

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Минцаев Магомед Шавалович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.11.2025 12:19:55  
Уникальный программный ключ:  
236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a88863a3823191a4304cc

026

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

имени академика М.Д. Миллионщикова

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков



2020 г

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **дисциплины**

**«Теоретические основы обработки геофизических данных»**

### **Специальность**

21.05.03 - «Технологии геологической разведки»

### **Специализация**

«Геофизические методы исследования скважин»

### **Квалификация**

горный инженер-геофизик

Грозный 2020

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является овладение студентами методикой экспериментальных данных разведочной геофизики. Задача изучения дисциплины – это обучение студентов приемам изучения спектральных и корреляционных свойств геофизических полей, регрессионного и факторного анализа полей, фильтрации экспериментальных данных при различной полноте априорной информации о сигналах и помехах.

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

Дисциплина относится к базовой части профессионального цикла. Перечень дисциплин, необходимых для изучения курса «Теоретические основы обработки геофизической информации»: высшая математика, физика, радиоэлектроника, общие курсы разведочной геофизики.

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

Выпускник по специальности «Технологии геологической разведки» с квалификацией специалист должен обладать следующими компетенциями:

### **общекультурные (способность):**

- способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- самостоятельным приобретением новых знаний и умений с помощью информационных технологий и использованием их в практической деятельности, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОПК-2);
- ведением поиска и оценки возможности внедрения компьютеризированных систем (включая реализацию программного обеспечения, графического моделирования) для управления технологиями геологической разведки (ПК-10);
- способностью разрабатывать алгоритмы программ, реализующих преобразование геолого-геофизической информации на различных стадиях геолого-разведочных работ (ПСК-2.8);

### **В результате освоения дисциплины студент должен**

#### **знать:**

- теорию функций комплексного переменного; гармонический анализ, линейные преобразования, цифровую фильтрацию и теоретические приемы цифровой обработки сигналов - в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом при решении геолого-разведочных задач; фундаментальные основы теории распространения волн в однородных и неоднородных средах, идеальных и поглощающих средах; структуру волновых полей; методы моделирования волновых полей (ОК -1; ОПК-2; ПК-10; ПСК-2.8).

#### **уметь:**

- применить детерминистические и стохастические методы в задачах выделения слабых сигналов и распознавания образов при обработке и комплексном анализе геофизических данных (ОК -1; ОПК-2; ПК-10; ПСК-2.8).

#### **владеть:**

- математическими приемами цифровой обработки сигналов, основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки обработки данных и работы с компьютером как средством управления информацией (ОК -1; ОПК-2; ПК-10; ПСК-2.8).

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

Таблица 1

Вид учебной работы		Всего часов/ зач.ед.	
		Семестры	
		ОФО	ЗФО
		7	5
<b>Контактная работа (всего)</b>		<b>45/1,25</b>	<b>12/0,33</b>
В том числе:			
Лекции		30/0,83	8/0,22
Лабораторные работы		15/0,41	4/0,5
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>63/1,75</b>	<b>96/2,66</b>
В том числе:			
Рефераты		20/0,55	50/1,38
Подготовка к лабораторным работам		20/0,55	26/0,72
Подготовка к зачету		23/0,63	20/0,55
<b>Вид отчетности</b>		зачет	зачет
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>		<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>
		<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>3</b>
		<b>3</b>	<b>3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Лекц. часы/з.е.	Лаб. занят. часы/з.е.	Всего часов зач.ед.
1	Введение	<b>2/0,05</b>	-	<b>2/0,05</b>
2	Корреляционно-регрессионный анализ, интерполяция и аппроксимация геофизических данных. Корреляция и регрессия	<b>2/0,05</b>	<b>2/0,05</b>	<b>4/0,11</b>
3	Дисперсионный и факторный анализы геофизических данных.	<b>4/0,11</b>	-	<b>4/0,11</b>
4	Корреляционные характеристики геофизических полей.	<b>4/0,11</b>	<b>4/0,11</b>	<b>8/0,5</b>
5	Спектральный анализ геофизических сигналов.	<b>4/0,11</b>	-	<b>4/0,11</b>
6	Линейная фильтрация геофизических полей.	<b>4/0,11</b>	-	<b>4/0,11</b>
7	Теория статистических решений в задачах обнаружения слабых сигналов.	<b>4/0,11</b>	<b>4/0,11</b>	<b>8/0,5</b>
8	Комплексный анализ геофизических полей.	<b>4/0,11</b>	<b>5/0,13</b>	<b>9/0,25</b>
9	Обработка многоуровневой геофизической информации.	<b>2/0,05</b>		<b>2/0,05</b>
<b>ИТОГО</b>		<b>30/0,83</b>	<b>15/0,41</b>	<b>45/1,25</b>

##### 5.2 Лекционные занятия

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	<b>Введение</b>	<p>Детерминированный и вероятно-статистический подходы к обработке геоданных. Геометрическая вероятность как основа расчета геофизических сетей. Роль статистической вероятности при обработке данных физических свойств горных пород и руд. Теорема Байеса и ее значение для переоценки априорных вероятностей. Критерии согласия.</p>
2	<p>Корреляционно-регрессионный анализ, интерполяция и аппроксимация геофизических данных. Корреляция и регрессия.</p>	<p>Информационная матрица Фишера. Корреляционная таблица. Оценка тесноты корреляционной связи. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициент ранговой корреляции. Множественный коэффициент корреляции. Корреляционное отношение. Виды регрессии и их применение. Линейная регрессия, ее применение при обработке данных физических свойств горных пород, определение глубины залегания горизонта по геофизическим данным и т.д. Нелинейная регрессия, ее применение. Множественная регрессия и ее применение для количественной комплексной интерпретации, обработки данных физических свойств пород и т.д.</p> <p>Корреляционные методы преобразований гравитационных и магнитных аномалий. Корреляционный метод разделения геофизических аномалий.</p>
3	<p>Дисперсионный и факторный анализы геофизических данных.</p>	<p>Основы дисперсионного анализа. Факторная, общая и остаточная дисперсии. Однофакторный анализ. Двухфакторный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ рангов.</p> <p>Применение дисперсионного анализа при изучении тренда.</p> <p>Факторный анализ. Математическая модель факторного анализа. Ковариационная и корреляционная матрицы. Метод главных компонент. Собственные значения и собственные векторы корреляционной матрицы, и их физический смысл при обработке геофизических полей.</p> <p>Области применения факторного и компонентного анализов в разведочной геофизике. Разделение геофизических полей на составляющие. Интерполяция наблюдаемых полей. Комплексная интерпретация геофизических данных. информации в ГИС</p>
4	<p>Корреляционные характеристики геофизических полей.</p>	<p>Основные понятия теории случайных процессов. Математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция. Стационарность и эргодичность случайного процесса. Автокорреляционная функция (АКФ) и ее применение. Определение АКФ, основные виды автокорреляционных функций геофизических полей. Интервал корреляции, определение и его применение при обработке данных. Построение корреляционной матрицы по АКФ при</p>

		<p>оценке формы и корреляционных свойств сигналов и помех, при оценке разрешающей способности различных приемов обработки. Корреляционное зондирование потенциальных полей.</p> <p>Взаимокорреляционные функции (ВКФ) и их применение.</p> <p>Применение ВКФ для оценки простирания аномалии, формы сигналов, величины отношения сигнал/помеха.</p> <p>Двумерные и трехмерные корреляционные функции, определение и применение. Структурная функция, ее применение в задачах обработки данных.</p> <p>Ретрокорреляционная функция.</p>
5	Спектральный анализ геофизических сигналов.	<p>Спектры непрерывных сигналов и их дискретных аналогов. Спектры непрерывного сигнала. Быстрое преобразование Фурье. Дискретизация непрерывных сигналов. Теорема Котельникова. Разложение сигналов по сферическим функциям.</p> <p>Спектры стационарного, случайного процесса. Спектральная плотность случайного процесса. Спектр автокорреляционной функции.</p> <p>Z-преобразование, разложение сигналов по другим системам ортогональных функций. Функции Уолша.</p> <p>Основные приложения спектрального анализа при обработке геофизических данных. Оценка спектральных составляющих наблюдаемого поля. Изучение трансформаций полей в магнитогравиразведке, сглаживание полей и т.д.</p>
6	Линейная фильтрация геофизических полей.	<p>Математические модели геофизических полей. Свертка во временной и частотной областях. Физически реализуемые фильтры. Рекурсивная фильтрация. Фильтры Чебышева и Баттерворта. Двумерные линейные фильтры. Характеристика направленности.</p> <p>Пространственно-временные фильтры в сейсморазведке. Оптимальные линейные фильтры: Колмогорова – Винера, согласованный и энергетический. Обратный фильтр, компенсирующий фильтр. Вейвлет – анализ геофизических полей.</p>
7	Теория статистических решений в задачах обнаружения слабых сигналов.	<p>Основные понятия теории статистических решений. Статистическая гипотеза. Ошибки 1 и 2 рода и их вероятности. Функция правдоподобия. Средний риск.</p> <p>Критерии принятия статистических решений. Критерий минимального риска. Критерий Котельникова и максимального правдоподобия. Критерий минимакса. Критерий Неймана-Пирона. Критерий последовательного анализа.</p> <p>Надежность обнаружения аномалии. Определение понятия надежности обнаружения аномалии. Применение этого понятия для выражения количественной зависимости между величиной отношения сигнал/помеха и вероятностью обнаружения, оценки шага съемки при заданном отношении сигнал/помеха и оценки глубинности исследований.</p>

		<p>Способ обратных вероятностей.</p> <p>Способ межпрофильной корреляции.</p> <p>Способ адаптивной (самонастраивающейся) фильтрации.</p> <p>Примеры применения. Непараметрические приемы обнаружения геофизических аномалий.</p>
8	Комплексный анализ геофизических полей.	<p>Понятие о распознавании образов. Математические модели при обработке данных комплекса. Основные принципы обработки данных геофизического комплекса. Оценка информативности признаков и их комплекса. Оценки, основные на расчете энтропии, отношения сигнал/помеха, надежности обнаружения.</p> <p>Информационная совокупность признаков.</p> <p>Комплексный анализ признаков при наличии эталонных объектов.</p> <p>Логические приемы обработки, регрессионный анализ и проверка статистических гипотез при распознавании образов. Потенциальные функции.</p> <p>Комплексный анализ признаков при отсутствии эталонных объектов. Применение факторного анализа и метода главных компонент. Кластер-анализ. Примеры применения для задач геокартирования и поисков месторождений полезных ископаемых.</p>
9	Обработка многоуровневой геофизической информации.	<p>Понятие об интегрированном системном анализе геоинформации. Принципы интегрированного системного анализа. Эффект телескопирования геофизических сигналов. Многомерные аналоги способов обратных вероятностей и самонастраивающейся фильтрации. Количественные приемы оценки глубины залегания контактной поверхности по многоуровневым геофизическим наблюдениям.</p> <p>Комплексный анализ многоуровневой и разнопараметровой геоинформации. Многофакторные модели геообъектов.</p>

### 5.3. Лабораторный практикум

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Построение и анализ авто и взаимокорреляционных функций. Определение отношения сигнал/помеха, оценка простираения сигналов.	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ по способу обратных вероятностей.
2	Построение фильтра Колмогорова-Винера. Составление системы линейных уравнений для нахождения весовой функции фильтра. Обработка данных на ЭВМ с помощью фильтра Колмогорова-Винера.	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ по способу межпрофильной корреляции.
3	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ по способу межпрофильной корреляции.	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ по способу самонастраивающейся фильтрации.

4	Обработка экспериментальных данных на ЭВМ по способу самонастраивающейся фильтрации.	Обработка экспериментальных данных комплекса геофизических признаков на ЭВМ.
---	--	--

#### **5.4. Практические занятия (семинары) - не предусматриваются**

#### **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

Самостоятельная работа по дисциплине составляет: 57 часов

Программой предусматривается самостоятельное освоение части разделов курса. Результатом изучения является реферат объемом 10-15 страниц. После собеседования и защиты реферата тема считается усвоенной.

##### **Тема для рефератов**

- 1 Корреляционные характеристики геополей.
- 2 Выделение слабых геофизических сигналов на основе. Проверки статистических гипотез.
- 3 Линейная оптимальная фильтрация геофизических полей. Понятия сигнала (аномалии) и помехи.
- 4 Спектральный анализ геофизических данных
- 5 Статистические характеристики геофизических полей.

#### **7. Оценочные средства**

##### **Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Элементы теории вероятностей и математической статистики
2. Случайная величина
3. Функция распределения
4. Функция плотности вероятности
5. Медиана случайной величины
6. Статистические оценки параметров распределения случайной величины
7. Основные свойства оценки среднего значения случайной величины
8. Системы случайных величин. Случайная величина  $Y$
9. Коэффициент корреляции величин  $X$  и  $Y$
10. Особенности оценки статистических характеристик геофизических полей
11. Интерпретация полей статистических характеристик геополей
12. Градиентные характеристики геополей
13. Случайные функции
14. Дисперсия случайной функции  $X(t)$
15. Эргодическое свойство
16. Корреляционные характеристики геополей
17. Автокорреляционная функция
18. Взаимно корреляционная функция
19. Двумерные авто- и взаимно корреляционные функции.
20. Спектральный анализ геофизических данных
21. Спектры непрерывных сигналов

##### **Образцы вариантов для первой рубежной аттестации:**

## **Вариант 1**

1. Автокорреляционная функция ?
2. Взаимно корреляционная функция ?

## **Вариант 2**

1. Функция распределения?
2. Функция плотности вероятности ?

### **Вопросы ко второй рубежной аттестации**

1. Спектры дискретно заданного сигнала
2. Линейная оптимальная фильтрация геофизических полей
3. Одномерная фильтрация
4. Основные характеристики одномерного фильтра
5. Двумерная фильтрация
6. Линейная адаптивная фильтрация геофизических полей
7. Адаптивная фильтрация в окне живой формы
8. Выделение слабых геофизических сигналов на основе
9. Проверки статистических гипотез.
10. Слабым сигналом (слабая аномалия)
11. Критерии принятия статистических решений
12. Способ обратных вероятностей.
13. Метод межпрофильной корреляции
14. Способ самонастраивающейся фильтрации
15. Обработка многопризнаковой геофизической информации методами многомерного статистического анализа
16. Принципы построения алгоритмов обработки многопризнаковых наблюдений
17. Многомерные методы обнаружения слабых многопризнаковых аномалий
18. Многомерный способ самонастраивающейся фильтрации
19. Особенности применения многомерных алгоритмов обнаружения и примеры их использования
20. Особенности применения алгоритма распознавания многопризнаковых геофизических аномалий и конкретные примеры

### **Образцы вариантов для второй рубежной аттестации:**

#### **Вариант 1**

1. Основные характеристики одномерного фильтра?
2. Двумерная фильтрация?

#### **Вариант 2**

1. Выделение слабых геофизических сигналов на основе?
2. Проверки статистических гипотез ?

#### **Вопросы к зачету**



1. Статистические характеристики геофизических полей
2. Элементы теории вероятностей и математической статистики
3. Статистические оценки параметров распределения случайной величины
4. Системы случайных величин
5. Особенности оценки статистических характеристик геофизических полей
6. Об интерпретации полей статистических характеристик геополей
7. Градиентные характеристики геополей
8. Случайные функции (процессы)
9. Корреляционные характеристики геополей
10. Автокорреляционная функция
11. Взаимно корреляционная функция
12. Двумерные авто- и взаимно корреляционные функции
13. Спектральный анализ геофизических данных
14. Спектры непрерывных сигналов
15. Спектры дискретно заданного сигнала
16. Линейная оптимальная фильтрация геофизических полей
17. Одномерная фильтрация
18. Двумерная фильтрация
19. Критериальный подход к построению линейных фильтров
20. Линейная адаптивная фильтрация геофизических полей
21. Адаптивная фильтрация в окне живой формы
22. Выделение слабых геофизических сигналов на основе проверки статистических гипотез
23. Критерии принятия статистических решений
24. Способ обратных вероятностей
25. Метод межпрофильной корреляции
26. Способ самонастраивающейся фильтрации
27. Обработка многопризнаковой геофизической информации методами многомерного статистического анализа
28. Принципы построения алгоритмов обработки многопризнаковых наблюдений
29. Многомерные методы обнаружения слабых многопризнаковых аномалий
30. Распознавание многопризнаковых аномалий на основе проверки многомерных статистических гипотез

**Образец билета на зачет:**

Грозненский государственный нефтяной технический университет  
КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА И ГЕОИНФОРМАТИКА»  
Дисциплина «Теоретические основы обработки геофизической информации»  
ИНГ, Специальность: НИ, семестр

**Билет № 1**

1. Способ самонастраивающейся фильтрации?
2. Критерии принятия статистических решений?
3. Взаимно корреляционная функция?

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная:**

1. Никитин А.А, Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: Учебное пособие. 2-е изд. – М.: Центр информационных технологий в природопользовании, 2010. 114 с. (библиотека кафедры)
2. Никитин А.А, Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизической информации: Учебное пособие. М. 2008. 112 с. (библиотека кафедры)

### **Дополнительная:**

3. Петров А.В. Теоретические основы обработки геофизических данных. Методическое пособие по курсу. М., 2008. 68 с.
4. Хмелевской В.К., Костицын В.И. Основы геофизических методов: учебник для вузов – Пермь: Перм. ГУ, 2010. – 400 с.(библиотека ГГНГУ)

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

-электронный конспект лекций

Обучающая программа ГЕОСТАТ.

Компьютерная технология КАСКАД-2D, КАСКАД-3D.

### **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

-лаборатория обработки и интерпретации геофизических данных содержащий комплекс программ для оцифровки и автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин

-лаборатория геоинформационных технологий

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

В лабораториях содержатся электронные версии методических указаний к лабораторным работам.

**Разработчик:**

Доцент каф. «ПГ и Г»

/Эзирбаев Т.Б./

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой  
«ПГ и Г»

/Эльжаев А.С./

Директор ДУМР

/Магомаева М. А./