

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М.Д. Миллионщикова**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**"ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
СКВАЖИН"**

**Специальность**

21.05.03 - "Технология геологической разведки"

**Специализация**

"Геофизические методы исследования скважин"

**Квалификация**

горный инженер-геофизик

**Грозный – 2019**

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель дисциплины - обеспечить усвоение студентам способов решения обратных задач при индивидуальной интерпретации данных геофизических исследований скважин. После прохождения курса выпускник должен быть подготовлен для выполнения индивидуальной интерпретации результатов геофизических исследований разведочных, эксплуатационных и параметрических (базовых) скважин для электрических, электромагнитных, ядерных, акустических, термических методов ГИС, образующих современный комплекс ГИС.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей и последующей дисциплиной для курсов: «Теория методов геофизических исследований скважин», «Комплексная интерпретация данных геофизических исследований скважин», «Алгоритмы и системы обработки и интерпретации», «Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений», дисциплин специализаций и преддипломной практики.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

-готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

-способность выполнять поверку, калибровку, настройку и эксплуатацию геофизической техники в различных геолого-технических условиях (ПСК-2.6);

-способность решать прямые и обратные (некорректные) задачи геофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания новейших технологических геофизических процессов (ПСК-2.7);

**В результате освоения дисциплины студент должен.**

### **знать:**

-применять знания о современных методах геофизических исследований (ОК-3, ПСК-2.5);

-планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты (ПСК-2.6).

### **уметь:**

-уметь разрабатывать технологические процессы геологической разведки и корректировать эти процессы в зависимости от поставленных геологических и технологических задач в изменяющихся горно-геологических и технических условиях (ПСК-2.6).

### **владеть:**

-владеть научно-методическими основами и стандартами в области геологической разведки, уметь их применять (ПСК-2.7).

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

---

Вид учебной работы	Всего часов		Семестр				
	ОФО	ЗФО	7	8	9	10	
<b>Контактная работа (всего)</b>	124	40	64	60	20	20	
В том числе:							
Лекции	62	24	32	30	14	14	
Лабораторные работы (ЛР)	62	16	32	30	8	8	
<b>Самостоятельная работа</b>	164	244	82	82	122	122	
В том числе:							
Курсовая работа							
Расчетно-графическая работа							
Контрольная работа	100	146	50	50	74	72	
Подготовка к лабораторным занятиям	64	98	32	32	48	50	
Подготовка к практическим занятиям							
<b>Вид отчетности</b>	<b>экз.</b>	<b>экз.</b>	<b>экз.</b>	<b>экз.</b>	<b>экз.</b>	<b>экз.</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>Часы</b>	288	288	144	144	144	144

## 5. Содержание разделов дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	ОФО			ЗФО		
		Часы лекц. зан.	Часы лаб. зан.	Всего часов	Часы лекц. зан.	Часы лаб. зан.	Всего часов
1	Введение. Электрические и электромагнитные методы	8	8	16	4	4	8
	Электрохимические методы ГИС	8	8	16	4	2	6
3	Ядерные методы ГИС	8	8	16	2	2	4
4	Ядерно-магнитные методы ГИС	8	8	16	2	4	6
5	Акустические методы ГИС	8	8	16	4	4	8
6	Термические методы ГИС	12	12	24	2		2
7	Способы оценки надежности результатов индивидуальной интерпретации данных ГИС	12	12	24	2		2

### 5.2 Лекционные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	Краткая история разработки алгоритмов индивидуальной интерпретации данных ГИС; вклад отечественных геофизиков. Задачи, которые решаются при интерпретации данных ГИС на стадиях поисков и разведки, эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Информационная модель ГИС.

2	Электрические и электромагнитные методы	<p>Удельное электрическое сопротивление горных пород. Влияние на удельное сопротивление коэффициента пористости, геометрии пор, минерального состава твердой фазы, минерализации, химического состава и Температуры пластовых вод, объемной влажности породы, термобарических условий залегания породы.</p> <p>Интерпретация диаграмм трехэлектродных зондов. Кривые кажущегося сопротивления градиент- и потенциал-зондов в пластах высокого и низкого сопротивления, мощных и тонких для идеальных и реальных зондов при отсутствии и наличии влияния скважин. Кривые трехэлектродных зондов в пачке пластов высокого и низкого сопротивления. Интерпретация диаграмм бокового электрического зондирования (БЭЗ). Типы кривых зондирования в пластах бесконечной и ограниченной мощности при отсутствии и наличии зоны проникновения. Построение фактической кривой зондирования. Определение параметров зоны проникновения и неизменной части пласта по палеткам БЭЗ. U-эквивалентность. Область применение и ограничения БЭЗ. Интерпретация диаграмм микрозондов. Задачи, решаемые по диаграммам микрозондов. Ограничения в применении метода.</p>
---	---	--

		<p>Интерпретация диаграмм экранированных зондов ЭЗ (БК, МБК). Поле трехэлектродного и семеэлектродного зонда БК. Зависимость эффективного удельного сопротивления, регистрируемого зондом БК. Зависимость эффективного удельного сопротивления, регистрируемого зондом БК, от параметров пласта, зоны проникновения, скважины. Интерпретации диаграмм однозондной и многозондовой модификации БК в различных геоэлектрических условиях. Область применения БК, задачи, решаемые этим методом.</p> <p>Интерпретация диаграмм микробокового и микросферического зондов. Область их применения, решаемые задачи.</p> <p>Комплексная интерпретация диаграмм БК и МБК.</p> <p>Интерпретация диаграмм электромагнитных методов ГИС индукционного, высококачественного изопараметрического индукционного (ВИКИЗ), диэлектрического.</p> <p>Диэлектрическая проницаемость горных пород, факторы, ее определяющие. Анализ вклада в сигнал, регистрируемый электромагнитными методами, токов проводимости и смещения в различных диапазонах частот электромагнитного</p>
		<p>поля.</p> <p>Определение по данным одно-зондовой и много зондовой модификации ИК, по данным ВИКИЗ удельного сопротивления неизменной части коллекторов, строение зоны проникновения скважинах, пробуренных с растворами на водной основе (РВО), удельного сопротивления пород в скважинах, пробуренных с растворами на нефтяной основе (РНО).</p>

		<p>Краткие сведения об интерпретации данных индукционного метода и ВИКИЗ в горизонтальных скважинах.</p> <p>Интерпретация диаграмм диэлектрического метода в скважинах, пробуренных на РВО и РНО. Комплексная интерпретация диаграмм индукционного, диэлектрического метода и ВИКИЗ.</p> <p>Комплексная интерпретация данных БЭЗ, БК и индукционного метода (изорезистивная методика).</p>
3	Электрохимические методы ГИС	<p>Электрокинетические свойства горных пород - диффузионно-адсорбционная, фильтрационная, окислительно-восстановительная активность, поляризуемость, факторы, определяющие значения этих параметров.</p> <p>Интерпретация диаграмм метода собственных потенциалов (СП). Влияние литологии пород, минерального состава твердой фазы, минерализации и химического состава пластовых вод и фильтрата бурового раствора на показания метода СП. Вклад в формирование поля СП различных физико-химических процессов в различных горно-геологических условиях. Задачи, решаемые при интерпретации диаграмм СП. Область применения метода.</p> <p>Интерпретация диаграмм вызванных потенциалов. Поляризуемость пород с иной и электронной проводимостью, факторы, ее определяющие. Задачи, решаемые методами ВП, область применения.</p>
4	Ядерные методы ГИС	<p>История создания ядерных методов ГИС, их роль в современном комплексе ГИС, при поисках, разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.</p> <p>Метод естественной реактивности - гамма-метод (ГМ). Естественная радиоактивность горных пород, Интегральная и спектральная модификации гамма-метода. Факторы, влияющие на показания любых ядерных методов ГИС. Интерпретация диаграмм метода радиоактивных изотопов. Примеры решения различных геологических задач по данным ГМ.</p> <p>Метрологическое обеспечение</p>
		<p>интерпретации данных ГМ.</p> <p>Нейтронные методы ГИС. История открытия нейтрона. Нейтронные параметры элементов, минералов, горных пород. Модификации нейтронных методов - нейтронный гамма (НГМ), нейтрон-нейтронный (ННМ) по тепловым и надтепловым нейтронам, импульсные нейтронные методы (ИНГМ, ИННМ). Интерпретация диаграмм нейтронных методов со стационарным (НГМ, ННМ) и импульсным (ИНГМ, ИННМ) источником. Определение нейтронной пористости и суммарного водородосодержания по данным стационарных нейтронных методов. Выделение и изучение</p>

		газоносных коллекторов по данным стационарных нейтронных методов, нефтеносных - по данным импульсных нейтронных методов. Использование нейтронных методов при контроле разработки нефтяных и газовых месторождений; ограничения в их применении. Метрологическое обеспечение исследований нейтронными методами. Нейтронно-активационные методы ГИС (НАМ). Физические основы применения НАМ. Интерпретация диаграмм кислородного, кислорододуглеродного методов, использование их методов для определения положения флюидальных контрактов. Метрологическое обеспечение интерпретации НАМ. Метод рассеянного гамма излучения ГГМ. Его плотностное ГГМ - п. и спектральная ГГМ-с. модификации. Ядерные реакции, изучаемые при работе с ГГм-п и ГГм-с. Интерпретация диаграмм ГГМ-п и ГГМ-с («Литологический метод ГИС»). Область применения и ограничения использования ГГМ. Метрологическое обеспечение интерпретации данных ГГМ.
5	Ядерно-магнитные методы ГИС	Физические основы ядерно-магнитных явлений. Ядерно-магнитные свойства горных пород. Модификации ядерно-магнитного метода ГИС: изменение сигналов свободной процессии (ССП) и спинового эхо (СЭ). Интерпретация диаграмм ЯМР ГИС, определение индекса свободного флюида, времен продольной и поперечной релаксации. Решение различных геологических задач по данным ЯМР, область применения и ограничения метода. Метрологическое обеспечение интерпретации данных ЯМР.
6	Акустические методы ГИС	Параметры упругих горных пород. Акустический метод ГИС, его модификации: стандартная акустика, волновая широкополосная акустика, исследования многоэлементных зондов, скважинное акустическое телевидение. Интерпретация акустических методов, полученных в открытом и обсаженном стволе. Использование данных акустического метода при комплексной интерпретации их с результатами сейсморазведки (метод отраженных волн МОВ и вертикального сейсмического профилирования ВСП). Область применения и круг решаемых геологических задач. Метрологическое обеспечение интерпретации данных акустических методов.
7	Термические методы ГИС	Естественные и искусственные тепловые поля в нефтяных и газовых скважинах. Петрофизические основы интерпретация термограф. Интерпретация термограмм в условиях естественных тепловых полей.

		Интерпретация данных термометрии в эксплуатационных скважинах нефтяных и газовых месторождений. Круг решаемых задач. Метрологическое обеспечение интерпретации данных наклонометрии.
8	Способы оценки надежности результатов индивидуальной интерпретации данных ГИС	Способы оценки надежности, воспроизводимости данных ГИС и результатов индивидуальной интерпретации материалов ГИС. Метрологическая служба ГИС в нашей стране и за рубежом, ее достоинства и недостатки, перспективы совершенствования.

### 5.3. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Литологическое расчленение разрезов скважин
2	2	Корреляция разрезов скважин
3	2	Определение УЭС пластов по материалам бокового каротажного зондирования
4	2	Определение удельного электрического сопротивления пластов по материалам бокового каротажа
5	6	Определение УЭС пластов по диаграммам индукционного каротажа
6	7	Интерпретация диаграмм электрического каротажа микрозондами и определения УЭС промытой зоны проницаемых

### 5.4 Практические занятия (не предусмотрены)

### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

#### Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Задачи, которые решаются при проведении ГИС
2. Информационная модель ГИС
3. Вклад отечественных геофизиков
4. Определение УЭС пластов  $\rho_n$  и параметров зоны проникновения ( $\rho_{zn}$ ,  $D_{zn}$ ) по результатам комплексных измерений зондами различных типов
5. Интерпретация диаграмм электрического каротажа микрозондами и определение удельного сопротивления промытой зоны проницаемых пластов
6. Интерпретация диаграмм градиент - и потенциал зондов
7. Интерпретация диаграмм СП
8. Интерпретация диаграмм гамма-метода
9. Интерпретация диаграмм градиент - и потенциал зондов

### 7. Оценочные средства

### 7.1. Вопросы к первой рубежной аттестации

1. Условия геофизических измерений в скважинах.
2. Двухслойные кривые БКЗ и их интерпретация.
3. Определение сопротивления промытой зоны пластов по данным микрозондирования.
4. Двухслойные палетки БКЗ и принцип их построения.
5. Определение сопротивления пластов по данным БК в двухслойной среде.
6. Определение исходных параметров, используемых при интерпретации ( $\rho_v, \rho_f, \rho_{cm}, \rho_{no}$ ).
7. Кривые БК, опре-е границ пластов, отсчет существенных значений  $\rho_k$ .
8. Величина  $\rho_k$ , измерения при БК. Понятие о радиальном геометрическом факторе.
9. Интерпретация диаграмм микрозондов.
- 10.Трехслойные кривые БКЗ и принцип их построения.
- 12.Величина  $\rho_k$ , измерения при БК. Понятие о радиальном геометрическом факторе.
- 13.Интерпретация диаграмм микрозондов.
- 14.Трехслойные кривые БКЗ и принцип их построения.
- 15.Цели и задачи интерпретации результатов ГИС, решение общегеологических и промыслово-геологических задач.
- 16.Определение  $\rho_n(\rho_{zn})$  поданным МБК.
- 17.Интерпретация диаграмм микрозондов.
- 18.Трехслойные кривые БКЗ и принцип их построения.
- 19.Обработка результатов БКЗ.
- 20.Зонды БК и их характеристика.

#### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА

Грозненский государственный нефтяной технический университет КАФЕДРА  
«ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА И ГЕОИНФОРМАТИКА»  
Билет № 1 к первой рубежной аттестации

1. Литологическое расчленение пластов
2. Сопоставление  $a_{nc}$  с проницаемостью  $a_{nc} = f(K')$

Лектор \_\_\_\_\_ Хасанов М.А.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### 7.2. Вопросы ко второй рубежной аттестации

- 1.Интерпретация диаграмм ПС. Определение относительной амплитуды ПС ( $\alpha_{nc}$ ).
- 2.Интерпретация диаграмм КС, кривые КС определение границ пластов, отчет существенных значений  $\rho_k$ .
3. Кривые ПС, определение границ пластов, отчет амплитуд.
- 4.Цитологическое расчленение разрезов скважин по комплексу геолого-геофизических данных.
5. Факторы, влияющие на амплитуду ПС и способы их учета.
- 6.Определение границ и мощностей пластов по кривым БК, отчет существенных значений  $\rho_k$ .
7. Определение  $\rho_n, \rho_{zn}, D_{zn}$  по данным измерений зондами различных типов.
- 8.Обработка материалов БКЗ и построение фактической кривой БКЗ для пластов средней мощности.
9. Интерпретация результатов ИК.

10. Определение границ и мощностей пластов по диаграммам ПС.
11. Определение диффузионно-адсорбционной активности пород по данным метода ПС.
12. Диаграмма ПС, амплитуда аномалии  $\Delta U_{nc}$  и способы ее определения по кривым ПС.
13. Геолого-геофизическая характеристика проницаемого пласта с гранулярной (межзерновой) пористостью.

### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА И ГЕОИНФОРМАТИКА»

Билет № 4 ко второй рубежной аттестации

1. Определение критической отметки пористости
2. Определение сопротивления пласта -1 пласт водоносный

Лектор \_\_\_\_\_ Хасанов М.А.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### 7.3. Вопросы к экзамену

1. Условия геофизических измерений в скважинах.
2. Двухслойные кривые БКЗ и их интерпретация.
3. Интерпретация диаграмм ПС. Определение относительной амплитуды ПС ( $\alpha_{nc}$ ).
4. Определение сопротивления промытой зоны пластов по данным микрозондирования.
5. Интерпретация диаграмм КС, кривые КС определение границ пластов, отчет существенных значений  $r_k$ .
6. Двухслойные палетки БКЗ и принцип их построения.
7. Кривые ПС, определение границ пластов, отчет амплитуд.
8. Определение сопротивления пластов по данным БК в двухслойной среде.
9. Определение исходных параметров, используемых при интерпретации ( $r_v, r_f, r_{cm}, r_{no}$ ).
10. Кривые БК, определение границ пластов, отчет существенных значений  $r_k$ .
11. Интерпретация диаграмм КС.
12. Величина  $r_k$ , измерения при БК. Понятие о радиальном геометрическом факторе.
13. Интерпретация диаграмм микрозондов.
14. Трехслойные кривые БКЗ и принцип их построения.
15. Цели и задачи интерпретации результатов ГИС, решение общегеологических и промыслово-геологических задач.
16. Литологическое расчленение разрезов скважин по комплексу геолого-геофизических данных.
17. Факторы, влияющие на амплитуду ПС и способы их учета.
18. Определение сопротивления пластов по данным БК в трехслойной среде.
19. Интерпретация диаграмм ПС.
20. Обработка результатов БКЗ.
21. Зонды БК и их характеристика.
22. Трехслойные кривые БКЗ и их интерпретация.
23. Определение границ и мощностей пластов по кривым БК, отчет существенных значений  $r_k$ .
24. Определение  $r_n, r_{zn}, D_{zn}$  по данным измерений зондами различных типов.
25. Определение  $r_n$  по данным МБК.
26. БКЗ, обработка материалов БКЗ и построение фактической кривой БКЗ для пластов средней мощности.
27. Интерпретация результатов ИК.
28. Определение границ и мощностей пластов по диаграммам ПС.

29. Интерпретация диаграмм БК в трехслойной среде.
30. Определение диффузионно-адсорбционной активности пород по данным метода ПС.
31. Диаграмма ПС. амплитуда аномалии  $A_{Unс}$  и способы ее определения по кривым ПС.
32. Определение  $p_n$  пластов по кривым БК-3 в двухслойной среде.
33. Геолого-геофизическая характеристика проницаемого пласта с гранулярной (межзерновой) пористостью.
34. Влияние мощности и УЭС пласта на амплитуду ПС. Учет этого влияния

### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА И ГЕОИНФОРМАТИКА»

Дисциплина: «Интерпретация данных ГИС»

ИНГ, Специальность: НГ, Семестр - 7

Билет № 1

1. Определение границ и мощностей пластов по кривым БК, отсчет существенных значений  $p_k$
2. Определение  $p_n, p_m, D_m$  по данным измерений зондами различных типов

Зав. кафедрой, доцент \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература

1. Геофизические исследования скважин: Учеб. пособие / Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2004. 122 с.
2. Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие / В. Н. Косков, Б. В. Косков. Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. 317 с.
3. Практические аспекты геофизических исследований скважин. Т. Дарлинг. М.: ООО «Премиум Инжиниринг», 2008
4. Калининкова М. В., Головин Б. А., Головин К. Б. Учебное пособие по геофизическим исследованиям скважин. Саратов, 2005.

*(Имеется на кафедре и в библиотеке ГГНТУ)*

### б) Дополнительная литература

1. Электронный конспект лекций

#### 2. Интернет ресурсы:

[www.karotazhnik.ru/downloads/catalog\\_girs\\_oglavlenie.pdf](http://www.karotazhnik.ru/downloads/catalog_girs_oglavlenie.pdf);  
[www.twirpx.com](http://www.twirpx.com);  
[www.karotazh.ru/ru/complex\\_cascade](http://www.karotazh.ru/ru/complex_cascade).

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- лаборатория промышленной геофизики оборудованная современным оборудованием и аппаратурой для проведения геофизических исследований скважин (лаб. 3-31);
- лаборатория обработки и интерпретации геофизических данных содержащий комплекс программ для оцифровки и автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин (лаб. 3-24а);

-лаборатория геоинформационных технологий (лаб. 3-29).

Для проведения качественного обучения в лабораториях используются предоставленные ведущими геофизическими организациями (предприятиями) аппаратура и оборудование и программные комплексы современного уровня:

-лаборатория каротажная ЛК-101А с комплектом скважинных приборов;

-регистратор Карат С-С-П с комплектом скважинных приборов;

-программно-аппаратный комплекс ScanDigit;

-система автоматизированной визуальной интерпретации результатов ГИС (Cintel) В лабораториях содержатся электронные версии методических указаний к лабораторным работам.

1. Электронный конспект лекций
2. Интернет ресурсы: [www.karotazhnik.ru/downloads/catalog\\_girs\\_oglavlenie.pdf](http://www.karotazhnik.ru/downloads/catalog_girs_oglavlenie.pdf);  
[www.twirpx.com](http://www.twirpx.com); [www.karotazh.ru/ru/complex\\_cascade](http://www.karotazh.ru/ru/complex_cascade).

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- лаборатория промышленной геофизики оборудованное современным оборудованием и аппаратурой для проведения геофизических исследований скважин (лаб. 3-31);
  - лаборатория обработки и интерпретации геофизических данных содержащий комплекс программ для оцифровки и автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин (лаб. 3-24а);
  - лаборатория геоинформационных технологий (лаб. 3-29).
- Для проведения качественного обучения в лабораториях используются предоставленные ведущими геофизическими организациями (предприятиями) аппаратура и оборудование и программные комплексы современного уровня:
- лаборатория каротажная ЛК-101А с комплектом скважинных приборов;
  - регистратор Карат С-С-П с комплектом скважинных приборов;
  - программно-аппаратный комплекс ScanDigit;
  - система автоматизированной визуальной интерпретации результатов ГИС (Cintel) В лабораториях содержатся электронные версии методических указаний к лабораторным работам.

#### РАЗРАБОТЧИК:

Доцент кафедры «Прикладная геофизика и геоинформатика»



/М.А.Хасанов/

#### СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой «ПГ и Г»



/А.С.Эльжаев/

Директор ДУМР ГГНТУ



/М.А.Магомаева /