телевизор.

Составитель: ст. преподаватель Ключа Е.С.

Рецензент: профессор кафедры НГГ Керимов А-Г.Г.

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1	
Каротаж сопротивлений обычными зондами.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2	
Микрокаротаж.....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3	
Акустические методы оценки качества цементирования обсадных колонн.....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	
Акустический каротаж на отраженных волнах (АКОВ).....	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5	
Термометрия скважин.....	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6	
Инклинометрия и кавернометрия скважин.....	34
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Каротаж сопротивлений обычными зондами

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Изучение принципа классификации, обозначения и устройства обычных зондов каротажа сопротивлений.

2. Теоретическая часть

Простейшим зондом для измерения силы тока, проходящего в буровом растворе и окружающих скважину породах, служит одноэлектродный зонд. В этом виде исследований, называемом токовым каротажом, один электрод заземлен неподвижно, вблизи устья скважины, а второй – закреплен на кабеле (рисунок 1, а). В результате перемещения зонда по скважине регистрируется кривая изменения силы тока.

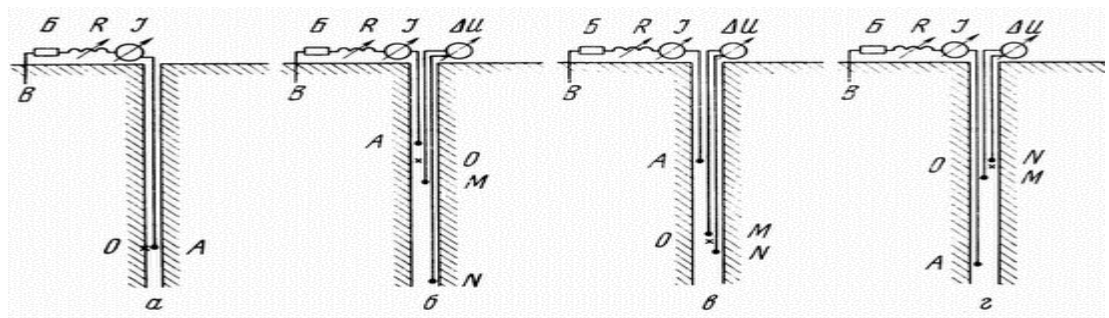


Рисунок 1 — Различные зонды для электрического каротажа скважин:

А, В – питающие электроды, Б – батарея или другой источник питания, R – реостат для регулировки силы тока, I – прибор, измеряющий силу тока, MN – приемные электроды, О – точка записи, к которой относят результаты замеров;
а – одноэлектродный зонд токового каротажа, б – четырехэлектродный потенциал-зонд, в – четырехэлектродный подошвенный (последовательный) градиент-зонд, г – четырехэлектродный кровельный (обращенный) градиент-зонд

Чаще всего при работах методом кажущегося сопротивления (КС) используются четырехэлектродные зонды, в которых три электрода располагаются в скважине, а четвертый электрод заземляется на поверхности, вблизи от скважины. Через электроды А и В, называемые токовыми (питающими), пропускают ток I, создающий электрическое поле в породе. При помощи электродов М и N, называемых измерительными (приемными), измеряют разность потенциалов ΔU между двумя точками данного электрического поля.

Скважинный трехэлектродный зонд, состоящий из одного питающего А и двух приемных М и N электродов, называется однополюсным (или зондом прямого питания). Трехэлектродный зонд, состоящий из одного приемного М и двух питающих А и В электродов, называется двухполюсным (или зондом взаимного питания). В обоих случаях расчет КС ведется по формуле метода сопротивления:

$$\rho_k = k \cdot \Delta U / I, \quad (1)$$

где k – коэффициент, зависящий от расстояния между электродами в зонде;
 ΔU – разность потенциалов между приемными электродами М и N;
I – сила тока в питающей цепи АВ.

В трехэлектродном зонде:

$$k = 4\pi \cdot AM \cdot AN / MN \text{ или} \\ k = 4\pi \cdot MB \cdot NB / MN \quad (2)$$

где AM, AN, MN, MB, NB – расстояния в метрах между соответствующими электродами.

Для перевода кривой ΔU в кривую ρ_k изменяется лишь масштаб записи с учетом величины коэффициента установки и силы тока.

Название зонда складывается из обозначения электродов, расположенных в скважине сверху вниз и расстояний между ними. Например, в зонде A2M0,5N сверху расположен питающий электрод А, далее в двух метрах – приемный электрод М, а в пятидесяти сантиметрах от последнего – электрод N. Различают потенциал- и градиент-зонды (рисунок 1, рисунок 2).

В потенциал-зонде расстояние между парными MN или AB электродами превышает расстояние между непарными электродами. Точка записи, к которой относится измеренное кажущееся сопротивление, располагается посередине между сближенными электродами (точка О).

В градиент-зонде расстояние между парными электродами в пять-десять раз меньше расстояния до непарного. Точка записи находится посередине MN (AB), т. е. между сближенными электродами.

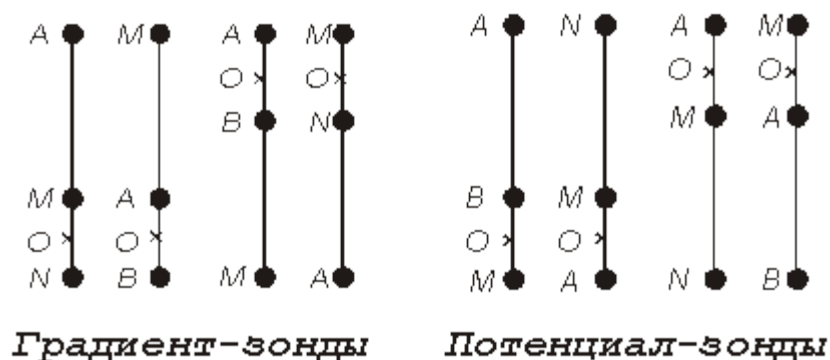


Рисунок 2 – Схемы градиент - и потенциал-зондов:

А и В – токовые электроды, М и N – измерительные электроды, О – точка записи зонда

Если парные электроды располагаются выше непарного, то зонд называется кровельным (или обращенным), а если наоборот, то подошвенным (или последовательным).

«Мертвым» концом зонда называют расстояние от точки записи до нижнего конца груза или скважинного прибора. Равный этому расстоянию интервал, находящийся выше забоя скважины, остается недоступным для исследований данным зондом.

Расстояние от точки записи до первой метки на кабеле, от которой идет отсчет глубин, называется ценой метки установки.

Электроды зонда в расчетах принимают точечными, поэтому их длина не должна превышать 1/10 расстояния между сближенными электродами. Погрешности определения расстояний между электродами и цены метки зонда могут привести к браку в работе. Каждый зонд или прибор имеет свой номер, все данные о размерах зонда после их промера записываются в акт, который передается в интерпретационную партию.

Размер (длина) зонда:

- градиент-зонда – расстояние между удаленным электродом и точкой записи АО, МО, ОМ и ОА (рисунок 2);
- потенциал-зонда – расстояние между сближенными электродами ВМ, МА, АМ и МА.

Обычно размер зонда меняется от 0,5 до 3 м. Радиус исследования пород вокруг скважины примерно равен размеру зонда. Для потенциал-зонда глубинность исследования примерно равна утроенной его длине ВМ, а для градиент-зонда расстоянию АО, т.е. при равных длинах глубинность больше у потенциал-зондов.

3. Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер
2. Каротажные диаграммы электрического каротажа (диаграммы КС).

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. Изучить принципы классификации обычных зондов КС.
2. Дать полную характеристику зондов, предложенных преподавателем.
3. Рассчитать коэффициент зондов, предложенных преподавателем.

5.2 Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Принципы и схемы измерения УЭС горных пород в скважине.
2. Полную характеристику зондов КС, предложенных преподавателем.
3. Результаты расчетов.
4. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждение в выполнении законов, объяснение характера кривых.

5. Оформить отчет по лабораторной работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствии с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6.Контрольные вопросы

1. Что называется градиент зондом?
2. Что называется потенциал зондом?
3. Кровельный и подошвенный градиент зонд?
4. Отчего зависит радиус исследования зонда?
5. Что оказывает влияние по показания зонда?

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [6], [10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Микрокаротаж

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Изучение формы кривых сопротивления, полученных обычными зондами каротажа сопротивлений. Правила отбивки границ пластов.

Научить студентов навыкам работы с диаграммным материалом.

2. Теоретическая часть

В промысловой геофизике результаты измерений в скважинах изображаются в виде диаграмм, представляющих собой графики изменения геофизических параметров (ГП) в функции глубины скважины.

Количественные значения ГП отображаются обычно в арифметическом масштабе. В случае большого разброса изменений параметров методов ГИС используется арифметический масштаб с несколькими диапазонами изменения ГП (обычно кратными 5), либо применяется логарифмическая шкала (рисунок 1).

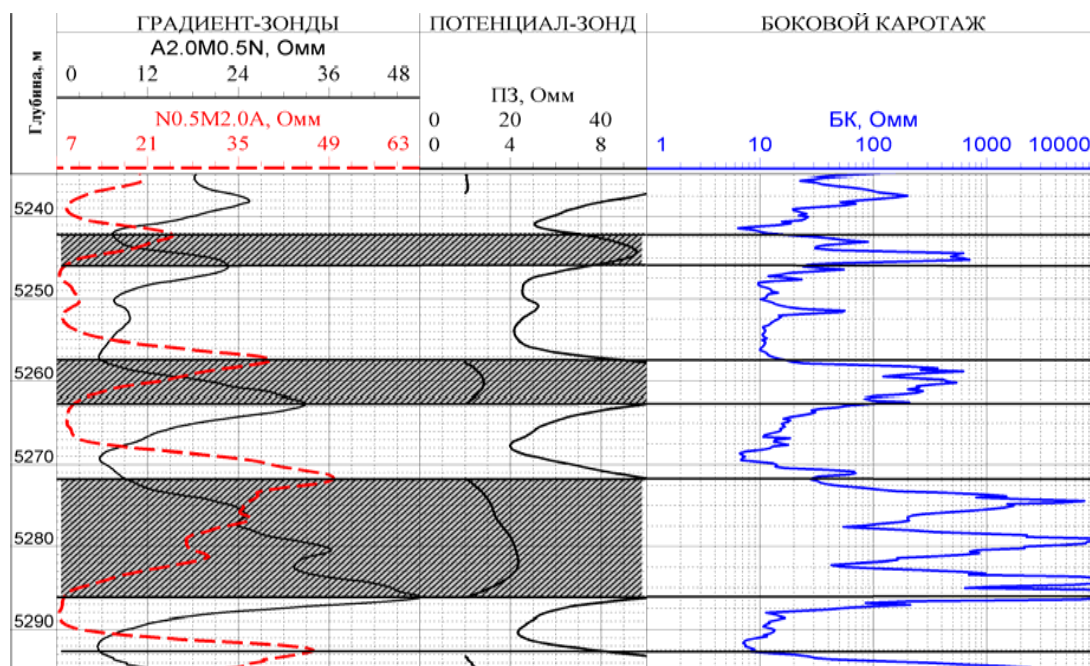


Рисунок 1— Промыслово-геофизическая характеристика методов электрометрии

Глубины представляются на планшетах методов ГИС в масштабах записи: 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000 и др., где первые два масштаба являются детальными.

Особенности отбивки кровли и подошвы пластов регламентируются разновидностью методов ГИС, типом зондовой установки. Различают симметричные (диаграммы метода симметричные относительно середины пласта) и несимметричные зонды. В общей сложности, симметричный зонд-это зонд, отбивающий равным образом кровлю и подошву пласта. Несимметричные зонды отбивают либо кровлю, либо подошву пластов. Потенциал-зонды (ПЗ) являются симметричными, последовательные

(подошвенные) и обращенные (кровельные) градиент-зонды (ГЗ) метода КС-несимметричные.

Определение границ пластов по диаграммам кажущегося сопротивления

Диаграммы кажущегося сопротивления служат средством расчленения разрезов исследуемых скважин. Способы определения границ и мощностей пластов по диаграммам рк основаны на знании форм кривых кажущегося сопротивления против одиночных пластов и их пачек.

Величина кажущегося удельного сопротивления, определяющая форму кривой КС, зависит от мощности пласта, типа и размера зонда, его положения относительно границ пласта. На рисунке 2 приведены кривые, полученные в результате экспериментальных и теоретических исследований для обычных зондов против однородных пластов ограниченной мощности и различного удельного сопротивления. Условно принять считать пласт мощным, если его размер превышает размеры зонда, тонким, если его мощность меньше или равна его размерам. Если удельное сопротивление пласта соответственно больше или меньше удельного сопротивления вмещающей среды, то пласт квалифицируют как пласт высокого или низкого сопротивления.

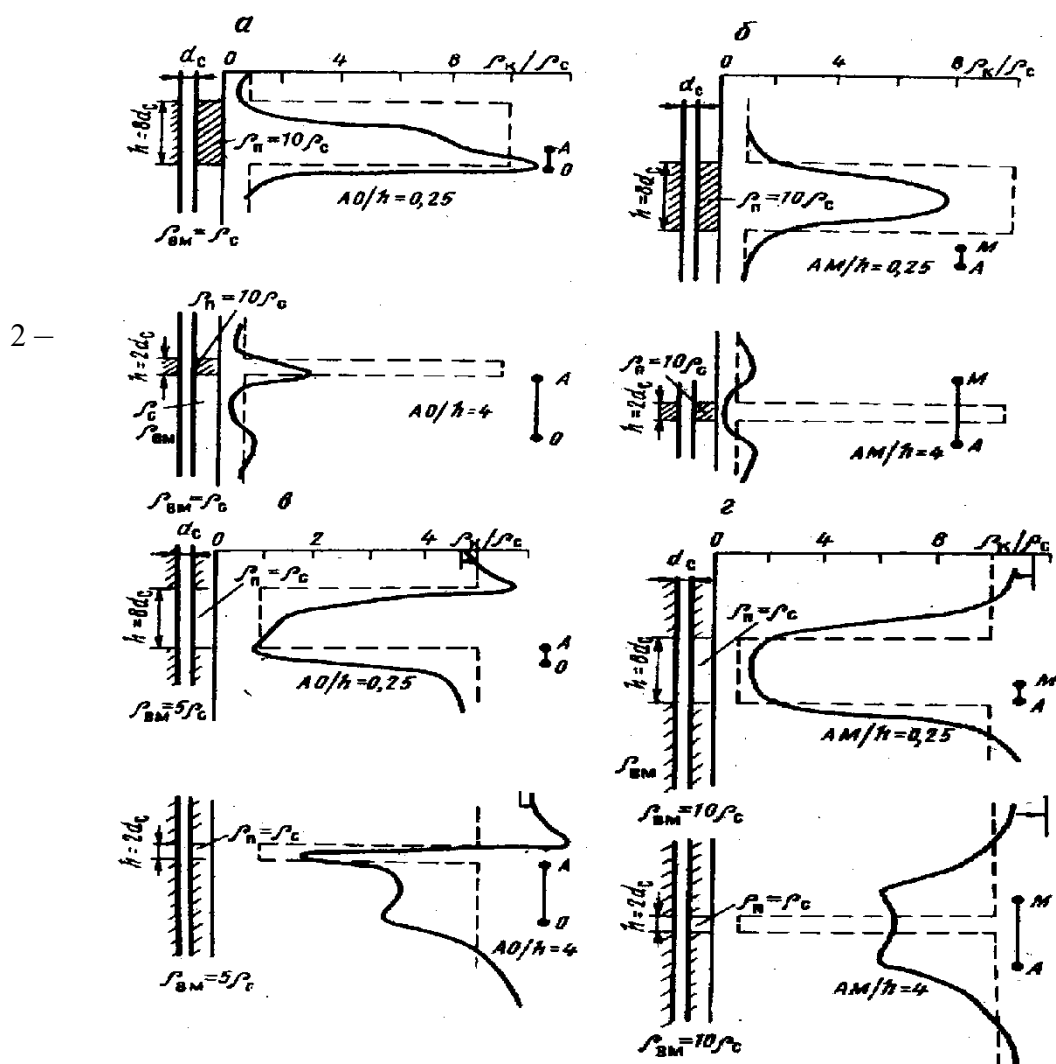


Рисунок
Кривые

сопротивления для однородного пласта с большим (а, б) и малым (в, г) сопротивлениями
а, в – подошвенный градиент-зонд; б, г – потенциал-зонд

Более подробно рассмотрим лишь правила определения границ пластов высокого сопротивления, так как подошва или кровля пласта низкого сопротивления являются

одновременно кровлей или подошвой покрывающего и подстилающего пластов высокого сопротивления.

Мощности пластов в каждом приведенном случае могут быть установлены по известным глубинам границ пластов (подошвы и кровли).

Определение границ пластов по диаграммам потенциал-зондов

На кривых кажущегося сопротивления, записанных потенциал-зондами, пласт ограниченной мощности при малом различии сопротивлений вмещающих пород выделяется аномалией, симметричной относительно середины пласта. В связи с этим правила определения положения кровли и подошвы пласта по кривой ρ_k потенциал-зонда одинаковы.

Определение границ мощных пластов высокого сопротивления производится по следующим правилам:

1. Если $\rho_{\text{вм}} \approx \rho_p$, границы устанавливаются по точкам в которых $\rho_{k.\text{гр}} = 4\rho_p$.
2. Если $\rho_{\text{вм}} > \rho_p$, $\rho_{k.\text{гр}} = (2 \rho_{k.\text{вм}} \rho_{k.\text{мах}}) / (\rho_{k.\text{вм}} + \rho_{k.\text{мах}})$ или, если $\rho_{k.\text{мах}} \gg \rho_{k.\text{вм}}$, $\rho_{k.\text{гр}} \approx 2 \rho_{k.\text{вм}}$.
3. С достаточной для практических работ точностью можно также пользоваться правилом согласно которому точки кривой ρ_k потенциалу зонда, соответствующие границам пласта, смещены на расстояние $AM/2$ от начала крутого подъема кривой относительно оси глубин против пласта в сторону вмещающих пород низкого сопротивления.

При определении границ пластов малой и средней толщины диаграммы потенциал-зондов используются редко.

Пример

Найти границы пласта высокого сопротивления по диаграмме ρ_k потенциал-зондов, приведенным на рисунке 3. Диаграммы записаны зондами И7,5А0,75М и В2А2,5М. Удельное сопротивление глинистого раствора $\rho_p = 1,40 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; $\rho_{\text{вм}} = 4,50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Так как $\rho_{\text{вм}} > \rho_p$, следует воспользоваться правилами, изложенными выше. Точками $\rho_{k.\text{гр}}$, соответствующие границам пласта, отмечены на диаграмме крестиками. Заштрихованная область-пласт высокого сопротивления.

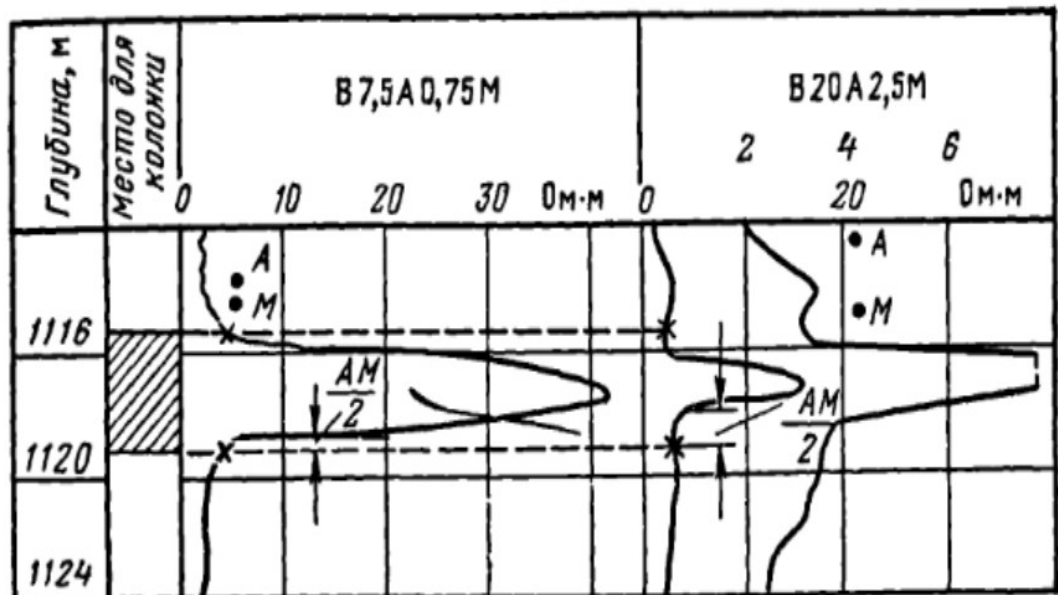


Рисунок 3 — Пример определения границ пласта высокого сопротивления по диаграммам потенциал-зондов

Определение границ пластов по диаграммам градиент-зондов

На диаграммах кажущего сопротивления, записанных градиент-зондами, в большинстве случаев границы пластов совпадают с экстремальными значениями r_k .

Пласты большой и средней толщины ($AO < h < d_c$)

1. На диаграммах r_k последовательных градиент-зондов подошва и кровля пласта большой и средней толщины высокого сопротивления находится по точкам, расположенным на расстояниях $MN/2$ (или $AB/2$) ниже точек $r_{k_{max}}$ и $r_{k_{min}}$.

Если расстояние не велико и в данном масштабе глубин диаграммы это смещение не имеет значения, то подошва и кровля пласта определяются по точкам $r_{k_{max}}$ и $r_{k_{min}}$. Если размер зонда велик и во много раз превышает диаметр скважины, то на кривой r_k вблизи кровли пласта высокого сопротивления наблюдается участок с пониженным кажущим сопротивлением, а точка $r_{k_{min}}$ в кровле пласта практически не отмечается. В этом случае кровля находится на расстоянии, равном размеру зонда, выше точки a (рисунок 4).

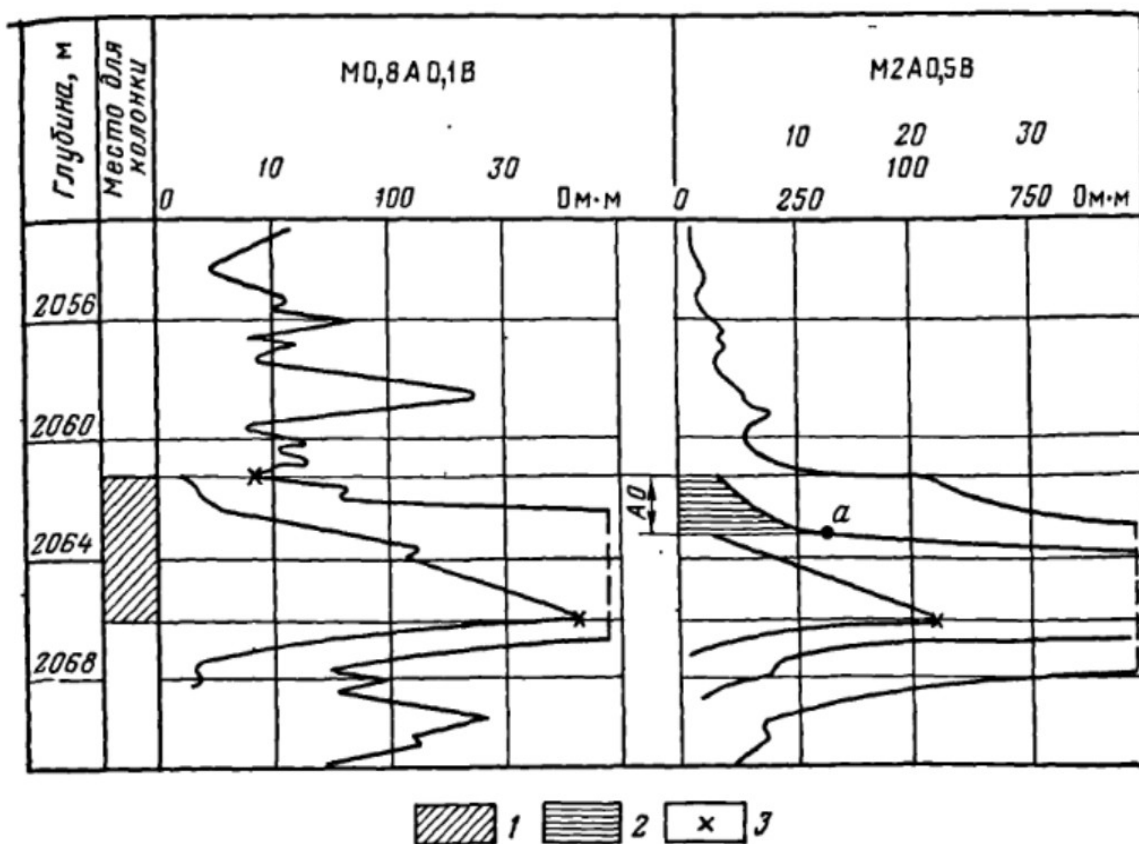


Рисунок 4 – Пример определения границ пластов высокого сопротивления по диаграммам градиент - зондов:

1-пласт высокого сопротивления, 2 – зона пониженного кажущегося сопротивления, 3 – границы пласта.

2. На диаграммах r_k обращенных градиент зондов подошва и кровля пласта высокого сопротивления находятся по точкам, смещённым на $MN/2$ ($AB/2$) вверх от точек $r_{k_{max}}$ и $r_{k_{min}}$. Это смещение учитывается лишь при крупных масштабах глубин или больших MN . При использовании зондов больших размеров подошва пласта устанавливается способом, аналогичным изложенному в п.1 для кровли пласта.

Пласты малой мощности ($h \leq AO$)

Для определения границ тонких пластов по диаграммам градиент-зондов больших размеров имеются лишь приближенные способы. В данном случае выделение границ

пластов, лучше производить по диаграммам микрозондов, экранированного зонда, а иногда и каверномера.

Изложенные выше правила справедливы для границ однородных пластов. Если границы пластов нечеткие и имеет место постепенное изменение литологических и физических свойств при переходе от одного пласта к другому, формы кривых КС и способы определения границ усложняются. В этих случаях следует выделять переходные зоны.

При выделении пластов и составлении разреза важно учитывать известные формы кривых r_k для разных пластов и зондов, влияние эффектов экранирования одного пласта другим и уметь находить интервалы, где кажущееся сопротивление в значительной мере искажено влиянием соседних пластов. В этих интервалах кривая r_k не отражает распределение истинных удельных сопротивлений пластов в разрезе.

Интервалы, где наблюдается экранирование, по возможности следует исключать из рассмотрения или выбирать диаграммы таких зондов, на которых данный участок разреза не попадает в интервал экранирования.

Пример

Найти границы пластов высокого и низкого сопротивления по диаграммам градиент – зонда (рисунок 4). Отметить интервалы, где кажущееся сопротивление особенно сильно отличается от истинного в результате влияния соседнего пласта. Диаграммы зарегистрированы последовательным градиент-зондами М0,8А0,1В и М2А0,5В.

Границы пластов находят по точкам $r_{k_{\max}}$ и $r_{k_{\min}}$. Величина поправки АВ/ для первого зонда ничтожна мала, а для второго при масштабе глубин диаграммы 1:200 она составляет 1,25мм. Интервал резкого снижения кажущегося сопротивления на диаграмме большого зонда равен длине зонда и расположен со стороны минимума r_k в кровле пласта (рисунок 4).

3.Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер
2. Каротажные диаграммы электрического каротажа (диаграммы КС).

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. Изучить примеры определения границ однородных пластов высокого и низкого сопротивления.
2. Найти границы и выделить пласты высокого и низкого сопротивления по диаграммам ρ_k градиент и потенциал зондов. Диаграмма выдается преподавателем.
3. Найти границы и определить мощность пластов высокого и низкого сопротивления по диаграммам ρ_k . Диаграмма выдается преподавателем.

5.2 Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Примеры определения границ однородных пластов высокого и низкого сопротивления.
2. Таблицу (в таблицу внести интервалы выделенных пластов, их толщины).
3. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждение в выполнении законов, объяснение характера кривых.
4. Оформить отчет по работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствии с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6. Контрольные вопросы

1. От чего зависит зарегистрированная величина кажущегося удельного сопротивления пород?
2. Какие зонды являются симметричными?
3. Как кровельный градиент зонд отбивает границы однородных пластов высокого сопротивления?
4. Как потенциал зонд отбивает границы однородных пластов низкого сопротивления?

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [6], [7], [10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Акустические методы оценки качества цементирования обсадных колонн

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Получение значений УЭС водонасыщенных и продуктивных коллекторов.

2. Теоретическая часть

Электропроводность и удельное электрическое сопротивление осадочных горных пород определяется наличием в поровом пространстве породы природной воды. Поскольку твердая часть пород – главные породообразующие минералы – практически не проводит ток, УЭС пород при прочих равных условиях пропорционально удельному сопротивлению поровой воды или пластовой воды ρ_v .

Пластовые воды нефтяных и газовых месторождений представляют собой сложные растворы электролитов. Наиболее распространенными солями, встречающимися в пластовых водах, являются хлориды натрия, кальция и магния.

Химический состав вод изображается в весовой ионной форме – исходя из предположения, что все соли, растворенные в воде, полностью диссоциируют на ионы.

Определение характера насыщения по УЭС пород

Оценка УЭС водонасыщенных коллекторов

В общем виде сопротивление водоносного пласта можно записать:

$$\rho_{\text{вп}} = P_n \cdot \rho_v, \quad (1)$$

где P_n – относительное сопротивление или параметр пористости породы, зависящий от пористости k_n и типа порового пространства – извилистости поровых каналов или степени цементации породы.

$$P_n = \frac{a}{k_n^m}, \quad (2)$$

где a , m – константы для конкретного типа пород.

Для разных типов отложений константа a изменяется в пределах 0,4 – 1,0 (1,4), $m = 1,3 \div 2,2$. Структурный показатель (фактор уплотнения) – m , зависит от степени цементации и ряда других факторов, связанных с изменением типа, возраста и условий залегания горных пород и учитывает усложнение структуры емкостного пространства при уплотнении породы.

На величину УЭС породы оказывает влияние присутствие в ней глинистого материала, особенно сильно влияние при насыщении породы слабоминерализованной или пресной водой. С увеличением в породе глинистого материала возрастает удельная поверхность и адсорбционная способность пород, а, следовательно, увеличивается и их поверхностная проводимость. Для оценки влияния поверхностной проводимости на величину удельного сопротивления породы используют коэффициент поверхностной проводимости – Π . В качестве параметра поверхностной проводимости условно принимается отношение параметра пористости насыщенного низкоминерализованной водой к параметру пористости при заполнении пор насыщенным раствором (высокоминерализованной водой):

$$\Pi = \frac{P_n}{P_n^*}, \quad (3)$$

где P_n – параметр пористости породы, насыщенный низкоминерализованной водой;
 P_n^* – параметр пористости породы, насыщенный высокоминерализованной водой.

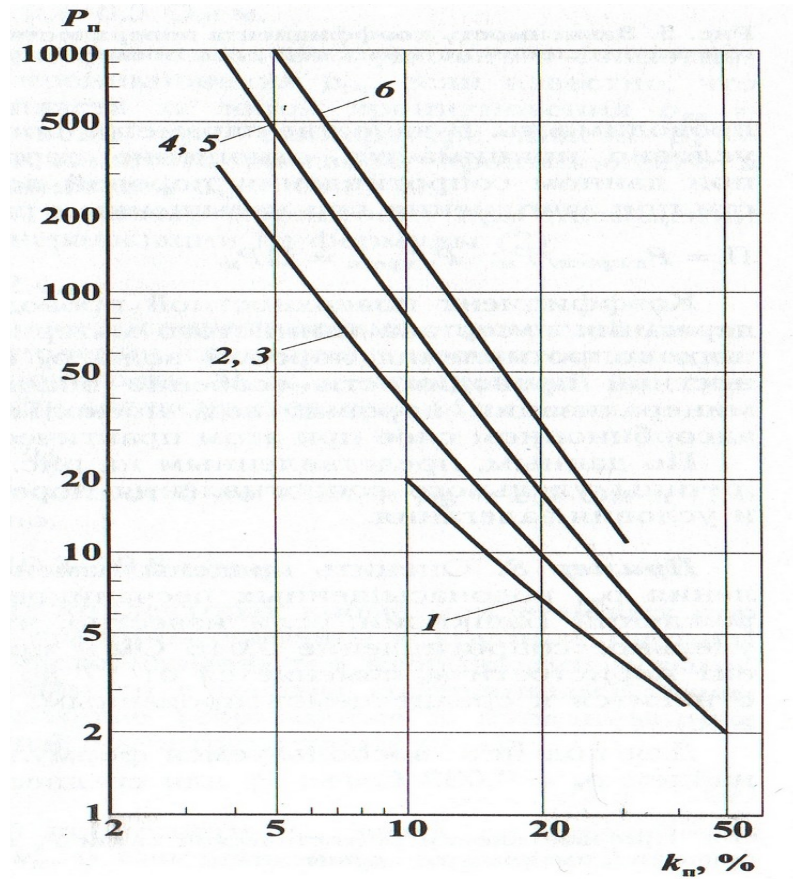


Рисунок 1– Зависимость параметра пористости $P_n = \rho_{вп}/\rho_v$ от коэффициента пористости k_n для терригенных и карбонатных пород: 1 – пески; 2 – слабосцементированные песчаники; 3 – ракушники и глинистые известняки; 4 – среднесцементированные песчаники; 5 – известняки и доломиты крупнокристаллические средней уплотненности; 6 – известняки и доломиты плотные, тонкокристаллические

Коэффициент поверхностной проводимости Π зависит от содержания и состава глинистого материала в породе $C_{гл}$ и удельного сопротивления поровой воды ρ_v (рисунок 3).

Влияние поверхностной проводимости особенно значительно при уменьшении минерализации поровых вод, поскольку концентрация ионов в адсорбционном слое при этом практически не изменяется.

С учетом выражений (1) и (3) удельное сопротивление водонасыщенной породы $\rho_{вп}$:

$$\rho_{вп} = \Pi \cdot P_n \cdot \rho_v. \quad (4)$$

По данным, представленным на рисунках 1 и 2, можно оценить величины удельного сопротивления породы, если известны ее тип и условия залегания.

Бурение нефтяных и газовых скважин ведется, как правило, на промывочных жидкостях, представляющих собой суспензию твердых глинистых частиц в водном растворе. Под действием избыточного давления в породы проницаемых пластов проникает фильтрат бурового раствора, сопротивление которого ρ_{ϕ} зависит от сопротивления и температуры промывочной жидкости. Т.е. различают удельное сопротивление глинистого раствора ρ_p (или ρ_c), находящегося в скважине, и удельное сопротивление его фильтрата ρ_{ϕ} в зоне проникновения. Обычно удельное сопротивление последнего отличается от сопротивления раствора.

Для нахождения ρ_{ϕ} по ρ_p используют график, приведенный на рисунке 4, если плотность раствора не превышает $1,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$:

В случае утяжеленных растворов следует использовать график, представленный на рисунке 5.

Сопротивление участка пласта, поры которого полностью насыщены фильтратом промывочной жидкости, т.е. промывочной части пласта, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{вп}} = \Pi \cdot P_{\Pi} \cdot \rho_{\text{вф}} \quad (5)$$

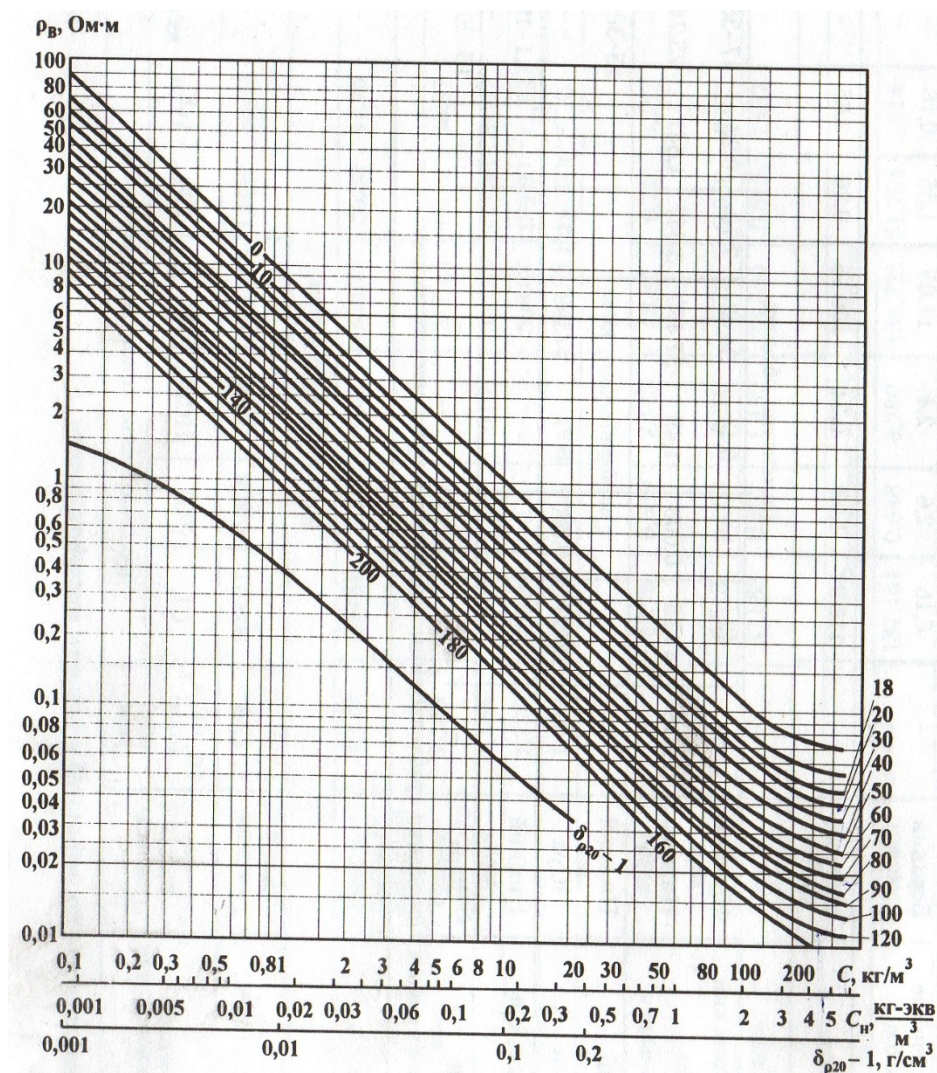


Рисунок 2 – Зависимость удельного электрического сопротивления пластовых вод от концентрации и плотности раствора NaCl. Шифр кривых – t , °C

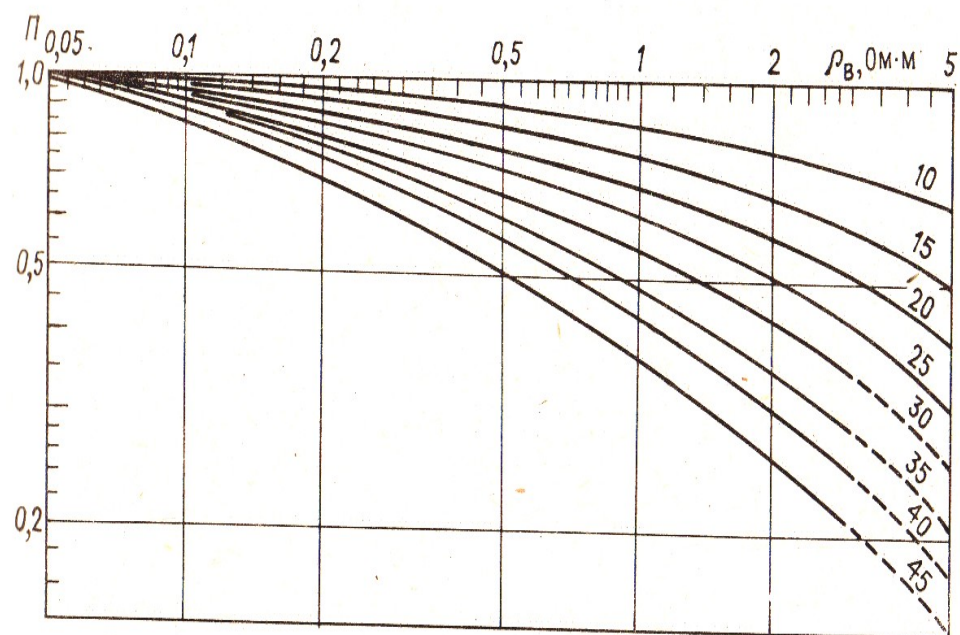


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента поверхностной проводимости Π от удельного сопротивления поровых вод ρ_v и глинистости $C_{г\text{л}}$, % (шифр кривых)

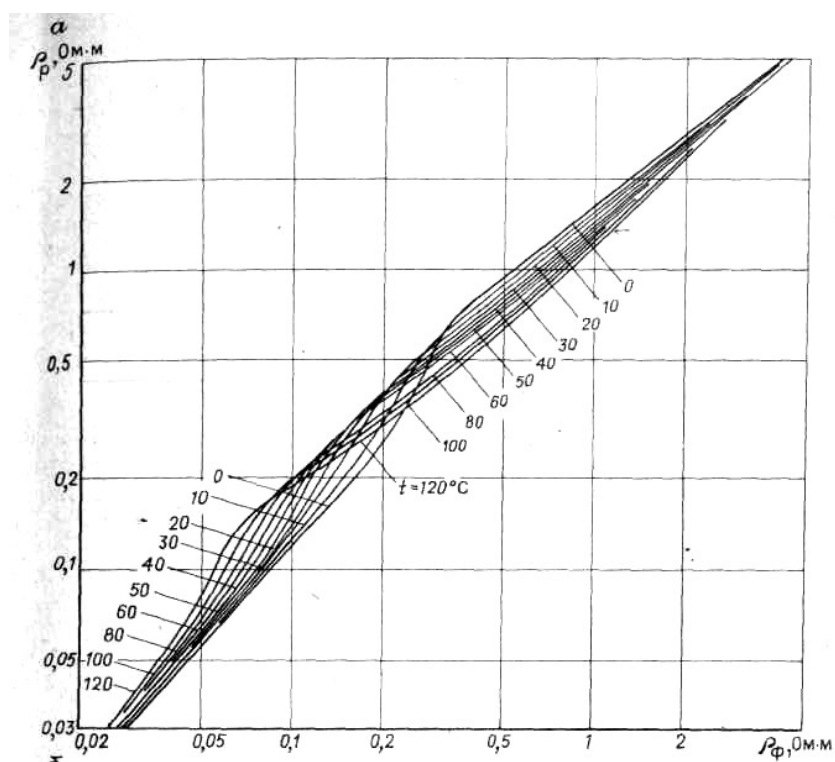


Рисунок 4 – Зависимость $\rho_{\text{ф}}$ от $\rho_{\text{р}}$ и t при $\delta_{\text{р}} < 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

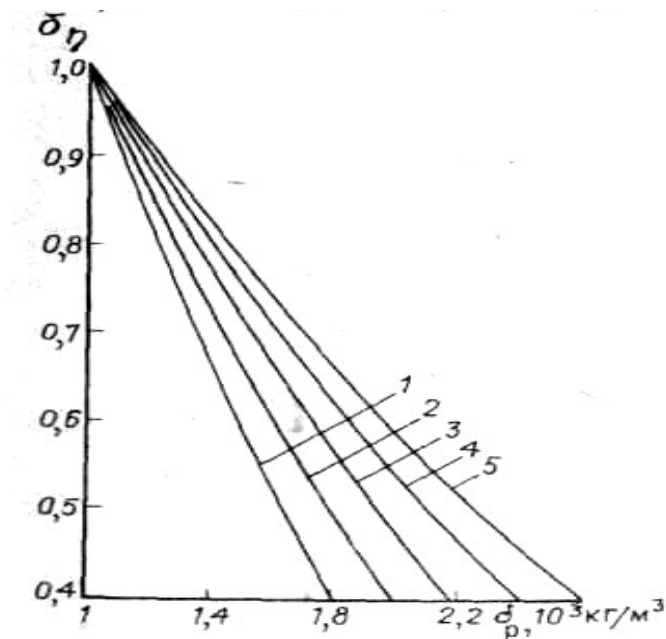


Рисунок 5 – $\delta_p = f(\eta = \rho_\phi/\rho_p)$ для тяжелых растворов: 1 - чистая глина; 2 - то же, +20% барита или 23 % гематита; 3 - то же, + 40 % барита или 46 % гематита; 4 - то же, +60% барита или 70% гематита; 5 - то же, +90% барит

Определение УЭС нефтегазонасыщенной породы

В породах-коллекторах часть объема пор может быть насыщена нефтью или газом. Поскольку нефть и газ практически не проводят электрический ток, УЭС нефтегазонасыщенной породы возрастает. Это является физической основой применения электрических методов для вычисления коэффициента нефтегазонасыщенности.

Удельное электрическое сопротивление нефтегазонасыщенной породы $\rho_{нг}$ превышает удельное сопротивление этой же породы, насыщенной пластовой водой $\rho_{вп}$ в P_n раз, P_n – коэффициент увеличения сопротивления или параметра насыщения:

$$P_n = \frac{\rho_{нг}}{\rho_{вп}}, \quad (6)$$

Таким образом, сопротивление продуктивного пласта:

$$\rho_{нг} = P_n \cdot P_{п} \cdot \rho_v \quad (7)$$

Для глинистого продуктивного пласта:

$$\rho_{нг} = P_n \cdot \Pi \cdot P_{п} \cdot \rho_v \quad (8)$$

В прискважинной зоне поры породы продуктивного пласта заполнены фильтратом промывочной жидкости и частично углеводородами (остаточная нефтегазонасыщенность). Поэтому сопротивление промытой части пласта определится по формуле:

$$\rho_{нг} = P_n \cdot \Pi \cdot P_{п} \cdot \rho_\phi \quad (9)$$

P_n связан с коэффициентом водонасыщенности породы K_v эмпирическим соотношением:

$$P_n = f(K_e) = \frac{a_n}{K_e^n} \quad (10)$$

где a_n и n – эмпирические постоянные, величины которых зависят от структуры порового пространства, глинистости пород и избирательной смачиваемости поверхности пор водой и углеводородами.

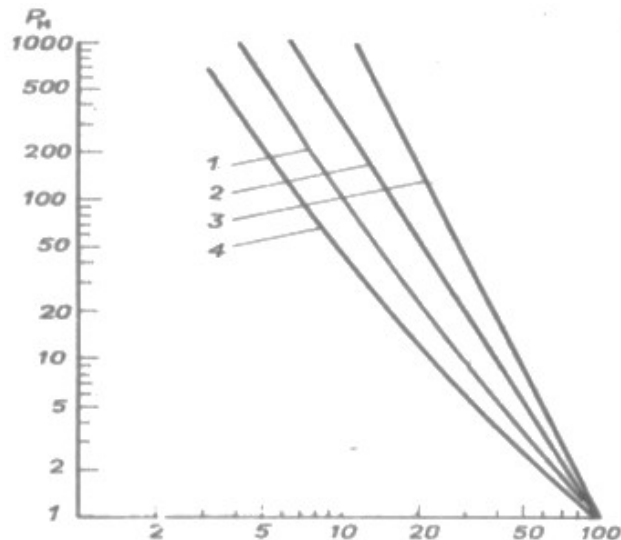


Рисунок 6 – Зависимости параметра насыщения $P_n = \rho_{\text{нп}}/\rho_{\text{вп}}$ от коэффициента водонасыщения K_v порового пространства: кривые для коллекторов: 1 — гидрофильных, 2, 3 — слабогидрофобных и гидрофобных песчано-глинистых соответственно; 4 — карбонатные породы

Для чистых межзерновых гидрофильных коллекторов $n = 1,8 \div 2$, для глинистых гидрофильных $n < 1,6$, причем, чем выше глинистость, тем меньше n и тем ниже, чем ниже минерализация воды C_v . Для частично гидрофобных межзерновых коллекторов, часть поверхности пор которых смачивается углеводородами, $n > 2$ и достигает значений 3-10, причем чем больше степень гидрофобизации поверхности, тем выше n .

$$K_{\text{нг}} + K_v = 1, \quad (11)$$

где $K_{\text{нг}}$ и K_v – коэффициенты нефтегазонасыщенности и водонасыщенности.

3.Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер
2. Номограммы и палетки для определения УЭС коллекторов.

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.

4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.

5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. Вычислить сопротивление среднесцементированного песчаника, если $K_p=22\%$, минерализация пластовой воды 200кг/м^3 , температура пласта 60°C .

2. Вычислить сопротивление известняка крупнокристаллического средней уплотнённости, если $K_p=9\%$, минерализация пластовой воды 150г/л , температура пласта 120°C .

3. Вычислить удельное сопротивление водоносного пласта $\rho_{вп}$ и его промытой части $\rho_{пп}$, если он представлен известняком крупнокристаллическим, средней плотности с $K_p=12\%$, $\rho_v=0,05\text{ Ом*м}$, $\rho_c=1,1\text{ Ом*м}$, температура пласта 60°C (плотность раствора $\delta_p < 1,3 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$).

4. Определить пределы измерения параметра поверхностной проводимости P , если глинистость изменяется от 10 до 25%, а сопротивление воды - от 0,3 до 3 Ом*м.

5. Вычислите сопротивление газонасыщенного доломита средней уплотненности, если пористости 14%, сопротивление пластовой воды $0,05\text{ Ом*м}$, газонасыщенность 95%.

6. Какое сопротивление может иметь песчаник, продуктивный, среднесцементированный, гидрофильный, если пористость его 18%, сопротивление пластовой воды от $0,03\text{ Ом*м}$, газонасыщенность 50%.

5.3 Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Результаты расчётов.
2. Палетки и номограммы, используемые при расчётах .
3. Данные расчётов, занесенные в таблице.
4. Выводы по результатам работы.
5. Оформить отчет по лабораторной работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствие с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6.Контрольные вопросы

1. От чего зависит электропроводность и удельное электрическое сопротивление осадочных горных пород?
2. Является ли нефть проводником электрического тока?
3. Как наличие глинистости влияет на сопротивление пород в целом?
4. Оценка сопротивления воднасыщенного коллектора?
5. Параметр поверхностной проводимости?
6. Оценка сопротивления нефтенасыщенного коллектора?

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Акустический каротаж на отраженных волнах (АКОВ)

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Приобретение навыков выделения коллекторов по качественным признакам на диаграммах ГИС и количественным критериям геолого - геофизических параметров в карбонатном и песчано-глинистом разрезах.

2. Теоретическая часть

Коллекторы это горные породы, которые содержат пластовый флюид и которые способны отдавать последний при разработке. Методика выделения порово-проницаемых коллекторов по данным промысловой геофизики основана на использовании качественных признаков и количественных критериев.

Прямым качественным признаком наличия коллектора является проникновение фильтрата бурового раствора в пласт, которое фиксируется методами ГИС, способными реагировать на наличие глинистой или шламовой корки на стенке скважины. Такими методами являются МКЗ, КВ, ПС. При этом также учитывают пониженное значение показаний на кривой ГК, среднее значение на кривой НГК и повышенные показания на кривой АК.

Признаками проникновения фильтрата в пласт являются следующие характеристики:

- сужение диаметра скважины, зафиксированное на кривой кавернометрии и происходящее из-за образования глинистой или шламовой корки;
- разница показаний микрозондов (превышением показаний МПЗ над МГЗ), измеряющих физические характеристики на разной глубине (в плотных породах значения МКЗ и МБК высокие, приращение МПЗ над МГЗ отсутствует, в глинах показания МКЗ и МБК низкие).

Разноглубинные методы электрометрии (многозондовый БК и ИК, БКЗ, ВИКИЗ) также отмечают наличие зоны проникновения. Например, при понижающем проникновении фильтрата бурового раствора показания меньшего по размеру зонда будут меньше чем большего.

Однако в интервалах с увеличенным диаметром скважин, например, против рыхлых или сильно трещиноватых и, особенно, кавернозных выкрашивающихся при проходке пород, судить о наличии корки практически невозможно.

Глинистая или шламовая корка может не образоваться при вскрытии продуктивных пластов на равновесии, когда репрессия на пласт близка к нулю. Отсутствие глинистой корки при наличии других прямых и косвенных свидетельств присутствия коллектора не является основанием для отнесения пласта к неколлекторам.

Косвенные качественные признаки обычно сопутствуют прямым и характеризуют породы, которые по своим ёмкостным свойствам и чистоте минерального скелета могут принадлежать к коллекторам. К этим признакам относятся:

- аномалии на кривой ПС;
- низкие показания на кривой гамма-каротажа (ГК);
- показания ядерно-магнитного каротажа (ЯМК), превышающие фоновые;
- затухание упругих волн, создаваемое трещинами и кавернами, при акустическом каротаже (АК).

Известны факты отсутствия прямых признаков проникновения фильтрата против высокопроницаемых коллекторов в длительно бурящихся скважинах вследствие

кольматации пластов. То же самое происходит в случае применения утяжелённых буровых растворов. Кольматация пластов с ухудшенными свойствами происходит медленнее и они дольше сохраняют признаки коллекторов.

Использование количественных критериев продуктивных коллекторов заключается в выделении коллекторов по значениям коэффициентов пористости и геофизических параметров, превышающих граничные значения, установленные экспериментально. Нижние значения геофизических параметров устанавливаются индивидуально в каждом конкретном случае.

Выделение коллекторов

Терригенные коллекторы отличаются от карбонатных отложений по составу, структуре порового пространства, параметрам, способам выделения.

Ниже приводится промыслово-геофизическая характеристика терригенных и карбонатных коллекторов.

Терригенные коллекторы

По гранулометрическим фракциям выделяют: псаммитовые породы с размером зерен $>0,1$ мм, псаммитовые породы с размером зерен $>0,1$ мм, глинистые породы с размером $<0,01$ мм.

Породы с размером зерен $>0,1$ мм являются песчаниками, а при отсутствии в них пелитовой фракции чистыми от глин коллекторами.

Промыслово-геофизическая характеристика песчаников следующая. На фоне глинистых пород песчаники выделяются:

- низкими значениями показаний ПС, ГК;
- средними показаниями метода НГК (между известняков и глиной);
- наличием глинистой корки против проницаемых коллекторов;
- положительным расхождением МКЗ.

На рисунке 1 приведен комплекс ГИС и определение коллекторов.

Штриховкой на рисунке показаны выделенные коллекторы.

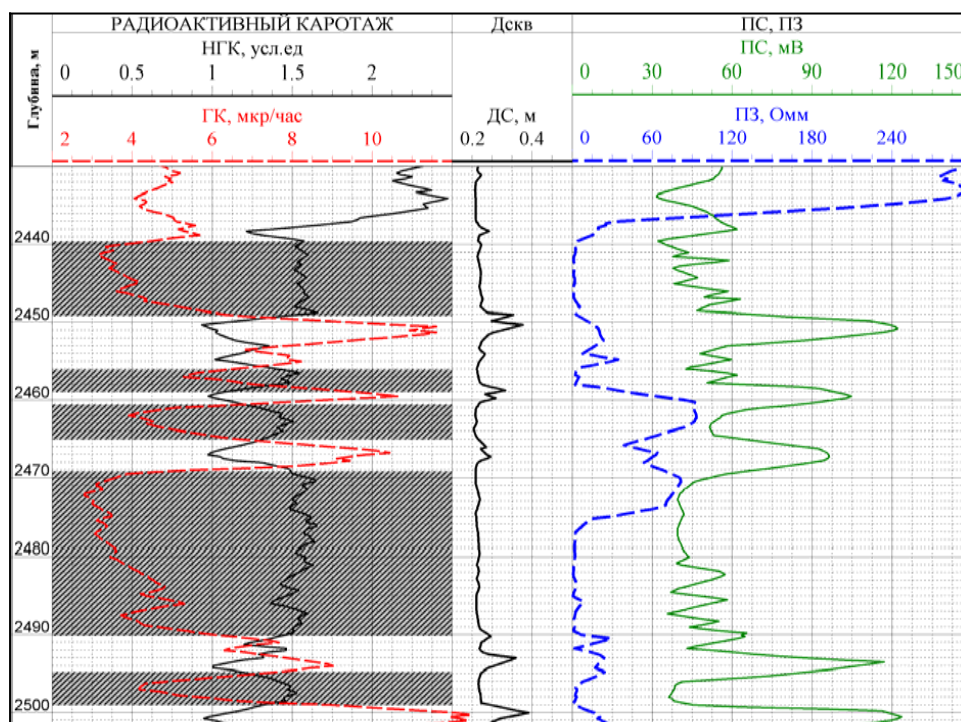


Рисунок 1 – Выделение коллекторов в песчано-глинистом разрезе

Карбонатные коллекторы

Карбонатные коллекторы (известняки, доломиты) подразделяются на межгранулярные (порово-проницаемые), трещинные, смешанные (порово - каверно-трещинные или трещинно-каверново-поровые). Рассмотрим выделение порового-проницаемых коллекторов. Задача выделения порово-проницаемых коллекторов (смешанный тип карбонатных коллекторов по своим геофизическим свойствам близки к порово-проницаемым коллекторам) в карбонатном массиве сводится к дифференциации их от плотных, непроницаемых и глинистых пород.

По нижнему пределу пористости $K_p \geq 6\%$ (для ОНГКМ – Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение) выделяем все пористые пласты (у которых $K_p \geq 6\%$). Среди поровых пород по данным МКЗ, МБК определяем проницаемые коллекторы (рисунок 2). Штриховкой на диаграмме НГК выделены породы с пористостью 6 % и более, штриховкой на диаграмме МБК выделены порово-проницаемые коллекторы. По ГК, КВ дифференцируем глинистые породы, которые не являются коллекторами, от коллекторов.

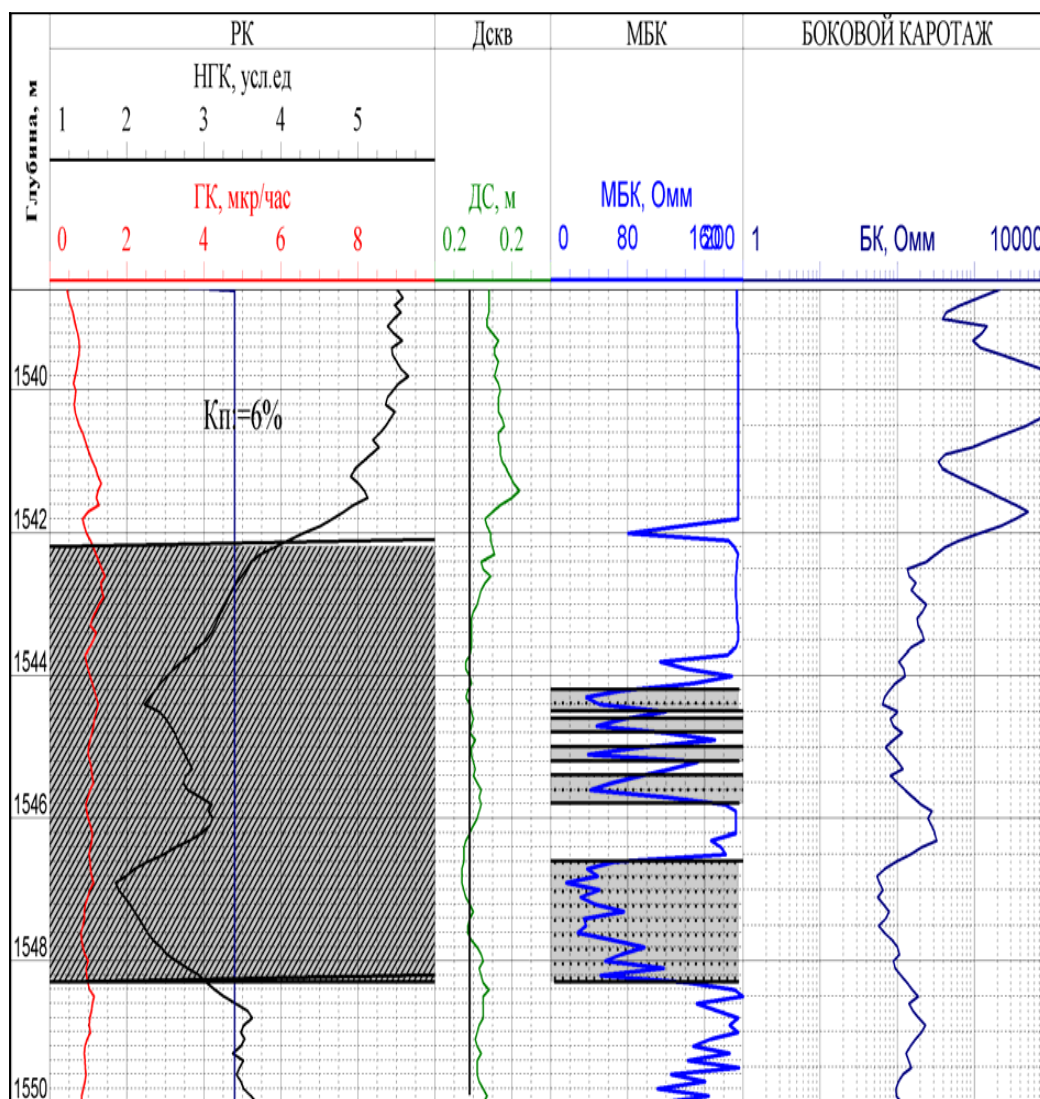


Рисунок 2 – Выделение коллекторов в карбонатном разрезе

3.Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер
2. Комплексные каротажные диаграммы ГИС открытого ствола.

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. По комплексу промыслово-геофизических методов, представленных преподавателем, выделить коллекторы в терригенном разрезе. Заштриховать интервалы коллекторов простым карандашом.
2. По комплексу промыслово-геофизических методов, предоставленных преподавателем, выделить коллекторы в карбонатном разрезе. Отметить штриховкой выделенные коллекторы.

5.2 Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Критерии выделения коллекторов по прямым и косвенным качественным признакам.
2. Таблицы, в которые внесены интервалы коллекторов, их эффективные толщины, параметры коллекторов.
3. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждение в выполнении законов, объяснение характера кривых.
4. Оформить отчет по лабораторной работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствии с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6. Контрольные вопросы

1. Что такое коллектор?
2. Виды коллекторов?

3. Терригенный коллектор?
4. Прямые качественные признаки наличия коллектора?
5. Косвенные качественные признаки наличия коллектора

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [5], [6], [10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ТЕРМОМЕТРИЯ СКВАЖИН

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Приобретение навыков расчленения и корреляции геологических разрезов.

2. Теоретическая часть

Геологический разрез, вскрываемый посредством бурения скважин, подвергается детальному изучению с целью определения последовательности и глубины залегания пластов, их литологических и коллекторских свойств, нефтегазонасыщенности и водоносности. Эти данные также используются для изучения геологического строения месторождений, подсчета запасов месторождений и т.п.

Изучение разрезов скважин осуществляется как по керну (если скважина проходится с извлечением керна) или шламу (бескерновое бурение), так и путем исследования геофизическими методами. В зависимости от характера слагающих разрез пород проводят электрическим, радиоактивным, акустическим, термическим и другими видами каротажа.

Электрический каротаж включает в себя такие методы как БКЗ, ИК, БК, стандартный каротаж, ВИКИЗ и др.

Наиболее широко используется для корреляции геологических разрезов стандартные зонды КС и метод ПС. Электрический каротаж скважин является стандартной операцией, которая проводится во всех без исключения скважинах.

Корреляция разрезов скважин

Корреляцией (увязкой) разрезов скважин называется сопоставление одновозрастных пород, вскрытых этими скважинами.

Наилучшие результаты при корреляции разрезов скважин достигаются благодаря комплексной увязке геофизических материалов с данными изучения образцов керна и шлама.

Различают следующие виды корреляции: общую локальную, общую региональную и детальную.

Общая локальная корреляция представляет собой сопоставление всего разреза скважин в пределах одной разведочной площади или месторождения. Цель ее — выделить и проследить по площади опорные реперы, одновозрастные стратиграфические комплексы пород, продуктивные толщи и внутри последних — продуктивные горизонты и пласты.

Общая региональная или межплощадная корреляция выполняется по всему разрезу скважин для прослеживания указанных выше подразделений разреза в пределах зон нефтегазонакопления, нефтегазоносных областей и т.

Перед детальной корреляцией стоит задача выделения и прослеживания в разрезе продуктивной толщи или продуктивного горизонта одновозрастных реперов, проницаемых пластов и прослоев, непроницаемых прослоев, установления их изменения вследствие выклинивания, литолого-фациального замещения по площади и разрезу с целью детального изучения геологического строения залежей нефти и газа.

Корреляцию разрезов близлежащих скважин начинают с предварительной увязки опорных реперов, отчетливо прослеживаемых по данным керна и каротажа.

Опорные пласты (репера), или каротажные репера резко отличаются от остальных совокупностью геофизических признаков. Такие пласты характеризуются сравнительным

постоянством мощности, физических свойств, формы каротажных кривых (например, пласты глин, угля, известняков и т.д.) и часто прослеживаются на больших расстояниях.

В терригенном разрезе в качестве опорных пластов могут служить карбонатные породы и пласты глин, реже песчано – алевролиты – глинистые пачки.

В карбонатных разрезах в качестве опорных пластов могут служить терригенные породы, глинистые известняки и интервалы смены карбонатных пород глинистыми.

Целесообразнее сравнивать между собой диаграммы по скважинам, расположенным по простиранию пород. Это связано с тем, что физические свойства пород по простиранию не так резко изменяются. Таким образом, результаты сопоставления каротажных диаграмм позволяют устанавливать последовательность залегания пород и их возраст, обнаруживать тектонические нарушения, облегчают интерпретацию геофизических материалов при бескерновом бурении.

Корреляцию разрезов соседних скважин лучше всего начинать с отождествления во всех обследуемых разрезах одного или нескольких опорных горизонтов, отчетливо прослеживающихся по диаграммам ГИС. После того как разрезы скважин в первом приближении сопоставлены, приступают к их детальной корреляции. Задачей сравнения является выделение тех же слоев, пачек и горизонтов, которые были установлены ранее в первой скважине. Пласты, слои и пачки прослеживаются по сходству конфигураций диаграмм ГИС.

На корреляционной диаграмме (рисунок 1), для более удобного сопоставления разрезов один из пластов в верхней части сравниваемого комплекса отложений принимается за горизонтальную плоскость, которая на чертеже изображается горизонтальной линией (линией сопоставления).

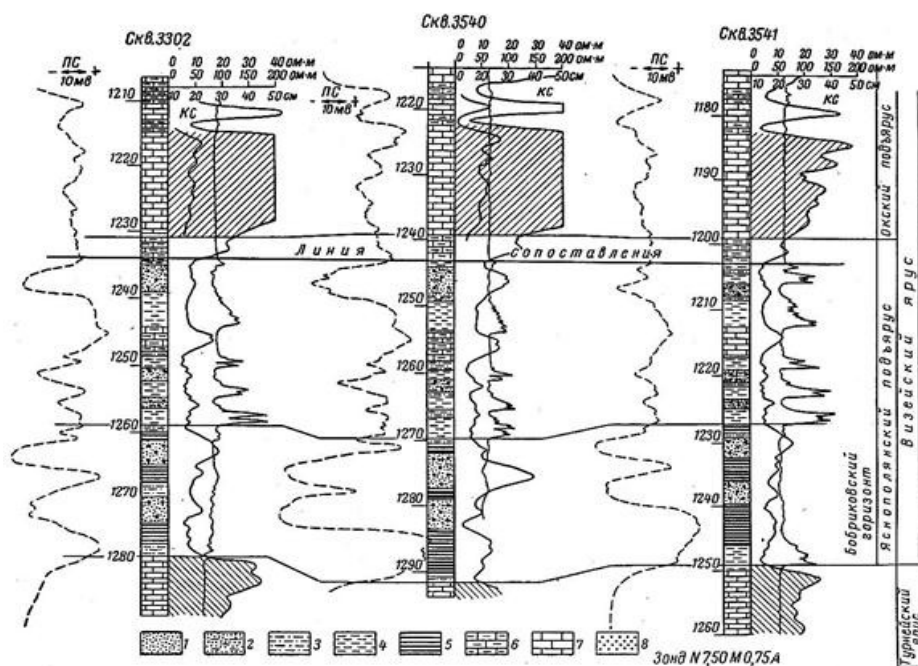


Рисунок 1 – Пример сопоставления геолого-геофизических разрезов терригенной толщи нижнего карбона (подошва тульского горизонта в скв.3302 находится на глубине 1248 м, в скв.3540 – 1258м, в скв.3541 – 1217 м): 1 – песчаники; 2 – песчаники глинистые; 3 – алевролиты; 4 – аргиллиты; 5 – аргиллиты с прослоями угля; 6 – известняки глинистые; 7 – известняки, 8 – нефтеносность

Разрезы всех скважин выравниваются по этому пласту, в связи, с чем все изменения мощности нижележащей толщи пород становятся легко заметными. Границы

одновозрастных слоев, прослеженные в разных скважинах, соединяются прямыми линиями. Для более удобного чтения корреляционной схемы на одной из колонок какой-либо скважины обычно изображают литологический состав разреза. Весьма важным моментом при составлении корреляционной схемы является выбор опорного пласта (горизонта), по которому проводится сопоставление всех разрезов скважин, участвующих в корреляции.

Стандартный каротаж

Одним из свойств горных пород является их способность проводить электрический ток или оказывать сопротивление прохождению тока. За величину, характеризующую способность пород пропускать электрический ток, принято удельное электрическое сопротивление ρ . Величина, обратная ей, получила название удельной электрической проводимости ($\sigma = 1/\rho$), которая характеризует способность пород проводить электрический ток. Электрический ток горные породы проводят в основном из-за насыщенности их порового пространства растворами электролитов. Отсюда следует, что рыхлые не литифицированные высокопористые породы будут обладать пониженными значениями удельного электрического сопротивления, а плотные массивные нетрещиноватые породы, наоборот, повышенными.

Для замера сопротивления пород в скважинах, обычно используют четырехэлектродный каротажный зонд. Три его электрода присоединяют к концам кабеля и спускают в скважину, а четвертый электрод (заземление) устанавливают на поверхности вблизи устья скважины (рисунок 2).

Через электроды А и В (токовые) пропускают ток J , создающий электрическое поле в породе, а с помощью электродов М и N (измерительных) измеряют разность потенциалов ΔU между двумя точками данного электрического поля.

При перемещении зонда по стволу скважин получают непрерывную информацию о кажущихся сопротивлениях вскрытого ею разреза горных пород.

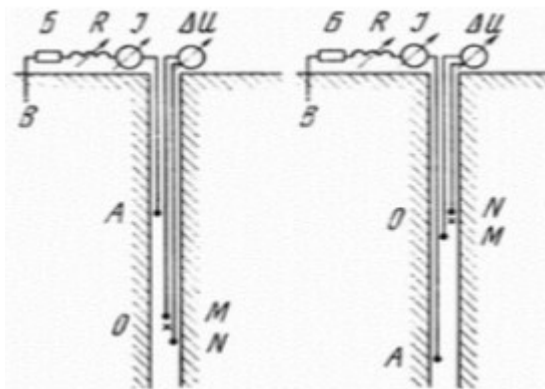


Рисунок 2 – Различные зонды для электрического каротажа скважин:

А, В – питающие электроды, Б – батарея или другой источник питания, R – реостат для регулировки силы тока, I – прибор, измеряющий силу тока, MN – приемные электроды, О – точка записи, к которой относят результаты замеров

При стандартном каротаже кажущееся удельное сопротивление измеряют с помощью стандартного зонда КС, размеры которого для каждого района подбирают экспериментальным путем. Обычно для исследования нефтяных и газовых скважин в качестве стандартного используют градиент-зонд длиной около 2,5 м или потенциал-зонд длиной 0,5 м. Зонды большего размера применяются реже.

Одна из задач стандартного каротажа это - корреляции геологических разрезов. Данный каротаж скважин является стандартной операцией, которая проводится во всех

без исключения скважинах, и данные каротажа являются опорными, к нему привязываются все последующие методы.

Метод самопроизвольной поляризации ПС (естественных потенциалов)

Измерение потенциалов естественного поля $U_{\text{пс}}$ заключается в замерах разности естественных потенциалов между электродом, перемещаемым по скважине, М и электродом, размещаемым на поверхности около устья скважины, N (рисунок 3).

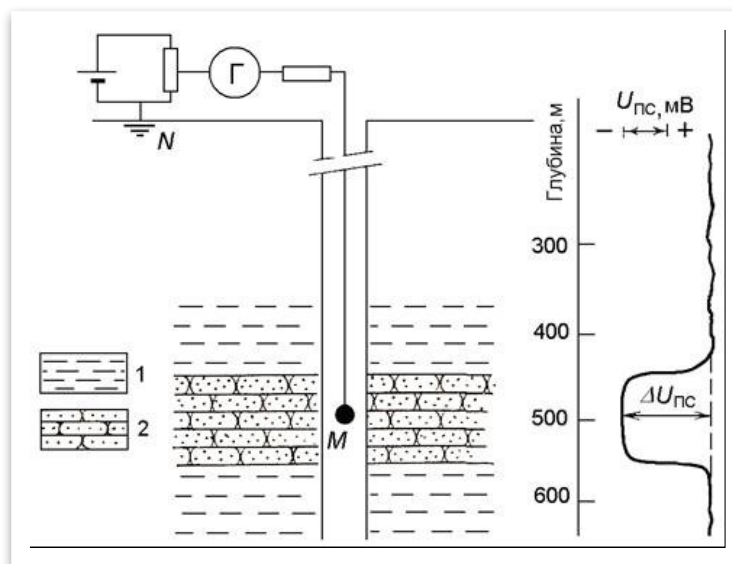


Рисунок 3 – Принципиальная схема измерения ПС: 1 – глина; 2 – песчаник; 3 – регистрирующий прибор

Разность потенциалов между этими электродами указывает на изменение электрического потенциала вдоль скважины. Результаты измерения регистрируются (записываются) одновременно с результатами измерения КС в виде графика или кривой естественных потенциалов $U_{\text{пс}}$.

Наилучшие результаты дает метод ПС на песчано-глинистых разрезах, породы которых обладают различной адсорбционной активностью.

Пески, песчаники, алевроиты и алевролиты легко отличаются по кривой ПС от глин. При $r_{\text{ф}} > r_{\text{в}}$ песчано-алевритовые пласты отмечаются минимумами потенциала. С увеличением в песчаном пласте количества глинистого материала возрастает коэффициент диффузионно-адсорбционного потенциала (его диффузионно-адсорбционная активность), а, следовательно, уменьшается отклонение кривой ПС против него. Наибольшей адсорбционной активностью обладают глинистый и лимонитовый цементы породы, значительно меньшей — карбонатный и наименьшей — силикатный. Адсорбционная емкость скелетной фракции песчано-глинистой породы (диаметр зерен больше 0,01 мм) во много раз меньше адсорбционной емкости наиболее распространенных разновидностей цемента и не играет существенной роли в формировании величины диффузионно-адсорбционной активности породы.

В карбонатном разрезе основные причины возникновения аномалии ПС те же, что и в песчано-глинистом. Отрицательными аномалиями на кривой ПС отмечаются чаще всего чистые (неглинистые) карбонатные пласты (известняки, доломиты), как крупно- и среднезернистые, так и мелкозернистые, в том числе малопористые и плотные. Карбонатные пласты (мергели, глинистые известняки, глинистые доломиты и т. д.), содержащие глинистый материал, сосредоточенный в порах или в рассеянном виде, по всей толще породы отмечаются малыми отклонениями кривой ПС от линии глин.

Расчленение разреза и выделение границ пластов по кривой ПС в высокоомном разрезе затруднительно. Это существенно ограничивает использование кривой ПС, записанной в карбонатном разрезе, для качественной и количественной интерпретации.

Границы мощного пласта ($h/d_c > 4$) отмечаются в точках, соответствующих половине амплитуды отклонения кривой ПС (рисунок 4); границы тонких пластов смещены относительно половинной амплитуды отклонения кривой ПС к максимальному отклонению, и выделение границ тонких пластов по кривой ПС затруднено.

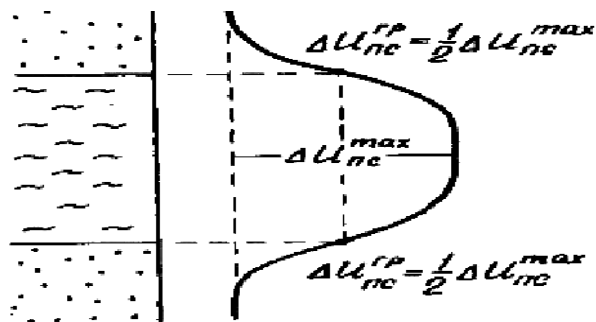


Рисунок 4 – Определение контактов пластов (мощный пласт) по диаграмме ПС

Метод ПС является одним из важнейших в комплексе промыслово-геофизических исследований скважин. Он применяется широко для расчленения разрезов и их корреляции.

3. Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер
2. Каротажные диаграммы ГИС (в масштабе глубин 1:500) открытого ствола для корреляции разреза.

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. Сопоставить разрез изучаемой скважины с разрезом опорной скважины (скважина прошедшая первичную обработку, с расчлененным разрезом), с целью выявления характерных интервалов, в пределах которых конфигурация кривых не претерпевает существенных изменений от скважины к скважине.

2. После завершения сопоставления разрезов и выделения основных опорных пластов, приступить к построению в заданном направлении корреляционной схемы. Диаграммы выдаются преподавателем.

5.2.Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Характеристику основных видов корреляции скважин.
2. Критерии выделения опорных горизонтов.
3. Каротажные диаграммы с результатами корреляции.
4. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждение в выполнении законов, объяснение характера кривых.

5. Оформить отчет по лабораторной работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствии с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6.Контрольные вопросы

1. Что такое корреляция разрезов скважин?
2. Основные виды корреляций скважин?
3. Опорные пласты (репера) или каротажные репера?
4. Электрические методы ГИС, применяемые для детальной корреляции разрезов.

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [5], [6], [10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Инклинометрия и кавернометрия скважин

1. Цель и содержание работы

Закрепление теоретических знаний, полученных на лекциях. Выделение первоначального ВНК по комплексу методов ГИС.

2. Теоретическая часть

Выделение первоначального ВНК применяется для оценки эффективной мощности продуктивного горизонта, для последующей оценки объема запаса флюида. В процессе разработки месторождения, полученные данные при определении первоначального ВНК помогают следить за положением текущего ВНК.

За водонефтяной контакт (ВНК) большинство исследователей принимают некоторую условную поверхность, выше которой пласт отдает безводную нефть, а ниже до подошвы переходной зоны — нефть с водой. Преимущество такого представления о ВНК состоит в том, что в данном случае граница раздела нефти и воды может быть однозначно установлена по данным электрометрии в бурящихся скважинах.

Наиболее уверенно эта задача решается в высокопористых коллекторах гранулярного типа. Пласты, насыщенные нефтью или газом, имеют более высокое удельное сопротивление по сравнению с нижезалегающей водонасыщенной частью пласта. Поэтому нижняя граница залежи определяется как подошва пласта высокого удельного сопротивления. Выделяется она по показаниям последовательного градиент-зонда большого размера (рисунок 1.а), а также по данным экранированного или индукционного зонда.

При наличии в пласте переходной зоны, в которой происходит постепенное увеличение нефтенасыщенности, залежь четкой нижней границы не имеет. В результате на диаграммах электрических методов регистрируется плавное увеличение сопротивлений, отражающее изменение коэффициента нефтенасыщенности. В этих условиях ВНК проводится на глубине, начиная с которой пласт дает промышленный приток нефти или газа. Эта граница обычно располагается на 1—1,5 м выше глубины, на которой отмечается начало переходной зоны (рисунок 1.б).

Если пласт неоднородный и в нем имеются тонкие плотные пропластки высокого сопротивления, то кривая кажущегося сопротивления, зарегистрированная большим градиент-зондом, будет экранирована и уточнить по ней положение контакта не всегда возможно. Для повышения достоверности интерпретации необходимо привлекать диаграммы микрометодов (микрозондов или микроэкранированных зондов), по которым выделяются плотные пропластки. Положение ВНК уточняется по диаграмме экранированного зонда.

Выбор методики и метода исследования скважин зависит от геологического строения нефтегазовых объектов, коллекторских свойств пластов и применяемых методов измерений.

Трудности оценки начального положения ВНК возникают при бурении скважин на участках месторождения, заводненных пресными водами, а также в условиях сложнопостроенных объектов. К последним относятся интервалы разреза скважин, оценка положения ВНК в которых традиционными методами ГИС затруднена или невозможна.

В карбонатных разрезах к таким объектам относятся низкопористые породы ($K_p < 10\%$), которые трудно выделяются и осваиваются при испытаниях. Оценка характера насыщенности пластов методами электрометрии при бурении на водных растворах оказывается неэффективной при низкой их нефтегазонасыщенности (менее 50—60%), а также из-за того, что изменение удельного сопротивления обуславливается колебаниями трещиноватости, а не насыщенностью. Из всех возможных вариантов таких исследований более простыми являются повторные измерения методами электрометрии (боковой, боковой микрометод, боковое электрическое зондирование) при заполнении скважины промывочной жидкостью с постоянными свойствами, поскольку в данном случае не требуется проводить какие-либо технологические операции для подготовки скважин к исследованиям.

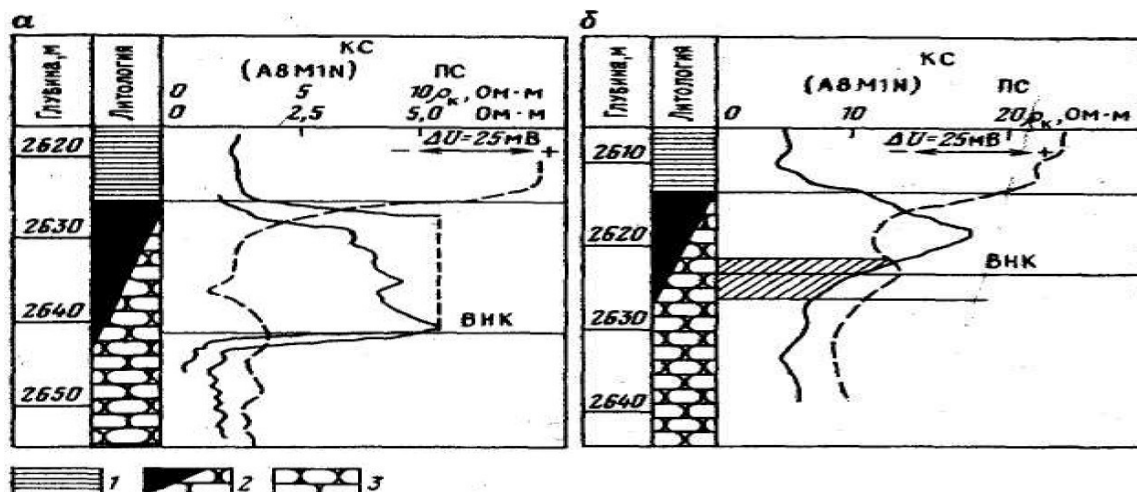


Рисунок 1 -Выделение контакта нефть—вода по данным последовательного градиент-зонда в высокопористых коллекторах гранулярного типа:
а — при отсутствии переходной зоны; б—при наличии переходной зоны; 1—глина; песчаник: 2 — нефтеносный, 3 — водоносный

Положение ГНК по диаграммам электрических методов установить нельзя, так как и газ, и нефть имеют высокое удельное сопротивление. Более благоприятные условия для определения ГНК создаются при исследовании обсаженных, но не перфорированных скважин. Так как газ по сравнению с жидкостью имеет значительно меньшую плотность, то водородосодержание газонасыщенного пласта меньше, чем нефтеносного. В обсаженной скважине, которая значительное время простаивала, зона проникновения расформировалась, и к стенкам подошел пластовый флюид. В результате против газонасыщенной части пласта показания НГМ возрастают.

Примеры определения газонефтяного контакта методом ННМ-Т в процессе расформирования зоны проникновения и методом НГМ при отсутствии этой зоны показаны на рисунке 2. Здесь граница раздела газ — нефть по пласту устанавливается визуально по значительному превышению показаний нейтронных методов против газоносной части разреза по сравнению с нефтеносной.

Эффективность выделения ГНК снижается в глинистых коллекторах, газоносных пластах, содержащих нефть, а также в разрезе скважин со значительным проникновением фильтрата промывочной жидкости и небольшой остаточной газонасыщенностью в этой зоне. Определение ГНК в таких условиях описанными выше методами затрудняется в связи с низкими значениями показаний нейтронных методов против как газоносных, так и нефтеносных пластов.

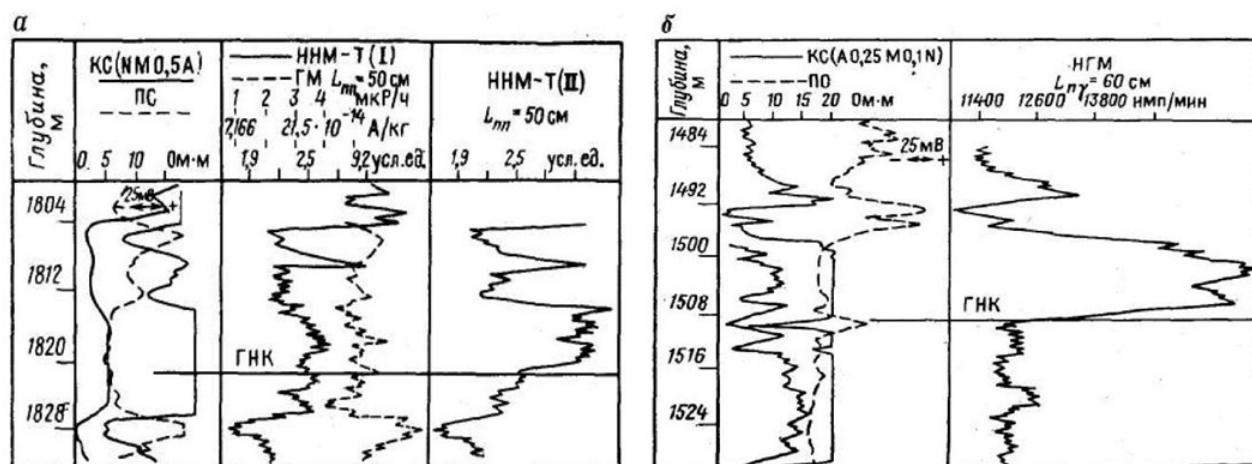


Рисунок 2- Определение ГНК нейтронными методами.

а - Самотлорское месторождение (сква. 10288); замеры ННМ-Т: I — первый, II — второй, выполненный через 2,5 мес. после первого; б — Анастасиевско-Троицкое месторождение

Поверхности водонефтяных и газонефтяных контактов на объектах не являются плоскостями, а имеют довольно сложные формы. Разница гипсометрического положения контактов по отдельным скважинам достигает десятков метров и более. Изучение общих закономерностей и деталей поверхностей водонефтяного и газонефтяного контактов имеет важное значение при подсчете запасов, проектировании и контроле разработки нефтяных и нефтегазовых объектов.

3.Оборудование и материалы

1. Персональный компьютер.
2. Комплексные каротажные диаграммы.

4. Указания по технике безопасности

1. Перед включением ПЭВМ пользователь должен проверить:
 - отсутствие посторонних предметов на клавиатуре;
 - нет ли влаги на клавиатуре.
2. Включение ПЭВМ производится на мониторе, а затем на системном блоке.
3. ЭВМ подключается в трех полюсную розетку электрической сети 220 В.
4. Рабочие места с ПЭВМ по отношению к световым проемам должны располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку преимущественно слева. Искусственное освещение в помещениях с ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения с использованием светильников местного освещения. Освещенность на поверхности стола в зоне рабочего документа должна быть 300 - 500 лк.
5. При возгорании ПЭВМ и его периферийных устройств их надлежит немедленно отключить от розетки. Тушение ПЭВМ осуществляется только с помощью углекислого или порошкового огнетушителей.

5. Указания по порядку выполнения работ

5.1 Задание к лабораторной работе

1. По комплексу промыслово-геофизических методов, представленных преподавателем, определить первоначальное положение ГНК и ВНК.
2. По комплексу промыслово-геофизических методов, представленных преподавателем, определить текущее положение ГНК и ВНК.

5.2 Содержание, форма и правила оформления отчета по лабораторной работе

Каждый студент выполнивший работу, должен оформить отчет, и предоставить его преподавателю.

Отчет должен содержать:

1. Основные критерии выделения ГНК и ВНК по методам ГИС.
2. На каротажной диаграмме отметить положение первоначального и текущего контакта ГНК и ВНК, результаты интерпретации свести в таблицу 1.

Таблица 1

Площадь № скв.	Метод определения ВНК	Наличие переходной зоны	Тип коллектора	Начальный ВНК	Текущий ВНК

3. Оформить отчет по работе, поместив титульный лист на первой странице. Титульный лист заполнить в соответствии с наименованием работ, фамилией авторов и прочее.

6. Контрольные вопросы

1. С помощью, каких методов производится выделение первоначального ВНК.
2. Почему принципиально важно при выделение первоначального ВНК, использование методов ЭК.
3. Для чего следует проводить выделение первоначального ВНК.

7. Список литературы и ссылки на интернет-ресурсы, содержащие информацию по теме:

приведены в конце методических указаний к выполнению лабораторных работ, под номером [1], [2], [3], [4], [5], [6], [10].

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданович, Н. Н., Десяткин, А. С., Добрынин В. М. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промысловой геофизике / Н. Н. Богданович и др., М.: Инфра-Инженерия, 2009. – 958 с.
2. Геофизические исследования скважин / Под редакцией В. М. Добрынина, Б. Ю. Вендельштейна, Р. А. Резванова, А. Н. Африкяна. Учебное пособие для ВУЗа – М.: «Нефть и газ», РГУ нефти и газа им. И. М Губкина, 2004. – 400 с.
3. Горбачев, Ю.И. Геофизические исследования скважин: учебник для вузов / под ред. Е.В. Каруса. – М.: Недра, 1990. – 398 с.
4. Жданов, М. С. Геофизическая электромагнитная теория и методы. – М. С. Жданов. Монография. – М.: Науч. мир, 2012. – 679 с.
5. Итенберг, С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин: учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. – 375 с.
6. Косков, В.Н. Геофизические исследования скважин: учебное пособие / В.Н. Косков. – Пермь: Пермский государственный технический университет, 2004. – 122 с.
7. Латышова, М.Г. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС: учебное пособие для вузов / Под редакцией М.Г. Латышовой, В.Г. Мартынова, Т.Ф. Соколовой. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. – 327 с.
8. Лукьянов, Э. Е. Геолого-технологические исследования и геофизические исследования в процессе бурения / Э. Е. Лукьянов, – Новосибирск: Издательский дом «Историческое наследие Сибири», 2009. – 752 с.
9. Практикум по освоению технологий ГИС. Акустические методы: рабочее пособие для стажера. – Мегион: Тюменьпромгеофизика, 2003.
10. Стрельченко, В.В. Геофизические исследования скважин: учебник для вузов / В.В. Стрельченко. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2008. – 551 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электромагнитные и акустические методы

Специальность
Специализация

21.05.02 Прикладная геология
Геология месторождений нефти и газа

Содержание

ВВЕДЕНИЕ		
1	Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины	
2	План-график выполнения самостоятельной работы	
3	Методические рекомендации по изучению теоретического материала	
4	Методические рекомендации по организации работы с литературой	
5	Критерии оценивания компетенций	

ВВЕДЕНИЕ

Современные стандарты подготовки специалистов предусматривают значительный объем внеаудиторной работы. Освоение программы курса предполагает получение, как теоретических знаний, так и формирование навыков практической работы. Поэтому самостоятельная работа в рамках курса ориентирована как на теоретический, так и на практический аспект.

Самостоятельная работа студентов – это выполнение теоретических и практических заданий студентами по усвоению изучаемой дисциплины «Электромагнитные и акустические методы».

Дидактические цели самостоятельных занятий:

- формирование профессиональных умений;
- формирование умений и навыков самостоятельного умственного труда;
- мотивирование регулярной целенаправленной работы по освоению специальности;
- развитие самостоятельности мышления;
- формирование убежденности, волевых черт характера, способности к самоорганизации;
- овладение технологическим учебным инструментом.

Самостоятельная работа включает те разделы курса, которые не получили достаточного освещения на лекциях по причине ограниченности лекционного времени и большого объема изучаемого материала.

Методическое обеспечение самостоятельной работы дисциплине состоит из:

- 1) Определения учебных вопросов, которые студенты должны изучить самостоятельно;
- 2) Подбора необходимой учебной литературы, обязательной для проработки и изучения;
- 3) Поиска дополнительной научной литературы, к которой студенты могут обращаться по желанию, если у них возникает интерес в данной теме;
- 4) Определения контрольных вопросы, позволяющих студентам самостоятельно проверить качество полученных знаний;
- 5) Организации консультаций преподавателя со студентами для разъяснения вопросов, вызвавших у студентов затруднения при самостоятельном освоении учебного материала.

Самостоятельная работа студента – это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение собственной информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи;
- представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля

1 Общая характеристика самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Электромагнитные и акустические методы»

Цель: ознакомить студентов с теоретическими и геологическими основами электромагнитных и акустических методов бескерновой геологической документации разрезов скважин

Задачи:

- Ознакомление студентов с общими принципами и научными основами проведения исследований в открытом стволе скважины в процессе ее строительства целью литологического расчленения разреза, определения подсчетных параметров, исследования технического состояния ствола скважины.
- Ознакомление студентов с общими принципами и научными основами проведения исследований в эксплуатационных, нагнетательных и наблюдательных скважинах с целью определения технического состояния колонны и заколонного пространства, заколонных перетоков, профиля, дебита и состава притока.
- Ознакомление с техникой и технологией проведения исследований

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части Б1.О.39. Ее освоение происходит в 7 семестре.

Основными видами самостоятельной учебной деятельности студентов являются:

- 1) предварительная подготовка к аудиторным занятиям, в том числе и к тем, на которых будет изучаться новый, незнакомый материал.
- 2) своевременная доработка конспектов лекций;
- 3) подбор, изучение, анализ и при необходимости – конспектирование рекомендованных источников по учебным дисциплинам;
- 4) выяснение наиболее сложных, непонятных вопросов и их уточнение во время консультаций;
- 5) подготовка к контрольным занятиям и экзамену;
- 6) систематическое изучение периодической печати, научных монографий, поиск и анализ дополнительной информации по учебным дисциплинам.

Виды самостоятельной работы по дисциплине «Электромагнитные и акустические методы» могут быть разделены на основные (аудиторные) и дополнительные (внеаудиторные).

Основные виды самостоятельной работы выполняются в обязательном порядке с последующим контролем результатов преподавателем, который проводит практические занятия в студенческой группе.

Дополнительные (внеаудиторные) виды самостоятельной работы выполняются по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Дополнительные виды самостоятельной работы по дисциплине «Электромагнитные и акустические методы» рекомендуются тем студентам, которые наиболее заинтересованы в изучении этой дисциплины.

К основным (обязательным) видам самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Электромагнитные и акустические методы» относится:

- а) самостоятельное изучение теоретического материала;
- б) подготовка к лабораторным работам
- в) подготовка к практическим занятиям
- г) подготовка к экзамену.

2 План-график самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электромагнитные и акустические методы»

Виды и содержание самостоятельной работы; формы их контроля

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной	Средства и технологии оценки	Объем часов
----------------------------	----------------------------------	------------------------------	-------------

	работы		
Подготовка к лекциям	Конспект	Устный опрос	3
Подготовка к лабораторным работам	Отчет о выполненных работах	Защита отчетов	15
Итого за 7 семестр			18

3 Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельное изучение теоретического материала по дисциплине

«Электромагнитные и акустические методы» предусмотрено на всём протяжении курса. Такая работа сопровождает лекционные, практические и лабораторные занятия, промежуточный и итоговый контроль, и в то же время является отдельным видом самостоятельной работы студента.

Источниками для самостоятельного изучения теоретического курса по дисциплине «Электромагнитные и акустические методы» выступают:

- учебники по предмету;
- курсы лекций по предмету;
- учебные пособия по отдельным темам;
- научные статьи в периодической геологической печати и рекомендованных сборниках;
- научные монографии.

В ходе лекций раскрываются основные вопросы в рамках рассматриваемых тем, делаются акценты на наиболее сложные и интересные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты студентами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки студентов к практическим занятиям.

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.

4 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 сохранением 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.

5 Критерии оценивания компетенций

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- умения студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

