

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор-директор ИПР  
\_\_\_\_\_ Дмитриев А.Ю.  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

**Г.А. Лобова**

**ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН**

Методические указания по выполнению домашнего задания по  
дисциплинам «Полевая геофизика» и «Геофизические  
исследования скважин» для студентов специальности  
130304 «Геология нефти и газа»  
(заочная форма обучения)

Издательство  
Томского политехнического университета  
2012

УДК 553.98:550.3 (075.8)

ББК 33.131:26.2я73

П491

**Лобова Г.А.**

П491 Полевая геофизика и геофизические исследования скважин: методические указания по выполнению домашнего задания по дисциплинам «Полевая геофизика» и «Геофизические исследования скважин» для студентов специальности 130304 «Геология нефти и газа» (заочная форма обучения) / Составила Г.А. Лобова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 16 с.

УДК 541.64:53.076

ББК 24.7

Методические указания рассмотрены и рекомендованы  
к изданию методическим семинаром кафедры геофизики  
« 15 » марта 2012 г., протокол № 339.

Зав. кафедрой геофизики

д.г.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ *Л.Я. Ерофеев*

Председатель учебно-методической

комиссии, к.г.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ *Е.В. Гусев*

*Рецензент*

Доктор геолого-минералогических наук, профессор ТПУ

*В.И. Исаев*

© ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2012

© Лобова Г.А., 2012

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2012

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА» И «ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН» ДЛЯ  
СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 130304 «ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА»

СОДЕРЖАНИЕ	стр.
1 ЧАСТЬ I. ПОЛЕВАЯ ГЕОФИЗИКА	4
2 Методические указания по изучению курса	4
Магниторазведка	
Гравиразведка	
Электроразведка	
Сейсморазведка	
3 Указания к выполнению домашнего задания по дисциплине «Полевая геофизика»	8
4 Список литературы	9
5 ЧАСТЬ II. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН	10
6 Методические указания по изучению курса	10
Электрометрия скважин	
Радиометрия скважин	
Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин	
7 Указания к выполнению домашнего задания по дисциплине «Геофизические исследования скважин»	13
8 Список литературы	14
9 Приложение 1. Образец титульного листа для задания по дисциплине «Полевая геофизика»	15
10 Приложение 2. Образец титульного листа для задания по дисциплине «Геофизические исследования скважин»	16

## Часть I. Полевая геофизика

### 1 Цели и задачи выполнения домашнего задания по дисциплины «Полевая геофизика»

Методы разведочной геофизики: магниторазведка, гравиразведка, электроразведка и сейсморазведка, в том или ином объеме, применяются на всех стадиях поисков и разведки месторождений нефти и газа. Этим определяется важная роль дисциплины «Полевая геофизика» в подготовке специалистов в области нефтяной геологии.

С целью наилучшего усвоения теоретических основ дисциплины для студентов заочной формы обучения предусматривается выполнение индивидуального домашнего задания. Домашнее задание состоит из теоретических вопросов по каждому из разделов: магниторазведка, гравиразведка, электроразведка и сейсморазведка.

Главной задачей домашнего задания является теоретическая подготовка студента для выполнения практических лабораторных работ и успешной сдачи промежуточной аттестации на сессии.

### 2 Методические указания по изучению курса

#### Магниторазведка

Для понимания содержания этой темы следует в первую очередь уяснить основные законы магнетизма и характер магнитных свойств горных пород и руд. Эти данные при дальнейшей проработке материала позволяют достаточно наглядно установить связь между магнитными аномалиями и геологическим строением участков Земной коры и тем самым определить область применения магниторазведки.

При знакомстве с материалами наземных или воздушных съемок изучающему необходимо составить себе четкие представления о применяемой методике магниторазведочных работ, знать принципиальное устройство магнитометрической аппаратуры и иметь общие представления о технике производства измерений. Важно знать какие величины магнитного поля измеряются, в каких единицах они выражаются и как изображаются графически.

При изучении основ качественной и количественной интерпретации необходимо ознакомиться с иллюстрационным материалом, показывающим зависимость составляющих напряженности магнитного поля от формы, размеров и пространственного положения намагниченных геологических тел.

Особое внимание необходимо уделить палеомагнитным исследованиям и высокоточной наземной магнитной съемке с целью прямого прогнозирования залежей углеводородов.

#### ***Вопросы по разделу.***

1. Назовите главные элементы магнитного поля Земли. Взаимосвязь элементов магнитного поля.
2. На какие классы делятся вещества по их магнитным свойствам?
3. Каковы единицы измерения магнитных свойств горных пород, определяющих магнитные аномалии?
4. Какова структура магнитного поля Земли?
5. Вариации магнитного поля Земли.
6. Каково устройство и принцип действия магнитометра М-27?
7. Зачем создается опорная сеть при магниторазведочных работах, какие ее особенности?
8. В каком виде изображаются результаты съемок в магниторазведке?

9. Каково назначение палеомагнитных исследований?
10. Магниторазведка при поисках нефти и газа.

### **Гравиразведка**

Приступая к изучению этой темы, необходимо восстановить в памяти тот раздел физики, где рассматривается закон всемирного тяготения, лежащий в основе теории гравиметрии.

Физическими основами метода служит естественная дифференциация горных пород и руд по их плотности, поэтому необходимо уяснить роль и значение факторов, определяющих плотность пород и методы её измерения, разобраться в понятии избыточная плотность и избыточная масса.

Изучая теоретическую сущность гравиразведки, необходимо разобраться в понятиях: потенциал силы тяжести, ускорение силы тяжести, уровенная поверхность, вторые производные потенциала силы тяжести.

В методической части необходимо подробно ознакомиться с видами гравитационной съемки, применяемой аппаратурой, а также поправками, которые вводятся в измерение гравиметра: за сползание нуля-пункта, за температуру, за рельеф (редукция Фая), за промежуточный слой (редукция Буге) а также за лунно-солнечное притяжение. При этом необходимо уяснить зависимость между масштабом съемки, точностью наблюдений и сечением изоаномал, познакомиться с основными способами выделения локальных аномалий силы тяжести.

Важным является раздел, посвященный геологическому истолкованию результатов гравитационных съемок. При его изучении необходимо усвоить понятия решения прямой и обратной задач гравиразведки и основные принципы их решения. Ознакомиться с основными приемами качественной и количественной интерпретации аномалий силы тяжести и их градиентов.

Следует ясно представлять себе и возможности метода при нефтегазовых поисковых работах, в том числе и при прямом прогнозировании залежей нефти и газа.

#### ***Вопросы по разделу.***

11. Что такое сила тяжести? Объясните, почему «сила тяжести» и «ускорение силы тяжести» - тождественные понятия.
12. Что такое потенциал силы тяжести?
13. Почему происходит смещение нуля-пункта гравиметра? Как производится эталонирование гравиметра?
14. Что такое нормальное гравитационное поле?
15. Выведите формулу поправки за высоту и поправки за промежуточный слой.
16. Что такое аномалии силы тяжести?
17. С какими геофизическими методами целесообразно использовать гравиразведку при поисках залежей нефти и газа? Приведите практические примеры.
18. Каково назначение опорной гравиметрической сети?
19. Для решения каких геологических задач наиболее эффективно применение гравиразведки?
20. В чем состоят решения прямой и обратной задач гравиразведки?

### **Электроразведка**

Электроразведку отличает большое количество различных методов и модификаций. Приступая к их изучению, необходимо восстановить в памяти основные положения общей физики по электричеству и электромагнетизму.

Прежде всего, необходимо познакомиться с классификацией электроразведочных методов на постоянном и переменном токах, а также уяснить место электроразведочных методов, основанных на использовании переходных электрических процессов (ВП). Изучить электрические свойства горных пород и основные факторы, влияющие на них.

Методы электроразведки делятся на четыре группы: методы естественного электрического поля; методы сопротивлений; методы переменного тока; метод вызванной поляризации.

#### 1) Методы естественного электрического поля.

При проработке этой темы необходимо уяснить физическую сущность электрических полей, наблюдаемых в земной коре, акцентируя свое внимание на электрохимических, фильтрационных и диффузионных полях. Выделить особо естественные электрические поля теллурического происхождения.

По мере проработки указанного круга вопросов следует отмечать установленную связь между естественными электрическими и геологическими особенностями в приповерхностных частях земной коры. Существенную помощь в выяснении этих задач может оказать анализ кривых потенциала фильтрационного и диффузионного полей по профилю, пересекающему русло реки.

Следует иметь в виду, что разведочные возможности метода естественного электрического поля наиболее широки при изучении объектов, обладающих электрической проводимостью, при картировании пиритизированных и графитизированных пород, определения движения грунтовых вод на небольших глубинах.

#### 2) Методы сопротивлений.

Проработку темы необходимо начинать с уяснения физических и геологических основ методов, обращая внимание на характер изменения электрического удельного сопротивления от минералогического состава горных пород, обводненности. Обратит внимание на анизотропию электрических свойств пород. После этого целесообразно перейти к рассмотрению нормального и аномального электрического поля одного и двухточечных заземлений на постоянном токе. Обратит внимание на смысл коэффициента установки, понятие «кажущегося электрического сопротивления» и единицы его измерения.

Перейдя затем к знакомству с методами электрического профилирования, необходимо уяснить сущность этих методов, условия и область применения, способы представления графического материала и его качественной интерпретации. При этом необходимо обратить внимание на пространственное распределение плотности тока в изучаемой среде и глубинности исследований в методе сопротивлений в зависимости от разносов в питающей цепи.

При рассмотрении вертикального электрического зондирования необходимо познакомиться с сущностью метода, способами изображения результатов измерения, типами кривых ВЭЗ. Особо следует обратить внимание на основы количественной интерпретации ВЭЗ и возможности построения геоэлектрического разреза.

#### 3) Методы переменного тока.

По электрическим методам, основанным на переменном токе, достаточно иметь самые общие представления, памятуя, что в этих методах обычно исследуются гармонически меняющиеся электромагнитные поля, в которых напряженность, плотность тока, разность потенциала и другие характеристики поля меняются по косинусоидальному или синусоидальному закону.

Более детально нужно познакомиться с методами теллурических токов (ТТ) и теллурических зондирований (ТЗ), достаточно часто применяемыми на стадии региональных исследований нефтегазоперспективных областей.

#### 4) Метод вызванной поляризации

Знакомясь с этим методом, который может быть использован при прямом прогнозировании залежей УВ, обратите внимание на то, какие параметры здесь

измеряются, чем отличается этот метод от обычного метода сопротивлений на постоянном токе и чем они похожи. Акцентируйте внимание на понятии поляризуемости горных пород и руд, остановитесь на факторах, обуславливающих величину поляризуемости.

### ***Вопросы по разделу.***

21. Составьте представление о поляризуемости горных пород.
22. Природа естественных электрических токов.
23. Основные понятия и определения электроразведки.
24. Способы возбуждения и измерения составляющих электромагнитного поля.
25. От каких причин зависит глубина проникновения переменного тока в Землю?
26. Как изменяется диапазон удельного электрического сопротивления горных пород?
27. Что такое геометрический коэффициент установки?
28. Качественная и количественная интерпретация результатов вертикального электрического зондирования.
29. Тенденции изменения удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости у кристаллических (магматических и метаморфических) и осадочных (терригенных и хемогенных) пород.
30. Потенциальные электрические поля (естественное и искусственное), напряженность и потенциал электрического поля.
31. Сущность методов электрического профилирования.
32. Сущность методов электрического зондирования.
33. Особенности переменного гармонически изменяющегося поля, его отличие от постоянного.
34. Неустановившееся электромагнитное поле, его особенности.
35. Магнитотеллурическое поле, его особенности.
36. Представление результатов электроразведки. Формирование таблиц, первичная обработка данных, определение погрешностей наблюдений.
37. Построение геоэлектрических разрезов, их трансформация в геологические разрезы.
38. Построение план-графиков и карт по результатам электромагнитного профилирования.
39. Основы интерпретации данных электроразведки. Палетки теоретических кривых в электроразведке.
40. Место электроразведки в комплексе геологоразведочных работ при поисках и разведке месторождений нефти и газа.

## **Сейсморазведка**

Проработку этого раздела следует начинать с повторения глав общей физики, касающихся теории упругости и геометрической оптики. Из основ теории упругости вспомнить понятия: деформация, напряжение, закон Гука, модуль Юнга, коэффициент Пуассона, образование и характер упругих волн. После этого логично перейти к рассмотрению условий образования волн, используемых в сейсморазведке и характера их распространения в горных породах. Необходимость повторения принципов геометрической оптики обусловлена тем, что из них выводятся законы распространения фронтов волны в упругих средах, какими являются горные породы.

Необходимо хорошо разобраться в физических основах сейсморазведки, базирующихся на естественной дифференциации горных пород по их упругим свойствам, познакомиться с числовыми значениями упругих констант, типами упругих сейсмических волн и способами их возбуждения.

Из вопросов аппаратуры, характеризующейся особой сложностью, необходимо составить ясное представление о назначении и принципах устройства основных приборов, образующих сейсмический канал.

В интерпретации сейсмических наблюдений надо понять роль и значение годографа, для чего необходимо познакомиться с характером записи сейсмических волн на сейсмограмме, способах обработки сейсмограмм, нахождении осей синфазности от отражающих или преломляющих сейсмических границ. Необходимо получить общие представления о процедуре цифровой обработки данных сейсморазведки на ЭВМ и более углубленно проработать такие этапы обработки, как ввод и коррекция статических и кинематических поправок, анализ скоростей.

В заключении следует познакомиться со способами представления отчетной графики по сейсморазведке (в виде геосейсмических разрезов и структурных карт).

#### ***Вопросы по разделу.***

41. Физические и геологические основы сейсморазведки.
42. Упругие деформации и напряжения, связь между ними.
43. Возбуждение сейсмических колебаний. Картина сейсмической волны.
44. Продольные и поперечные (головные) сейсмические волны, скорости их распространения.
45. Отражение и прохождение сейсмических волн.
46. Представление сейсмических волн с позиций геометрической оптики.
47. Полезные волны и волны-помехи.
48. Кинематические особенности сейсмических волн.
49. Годографы прямой и отраженных волн.
50. Метод отраженных волн с общей точкой возбуждения.
51. Годографы головных (преломленных) сейсмических волн в слоисто-однородной среде.
52. Общие принципы регистрации сейсмических колебаний.
53. Сейсмоприемники, сейсмические усилители, регистраторы. Цифровые сейсмостанции.
54. Системы сейсмических наблюдений: расстановка источников и приемников.
55. Метод общей глубинной точки, как метод многократных перекрытий.
56. Общие представления о технологии проведения сейсморазведочных работ.
57. Тенденции изменения скорости распространения упругих волн в твердой, жидкой и газообразной фазах, в кристаллических (магматических и метаморфических) и осадочных (терригенных и хемогенных) породах.
58. Обработка и интерпретация данных сейсморазведки.
59. Получение временных сейсмических разрезов.
60. Поиски залежей нефти и газа по сейсморазведочным данным.

### **3. Указания к выполнению домашнего задания по дисциплине «Полевая геофизика»**

Домашнее задание состоит из шести вопросов: по одному вопросу из разделов: «Магниторазведка» и «Гравиразведка» и по два вопроса из разделов «Электроразведка» и «Сейсморазведка».

Контрольные вопросы имеют сквозную нумерацию по всем разделам, скомплектованы для каждого варианта из общего числа вопросов и помещены в таблицу.

**Номер варианта** выбирается самостоятельно по **последней цифре учебного шифра** студента.

**Например:** номер вашего учебного шифра 2070004. Ваш вариант -4. Из таблицы выбираем номера вопросов вашего варианта.

Итак, ваше домашнее задание состоит из вопросов под номерами: **5,15,25,35,45,55.**

Из перечня вопросов, приведенных под соответствующими разделами, выбираем те, которые соответствуют вашему варианту:

**5-** Какие вариации магнитного поля Земли Вы знаете? (Раздел «Магниторазведка»)

**15-** Выведите формулу поправки за высоту и поправки за промежуточный слой. (Раздел «Гравиразведка».)

**25-** От каких причин зависит глубина проникновения переменного тока в Землю? (Раздел «Электроразведка».)

**35-** Магнитотеллурическое поле, его особенности. (Раздел Электроразведка».)

**45-** Отражение и прохождение сейсмических волн. (Раздел «Сейсморазведка»)

**55-** Метод общей глубинной точки, как метод многократных перекрытий. (Раздел «Сейсморазведка».)

Таблица1.

Вариант	Номера вопросов					
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>51</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>52</b>
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>53</b>
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>39</b>	<b>49</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>

Домашняя работа выполняется на бумаге формата А-4. Размеры полей на страницах: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм.

Общий объем работы не должен превышать 12-15 страниц, текст набирается через 1,5 интервала, шрифтом Times New Roman, кегль 12.

Работа выполняется аккуратно, снабжается титульным листом и скрепляется. Образец титульного листа приведен в приложении.

#### 4. Список литературы

1. Хмелевской В.К., Костицын В.И. Основы геофизических методов: учебник для вузов – Пермь: Перм. ГУ, 2010. – 400 с.
2. Знаменский В.В., Жданов М.С., Петров Л.П. Геофизические методы разведки и исследований скважин: учебник. - М.: Недра, 1981. - 320 с.
3. Кунщиков Б.К., Кунщикова М.К. Общий курс геофизических методов Разведки. - М.: Недра, 1976. – 429 с.
4. Вольвовский Б.С., Кунин Н.Я., Терехин Е.И. Краткий справочник по полевой геофизике. - М.: Недра, 1977. – 391 с.
5. Березкин В.М., Киричек М.А., Кунарев А.А. Применение геофизических методов разведки для прямых поисков месторождений нефти и газа. – М.: Недра, 1978. – 223с.
6. Исаев В.И. Интерпретация данных гравиметрии и геотермии при прогнозировании и поисках нефти и газа: учебное пособие для вузов. – Томск: изд-во ТПУ, 2010. – 172 с.

Рекомендуемые интернет-ресурсы: <http://www.wdcb.ru/>, <http://www.gcras.ru/>, <http://geosys.ru>

## **Часть II. Геофизические исследования скважин**

### **1. Цель и задачи выполнения домашней работы по дисциплине «Геофизические исследования скважин»**

Под геофизическими исследованиями скважин (ГИС) понимают изучение геологического разреза в околоскважинном и межскважинном пространстве, выявление объектов поисков и их свойств, контроль технического состояния скважин, опробование пластов и отбор образцов из стенок скважин.

Различия в физических свойствах пород позволяют применять самые различные геофизические методы, которые подразделяются на электрические, радиоактивные, акустические, магнитные, термические, геохимические, механические и т.п.

Рабочей программой дисциплины «Геофизические исследования скважин» с целью изучения физической сущности и основ теории, техники, технологии, обработки результатов геофизических методов исследования геологических разрезов и технического состояния скважин, предусмотрено выполнение домашнего задания.

Для систематизации знаний по каждому разделу программы даны методические рекомендации и приводятся контрольные вопросы.

### **2. Методические указания по изучению курса**

#### **Электрометрия скважин**

В разделе изучаются следующие вопросы: удельное электрическое сопротивление горных пород и его зависимость от различных факторов. Дается петрофизическая характеристика объектов исследования и комплекс методов сопротивления для изучения нефтегазоносных коллекторов, в том числе метод кажущегося сопротивления, метод микрозондов, индукционный метод. Рассматриваются причины возникновения естественного электрического поля в горных породах и метод потенциалов собственной поляризации.

Наиболее полно теоретические основы, сущность и назначение методов изложены в учебнике [1,3], а вопросы интерпретации в [2,4,5]. Изучение раздела следует начать со знакомства с удельным электрическим сопротивлением (У.Э.С.). При изучении принципов измерения У.Э.С. необходимо усвоить методику расчета коэффициента зонда, типы зондов и их образование, а также характерные особенности кривых сопротивлений, по которым осуществляется расчленение разреза. Внимательно ознакомьтесь с правилами определения границ и мощностей пластов.

При изучении методов бокового электрического зондирования, микрозондов, экранированного заземления и индукционного каротажа необходимо обратить особое внимание на их сущность, решаемые задачи и условия применения. Обратите внимание на приемы интерпретации в различных случаях, а также на возможность интерпретации по комплексным палеткам.

Естественные электрические поля возникают, в основном, в результате различных физико-химических процессов (диффузия, адсорбция, окислительно-восстановительные реакции, фильтрации), поэтому следует изучить отдельно механизмы возникновения диффузионных, адсорбционных, окислительно-восстановительных и фильтрационных потенциалов. Обратите внимание на зависимость диффузионно-адсорбционных потенциалов от температуры, от концентрации солей в промысловочной и пластовой жидкостях, от удельной поверхности пород и глинистости. Обратите внимание на механизм возникновения фильтрационных потенциалов и на их связь с давлением. Особое внимание при проработке вопросов интерпретации обратите на отсутствие нулевой линии на диаграммах ПС и на значение, в связи с этим, линии глин.

Познакомьтесь также с естественными потенциалами, не связанными с геологическими свойствами пластов (электродная поляризация, потенциалы блуждающих и теллурических токов, оседания, движения и т.п.). Уяснив, что искусственные поля создаются переменным током, а естественные – поля постоянного тока, приступайте к изучению способов одновременной регистрации полей КС и ПС и аппаратурой типа КСП.

#### **Вопросы к разделу.**

1. Физико-геологические основы метода КС.
2. Влияние порового пространства на У.Э.С. Удельное сопротивление флюидов. У.Э.С. коллекторов Западной Сибири.
3. Определение параметра насыщения (Рнг).
4. Распространение электрического тока в трехмерном пространстве. Вывод определения  $\rho$  при условии однородной изотропной среды, постоянном токе и точечном источнике.
5. Принципиальная схема измерений КС. Зонды и их классификация. Обозначение зондов.
6. Диаграмма КС. Принцип зеркального отражения.
7. Определение подошвы и кровли пласта по кривой КС для высокоомного мощного пласта.
8. Принципиальная схема измерений КС. Диаграмма КС для пласта высокого сопротивления ограниченной мощности (градиент-зонд).
9. Диаграмма КС для пласта высокого сопротивления (потенциал-зонд).
10. Диаграммы зондов КС для пачки тонких пластов высокого сопротивления (градиент-зонд, потенциал-зонд).
11. Радиальная характеристика объекта исследования при боковом электрическом зондировании.
12. Методика проведения БЭЗ. Ограничения метода БЭЗ.
13. Определение границ пласта. Типы отсчетов  $\rho_k$ .
14. Типы кривых БЭЗ.
15. Методы и задачи микрозондирования. Типы и размеры микрозондов.
16. Метод экранированного заземления (боковой каротаж). Задачи, решаемые боковым каротажем. Измерение 7-и электродным зондом. Измерение 3-х электродным зондом.
17. Фокусированное микрозондирование.
18. Диффузионный потенциал и причина его возникновения. Анализ формулы диффузионного потенциала.
19. Сущность метода ПС и решаемые с его помощью задачи.
20. Кривые ПС против пластов различной мощности и сопротивления.

### **Радиометрия скважин**

Изучение этого раздела начните с повторения соответствующих тем курса физики. Обратите внимание на виды излучения, законы радиоактивного распада, единицы радиоактивности, естественные радиоактивные элементы. Затем переходите к способам регистрации излучений газоразрядными и сцинтилляционными детекторами, а затем к основам метода естественной гамма-активности.

При изучении нейтронного гамма-метода обратите внимание на взаимодействие нейтронов с веществом (неупругое, упругое рассеяние и поглощение нейтронов, образование радиационного гамма-излучения и гамма-излучение активации) и нейтронные свойства породообразующих минералов и химических элементов, а также на способы геологического истолкования метода.

Далее изучите методы плотности тепловых и надтепловых нейтронов, импульсные нейтронные методы, методы наведенной активности и спектрометрии. Эти методы

базируются на основах нейтронного метода. Затем изучите взаимодействие гамма-излучения с веществом и с модификациями гамма-гамма метода (плотностной и селективной).

***Вопросы к разделу.***

21. Взаимодействие гамма-излучения с веществом горных пород.
22. Взаимодействие нейтронов с веществом горных пород.
23. Установка для проведения гамма-метода. Методика измерения ГМ.
24. Форма кривой ГМ. Диаграмма ГМ в разрезе осадочных пород.
25. Нейтронные методы. Аппаратура регистрации нейтронов.
26. Установка для проведения нейтронного метода.
27. Нейтрон-нейтронный метод по тепловым нейтронам.
28. Нейтрон-нейтронный метод по надтепловым нейтронам.
29. Метод вторичного гамма-излучения ГГМ и его модификации (ГГМ-П и ГГМ-С).
30. Нейтронный гамма-метод. Применение НГМ.

**Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин**

За основу изучения акустического метода следует взять учебники [1,3]. Рекомендуется обратить внимание на модификации метода по скорости и по затуханию, а также на возможность его использования при изучении коллекторов разного типа, на отсутствие влияния промывочной жидкости в стволе скважины.

Физические основы теплового потока Земли детально изложены в [3]. Основное внимание стоит уделить вопросам практического применения термометрии при изучении технического состояния скважин и решения геологических задач.

При изучении технического состояния скважины (кавернометрия, инклинометрия, профилометрия и т.п.) следует обратить внимание на способ регистрации и геологическое истолкование результатов метода.

Перед изучением геохимических методов исследования скважин, необходимо повторить материал темы: «Метод продолжительности проходки» в [3], а также познакомиться с фильтрационным методом, результаты которых используются в газометрии скважин.

Необходимую информацию по основным типам перфораторов, а также принципы их действия, устройство и применение можно найти в учебниках [1,3].

***Вопросы к разделу.***

31. Упругие свойства горных пород и их связь со скоростями продольных и поперечных волн.
32. Законы отражения и преломления упругих волн. Распространение упругих волн в скважине.
33. Принцип измерений в акустическом методе (АМ). Основные регистрируемые параметры.
34. Применение АМ для оценки качества цементирования.
35. Интерпретация диаграмм стандартного акустического метода. Литологическое расчленение разрезов скважин по АМ.
36. Преимущества и недостатки АМ.
37. Характеристика аппаратуры и зондов акустического метода.
38. Сопровождение работ по гидроразрыву пласта волновым акустическим методом.
39. Скважинный акустический телевизор.
40. Вертикальное сейсмическое профилирование.
41. Региональное тепловое поле Земли. Геотермический градиент и геотермическая ступень.

42. Теплопроводность и температуропроводность горных пород.
43. Проведение работ по определению геотермического градиента (ОГГ).  
Принципиальная схема электротермометра.
44. Методика работ по методу естественного теплового поля.
45. Сущность метода искусственного теплового поля. Решаемые задачи.
46. Общая характеристика состава природных газов.
47. Механизм поступления нефти и газа в промывочную жидкость в процессе бурения.
48. Дегазация промывочной жидкости. Типы дегазаторов.
49. Параметры, регистрируемые в газометрии.
50. Сущность хроматографического и люминисцентно-битуминологического анализов.
51. Какие типы перфораторов используются для вскрытия трещинных коллекторов?  
Технология вскрытия.
52. Как делятся перфораторы по последовательности их работ?
53. На каком принципе работает гидрорескастрийный перфоратор?
54. Какие типы перфораторов используются для вскрытия поровых коллекторов?  
Технология вскрытия.
55. Типы инклинометров. Элементы искривления скважин, измеряемые инклинометром.
56. Принцип работы и устройство каверномера. Области применения.
57. Принцип работы и устройство профилемера. Области применения.
58. Какими методами можно оценить качество цементирования?
59. Как оценить высоту подъема цементного кольца в затрубном пространстве?
60. Оценка циркуляции вод в затрубном пространстве.

### 3. Указания по выполнению домашнего задания по дисциплине «Геофизические исследования скважин»

Домашнее задание состоит из шести вопросов: два вопроса из раздела: «Электрометрия скважин», один вопрос из раздела «Радиометрия скважина» и три вопроса из раздела «Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин».

Контрольные вопросы имеют сквозную нумерацию по всем разделам, скомплектованы для каждого варианта из общего числа вопросов и помещены в таблицу.

**Номер варианта** выбирается самостоятельно по **последней цифре учебного шифра** студента.

**Например:** номер вашего учебного шифра 2070010. Ваш вариант -0. Из таблицы выбираем номера вопросов вашего варианта.

Таблица

Вариант	Номера вопросов					
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>51</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>52</b>
<b>2</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>43</b>	<b>53</b>
<b>3</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>44</b>	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>45</b>	<b>55</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>46</b>	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>37</b>	<b>47</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>28</b>	<b>38</b>	<b>48</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>19</b>	<b>29</b>	<b>39</b>	<b>49</b>	<b>59</b>
<b>9</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>

Итак, ваше домашнее задание состоит из вопросов под номерами: **1, 11, 21, 31, 41, 51.**

Из перечня вопросов, приведенных под соответствующими разделами, выбираем те, которые соответствуют вашему варианту.

**1-** Физико-геологические основы метода КС. (Раздел «Электрометрия скважин»)

**11-** Радиальная характеристика объекта исследования при боковом электрическом зондировании. (Раздел «Электрометрия скважин»).

**21-** Взаимодействие гамма-излучения с веществом горных пород. (Раздел «Радиометрия скважина»).

**31-** Упругие свойства горных пород и их связь со скоростями продольных и поперечных волн. (Раздел «Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин»).

**41-** Региональное тепловое поле Земли. Геотермический градиент и геотермическая ступень. (Раздел «Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин»).

**51-** Какие типы перфораторов используются для перфорации скважин? (Раздел «Акустические и другие неэлектрические методы исследования скважин»).

Домашняя работа выполняется на бумаге формата А-4. Размеры полей на страницах: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм.

Общий объем работы не должен превышать 12-15 страниц, текст набирается через 1,5 интервала, шрифтом Times New Roman, кегль 12.

Работа выполняется аккуратно, снабжается титульным листом и скрепляется. Образец титульного листа приведен в приложении.

#### **4. Список литературы**

1. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика: учебник для вузов. – Москва: Изд-во «Нефть и газ» РГУ, 2004. – 400 с.
2. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин: учеб. пособие для вузов. – Москва: Недра, 1987. - 375 с.
3. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин: учебник для вузов. – Москва: Недра, 1984. – 432 с.
4. Латышева М.Г. и др. Обработка и интерпретация материалов геофизических исследований скважин. - Москва: Недра, 1990. – 312 с.
5. Золоева Г.М., Петров Л.П., Хохлова М.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин: Учебное пособие по дисциплине «Геофизические исследования скважин». – М.: МАКС Пресс, 2009. – 180 с.
6. Геофизические исследования скважин: справочник мастера по промышленной геофизике / под общ. ред. В.Г. Мартынова, Н.Е. Лазуткиной, М.С. Хохловой. – М.: Инфра-инженерия, 2009. – 960 с.

#### ***Рекомендуемые интернет-ресурсы:***

<http://www.karotazhnik.ru/> - Научно-технический вестник КАРОТАЖНИК

<http://heriot-watt.ru/> Форум Геологов и Инженеров Heriot-Watt

[http://www.krelib.com/geofizicheskie\\_geologicheskie\\_geograficheskie\\_nauki/](http://www.krelib.com/geofizicheskie_geologicheskie_geograficheskie_nauki/) Крымская электронная библиотека: Геофизические, геологические, географические науки

<http://geo.web.ru/> Всё о геологии

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Институт природных ресурсов**

Специальность – 130304 Геология нефти и газа

Кафедра – геофизики

**Домашнее задание**

по дисциплине «Полевая геофизика»

Вариант №\_\_\_\_

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_  
Подпись                      Дата                      И.О.Фамилия

Проверил \_\_\_\_\_  
должность                      Подпись                      Дата                      И.О.Фамилия

Томск – 201\_\_\_\_г

