

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт геологии и нефтегазовых технологий



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Теоретические основы обработки геофизических данных Б2.В.5

Направление подготовки: 020700.62 - Геология

Профиль подготовки: Геофизика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Утемов Э.В.

**Рецензент(ы):**

Чернова И.Ю.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Нургалиев Д. К.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_г

Регистрационный No 325414

Казань

2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Утемов Э.В. кафедра геофизики и геоинформационных технологий Институт геологии и нефтегазовых технологий , Edward.Utemov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Ознакомить студентов с теоретическими основами методов цифровой обработки геофизических данных при решении широкого спектра геофизических задач. Особое внимание уделяется новейшим наиболее перспективным методам обработки информации (факторный анализ, вейвлет-преобразование, фрактальный анализ и др.).

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б2.В.5 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 020700.62 Геология и относится к вариативной части.

Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Б2.В.5 Математический и естественнонаучный цикл

Предполагается уверенное знание студентами основ некоторых разделов высшей математики (комплексные числа, интегральное и дифференциальное исчисление, векторная и линейная алгебра и др.) Курс является завершающим специализацию и идет параллельно с курсами "Комплексирование геофизических методов" и "Теория поля"; кроме того, некоторые разделы перекликаются с разделами таких дисциплин, как "Некорректные задачи геофизики" ("Информатика". Некоторые разделы данного курса используются в идущем параллельно курсе "Теория поля" (линейные интегральные преобразования, вейвлет-преобразование). Изучается на 4 курсе в 8 семестре.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
; ПК-16 (профессиональные компетенции)	способен использовать профильно-специализированные знания фундаментальных разделов физики, химии, экологии для освоения теоретических основ геологии, геофизики, геохимии, экологической геологии (в соответствии с профилем подготовки
ОК-14 (общекультурные компетенции)	способен работать с информацией в глобальных компьютерных сетях
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готов использовать профессиональные базы данных, работать с распределенными базами знаний
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способен использовать информацию из различных источников для решения профессиональных и социальных задач;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Ориентироваться в терминологии, используемой в рамках данного курса

2. должен уметь:

Уметь применить полученные знания на практических задачах с использованием современного программного обеспечения

3. должен владеть:

Владеть теоретическими знаниями о возможностях, особенностях, достоинствах и недостатках различных современных методов обработки геофизической информации

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Комплексные числа	8	1-2	1	0	4	устный опрос
2.	Тема 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики	8	3-4	2	0	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Корреляционно-регрессионный анализ,	8	5-6	3	0	4	тестирование
4.	Тема 4. Дисперсионный и факторный анализ	8	7	3	0	2	тестирование
5.	Тема 5. Факторный и компонентный анализ	8	8	3	0	2	тестирование
6.	Тема 6. Корреляционные характеристики геофизических полей	8	9-10	3	0	4	коллоквиум
7.	Тема 7. Спектральный анализ геофизических сигналов	8	11-12	3	0	4	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Линейная фильтрация геофизических полей	8	13-14	4	0	4	тестирование
9.	Тема 9. Основы вейвлет-анализа	8	15-16	4	0	4	тестирование
10.	Тема 10. Введение во фрактальный анализ в геофизике	8	17-18	2	0	4	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			28	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Комплексные числа

#### **лекционное занятие (1 часа(ов)):**

Комплексные числа Введение Тригонометрическая и показательная форма записи комплексных чисел Возведение в n-ую степень Простейшие комплексные функции Решение дифференциальных уравнений Вычисление несобственных интегралов Функции комплексного переменного в теории потенциальных полей О кватернионах

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Вычисление несобственных интегралов

### Тема 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики

#### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики Экспериментальные основы теории вероятностей Функция распределения и плотность вероятности случайной величины Моменты случайной величины Определение интервала, в котором может находиться случайная величина Распределение Стьюдента Распределение Фишера Распределение хи-квадрат Определение статистических характеристик по результатам опытов Статистические гипотезы и их проверка Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных распределений (критерий Фишера) Проверка гипотезы о модели закона распределения (критерий Пирсона) Проверка гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности (критерий Стьюдента)

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

роверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных распределений (критерий Фишера)

### Тема 3. Корреляционно-регрессионный анализ,

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Корреляционно-регрессионный анализ, интерполяция и аппроксимация геофизических данных Введение: корреляция и регрессия Корреляция Регрессия, виды регрессии Полиномиальное сглаживание и интерполяция Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона Интерполяция системой гармонических функций Сплайн-интерполирование

#### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

интерполяция и аппроксимация геофизических данных

### Тема 4. Дисперсионный и факторный анализ

#### **лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Дисперсионный и факторный анализ Основы дисперсионного анализа Однофакторный дисперсионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Однофакторный дисперсионный анализ

**Тема 5. Факторный и компонентный анализ**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Факторный и компонентный анализ Введение Метод главных компонент (МГК) Факторный анализ (ФА)

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Метод главных компонент (МГК)

**Тема 6. Корреляционные характеристики геофизических полей**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Корреляционные характеристики геофизических полей Введение Автокорреляционная функция (АКФ) Взаимно корреляционная функция (ВКФ) Понятие стационарных и эргодических процессов Типы АКФ Применение АКФ и ВКФ при обработке геофизических данных Спектральное разложение стационарной случайной функции Понятие белого шума

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Автокорреляционная функция (АКФ)

**Тема 7. Спектральный анализ геофизических сигналов**

**лекционное занятие (3 часа(ов)):**

Спектральный анализ геофизических сигналов Тригонометрические ряды Фурье Основные свойства рядов Фурье Разложение в ряд непериодической функции Приближенный гармонический анализ. Формулы Бесселя Интеграл Фурье Свойства преобразований Фурье Спектры некоторых функций Приложения спектрального анализа в геофизических задачах

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Свойства преобразований Фурье

**Тема 8. Линейная фильтрация геофизических полей**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Линейная фильтрация геофизических полей Введение Математическая модель поля. Понятие сигнала и помехи Понятие о линейной фильтрации Амплитудно-частотная характеристика фильтра (АЧХ). Фазово-частотная характеристика фильтра (ФЧХ) Построение фильтра для заданного диапазона частот Построение идеального низкочастотного фильтра

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Построение фильтра для заданного диапазона частот Построение идеального низкочастотного фильтра

**Тема 9. Основы вейвлет-анализа**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основы вейвлет-анализа Сравнение преобразования Фурье и вейвлет-преобразования Признаки вейвлетов Примеры вейвлетов Проблема выбора базисного вейвлета Предшественник вейвлет-анализа: преобразование Габора Способы представления вейвлет-образов Углы влияния Свойства вейвлет-преобразования Возможности применения вейвлет-анализа в геофизике Применение вейвлет-преобразования при интерпретации потенциальных полей Определение источников по вейвлет-спектру аномалий

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Применение вейвлет-преобразования при интерпретации потенциальных полей

**Тема 10. Введение во фрактальный анализ в геофизике**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Введение во фрактальный анализ в геофизике С чего все началось. Какова длина береговой линии? Понятие фрактальной размерности Примеры регулярных фракталов Зависимость массы от размеров тела Самоаффинные фракталы Способы вычисления фрактальной размерности Возможности применения теории фракталов в геофизике. Примеры фракталов в геологии и геофизике Метод случайных итераций Некоторые способы построения регулярных фракталов Случайные фракталы. Одномерное броуновское движение. Биржевые игры Дробный интеграл Римана-Лиувилля Мультифракталы Обобщенные фрактальные размерности Фрактальная размерность  $D_0$ , информационная размерность, корреляционная размерность

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Примеры регулярных фракталов

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Комплексные числа	8	1-2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики	8	3-4	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Корреляционно-регрессионный анализ,	8	5-6	подготовка к тестированию	4	тестирование
4.	Тема 4. Дисперсионный и факторный анализ	8	7	подготовка к тестированию	4	тестирование
5.	Тема 5. Факторный и компонентный анализ	8	8	подготовка к тестированию	6	тестирование
6.	Тема 6. Корреляционные характеристики геофизических полей	8	9-10	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
7.	Тема 7. Спектральный анализ геофизических сигналов	8	11-12	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
8.	Тема 8. Линейная фильтрация геофизических полей	8	13-14	подготовка к тестированию	6	тестирование
9.	Тема 9. Основы вейвлет-анализа	8	15-16	подготовка к тестированию	6	тестирование
10.	Тема 10. Введение во фрактальный анализ в геофизике	8	17-18	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				53	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Проводятся лекции и лабораторные занятия с использованием компьютеров. Большая часть материала изучается самостоятельно.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Комплексные числа**

устный опрос , примерные вопросы:

Комплексные числа Введение Тригонометрическая и показательная форма записи комплексных чисел Возведение в n-ую степень Простейшие комплексные функции Решение дифференциальных уравнений Вычисление несобственных интегралов Функции комплексного переменного в теории потенциальных полей О кватернионах

### **Тема 2. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики**

домашнее задание , примерные вопросы:

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики Экспериментальные основы теории вероятностей Функция распределения и плотность вероятности случайной величины Моменты случайной величины Определение интервала, в котором может находиться случайная величина Распределение Стьюдента Распределение Фишера Распределение хи-квадрат Определение статистических характеристик по результатам опытов Статистические гипотезы и их проверка Проверка гипотезы о равенстве дисперсий двух нормальных распределений (критерий Фишера) Проверка гипотезы о модели закона распределения (критерий Пирсона) Проверка гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности (критерий Стьюдента)

### **Тема 3. Корреляционно-регрессионный анализ,**

тестирование , примерные вопросы:

Корреляционно-регрессионный анализ, интерполяция и аппроксимация геофизических данных Введение: корреляция и регрессия Корреляция Регрессия, виды регрессии Полиномиальное сглаживание и интерполяция Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона Интерполяция системой гармонических функций Сплайн-интерполирование

### **Тема 4. Дисперсионный и факторный анализ**

тестирование , примерные вопросы:

Дисперсионный и факторный анализ Основы дисперсионного анализа Однофакторный дисперсионный анализ Двухфакторный дисперсионный анализ

### **Тема 5. Факторный и компонентный анализ**

тестирование , примерные вопросы:

Факторный и компонентный анализ Введение Метод главных компонент (МГК) Факторный анализ (ФА)

### **Тема 6. Корреляционные характеристики геофизических полей**

коллоквиум , примерные вопросы:

Корреляционные характеристики геофизических полей Введение Автокорреляционная функция (АКФ) Взаимно корреляционная функция (ВКФ) Понятие стационарных и эргодических процессов Типы АКФ Применение АКФ и ВКФ при обработке геофизических данных Спектральное разложение стационарной случайной функции Понятие белого шума

### **Тема 7. Спектральный анализ геофизических сигналов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Спектральный анализ геофизических сигналов Тригонометрические ряды Фурье Основные свойства рядов Фурье Разложение в ряд непериодической функции Приближенный гармонический анализ. Формулы Бесселя Интеграл Фурье Свойства преобразований Фурье Спектры некоторых функций Приложения спектрального анализа в геофизических задачах

### **Тема 8. Линейная фильтрация геофизических полей**

тестирование , примерные вопросы:



Линейная фильтрация геофизических полей Введение Математическая модель поля. Понятие сигнала и помехи Понятие о линейной фильтрации Амплитудно-частотная характеристика фильтра (АЧХ). Фазово-частотная характеристика фильтра (ФЧХ) Построение фильтра для заданного диапазона частот Построение идеального низкочастотного фильтра

### **Тема 9. Основы вейвлет-анализа**

тестирование , примерные вопросы:

Основы вейвлет-анализа Сравнение преобразования Фурье и вейвлет-преобразования Признаки вейвлетов Примеры вейвлетов Проблема выбора базисного вейвлета Предшественник вейвлет-анализа: преобразование Габора Способы представления вейвлет-образов Углы влияния Свойства вейвлет-преобразования Возможности применения вейвлет-анализа в геофизике Применение вейвлет-преобразования при интерпретации потенциальных полей Определение источников по вейвлет-спектру аномалий

### **Тема 10. Введение во фрактальный анализ в геофизике**

устный опрос , примерные вопросы:

Введение во фрактальный анализ в геофизике С чего все началось. Какова длина береговой линии? Понятие фрактальной размерности Примеры регулярных фракталов Зависимость массы от размеров тела Самоаффинные фракталы Способы вычисления фрактальной размерности Возможности применения теории фракталов в геофизике. Примеры фракталов в геологии и геофизике Метод случайных итераций Некоторые способы построения регулярных фракталов Случайные фракталы. Одномерное броуновское движение. Биржевые игры Дробный интеграл Римана-Лиувилля Мультифракталы Обобщенные фрактальные размерности Фрактальная размерность  $D_0$ , информационная размерность, корреляционная размерность

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Максимальный суммарный балл по результатам тестирования и выполнения индивидуального задания - 30.

Оценка активности студентов во время лабораторных занятий - до 30 баллов.

Максимальный балл на экзамене - 40 .

Вопросы к экзамену:

Комплексные числа

1. Комплексные числа. Основные операции над комплексными числами. Тригонометрическая и показательная форма записи. Возведение в  $n$ -ую степень. Простейшие функции комплексной переменной.

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики

1. Частота события. Теорема сложения частот. Условная частота события. Теорема умножения частот. Статистическая функция распределения. Среднее арифметическое. Статистическая дисперсия. Статистическое среднее квадратическое отклонение. Статистический корреляционный момент.

2. Понятие вероятности события. Условная вероятность события. Свойства ассоциативности и дистрибутивности вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Бейеса.

3. Функция распределения и плотность вероятности случайной величины, их свойства.

4. Нормальный закон распределения, равномерное распределение, показательное распределение случайной величины.

5. Математическое ожидание, моменты, дисперсия, среднеквадратическое отклонение случайной величины.

Определение статистических характеристик по результатам опытов

1. Понятие статистических гипотез и их проверка. Понятие оценки статистической характеристики. Состоятельность оценки. Оценка математического ожидания, дисперсии случайных величин и корреляционных моментов.

2. Распределение Стьюдента. Распределение Хи-квадрат. Распределение Фишера.

3. Проверка гипотезы соответствия экспериментальной функции распределения теоретической с помощью критерия Колмогорова.
4. Проверка гипотезы соответствия экспериментальной функции распределения теоретической с помощью критерия Пирсона (Хи-квадрат).
5. Проверка гипотезы принадлежности двух выборок одному статистическому распределению с помощью критерия Стьюдента.
6. Сравнение дисперсий двух выборок с помощью критерия Фишера.

Корреляционно-регрессионный анализ. Интерполяция и аппроксимация геофизических данных.

1. Задачи корреляционно-регрессионного анализа. Выборочный коэффициент корреляции. Понятие доверительного интервала для коэффициента корреляции. Множественный коэффициент корреляции.
2. Линейная регрессия. Определение коэффициентов линейной регрессии методом наименьших квадратов. Уравнение линейной регрессии в матричной форме. Степенная, экспоненциальная, логарифмическая регрессия. Связь коэффициентов линейной регрессии с коэффициентом корреляции.
3. Параболическая регрессия второго порядка. Множественная регрессия. Уравнение множественной регрессии в матричной форме. Применение регрессионного анализа в геологии и геофизике.
4. Интерполяция. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона. Линейный и кубический сплайны. Интерполяция системой гармонических функций.

Дисперсионный и факторный анализ

1. Задачи дисперсионного анализа.
2. Однофакторный дисперсионный анализ. Проверка гипотезы о равенстве групповых средних (задача о систематической ошибке прибора). Общая, факторная, остаточная суммы квадратов отклонений измеряемых величин.
3. Двухфакторный анализ. Факторная, остаточная суммы. Проверка гипотезы о равенстве средних по строкам и столбцам (задача о систематической ошибке прибора/оператора).

Факторный и компонентный анализ

1. Задачи факторного анализа. Метод главных компонент.
2. Факторный анализ (ФА). Основная теорема ФА. Варимаксный метод факторизации корреляционной матрицы. Применение ФА в геофизике.

Корреляционные характеристики геофизических полей

1. Случайные процессы.
2. Реализации случайного процесса.
3. Математическое ожидание, автокорреляционная функция (АКФ) случайного процесса.
4. Свойства и типы АКФ. Радиус корреляции. Применение АКФ и в геофизике.
5. Свойства стационарности и эргодичности случайного процесса. Условие эргодичности для стационарного процесса.
6. Взаимно корреляционная функция (ВКФ). Применение ВКФ в геофизике.
7. Связь АКФ с амплитудным спектром Фурье для стационарных эргодических процессов.
8. Понятие белого шума.

Спектральный анализ в геофизике

1. Ряды Фурье. Основные свойства рядов Фурье.
2. Разложение в ряд непериодических функций.
3. Приближенный гармонический анализ. Формулы Бесселя.
4. Интеграл Фурье. Свойства преобразований Фурье.
5. Спектры некоторых функций (функции Дирака, Хевисайда, прямоугольная, треугольная, знаковая, косинусоида, затухающая экспонента, Гаусса).
6. Основные приложения спектрального анализа в геофизике.

### Линейная фильтрация геофизических полей

1. Аддитивная и мультипликативная модели поля. Понятия сигнала и помехи в геофизике.
2. Понятие линейной фильтрации. Свойства линейного оператора.
3. Весовая функция. АЧХ и ФЧХ фильтра.
4. Применение преобразований Фурье для построения линейных фильтров. Рекурсивные фильтры.
5. Низкочастотные, высокочастотные, полосовые, режекторные фильтры.
6. Построение идеального низкочастотного фильтра. Фильтр с косинусным сглаживанием.
7. Фильтры Баттерворта и Чебышева.

### Теоретические основы вейвлет-преобразования

1. Сравнение преобразования Фурье и вейвлет-преобразования. Понятие базиса преобразования.
2. Формулы прямого и обратного вейвлет-преобразования.
3. Признаки вейвлетов. Свойства вейвлет-преобразований.
4. Некоторые распространенные вейвлеты. (HAAR-вейвлет, семейства DOG-вейвлетов, вейвлетов Морле и Пауля).
5. Преобразование Габора.
6. Способы представления вейвлет-образов. Скелетоны. Скалограммы. Глобальный и локальный спектр энергии. Углы влияния.
7. Применение аппарата вейвлет-преобразования в геофизике.

### Фрактальный анализ в геофизике

1. Понятие фрактала и фрактальной размерности. Свойства самоподобия и масштабной инвариантности.
2. Регулярные фракталы. Канторовское множество, снежинка Коха, Салфетка Серпинского, Функция Вейерштрасса.
3. Способы построения регулярных фракталов. Метод систем итерируемых функций (СИФ). Метод случайных итераций.
4. Случайные фракталы. Одномерное броуновское движение. Обобщенное броуновское движение. Персистентность и антиперсистентность.
5. Зависимость массы от размеров тела.
6. Самоафинные фракталы. Показатель Хёрста (коразмерность).
7. Способы измерения фрактальной размерности. Клеточный способ, способ вычисления по дисперсии приращений. Спектральный способ.
8. Формализм дробного интегродифференцирования. Дробный интеграл Римана-Лиувилля. Дробная производная Римана-Лиувилля.

### Вопросы выносимые на самостоятельную работу

Комплексные числа. Создание программы "Калькулятор для комплексных чисел"

Моделирование распределений Стюдента, Фишера и хи-квадрат средствами электронных таблиц (Grapher).

Построение гистограмм распределений Стюдента, Фишера и хи-квадрат средствами электронных таблиц (Grapher).

Построение графиков каротажных кривых, вычисление уравнений линейной регрессии и коэффициента корреляции для зависимостей физических параметров.

Дисперсионный анализ. Моделирование задачи о систематической ошибке прибора.

Проверка гипотезы о равенстве средних по группам.

Факторный анализ. Применение метода главных компонент для данных ГИС (пластовая скорость, пористость по данным НГК, плотность по данным отбора керна).

Построение автокорреляционной функции данных ГИС табличными средствами.

Фильтрация гравиметрических данных. Выделение локальной и региональной составляющей (программы SPECTR2, Grapher).

Построение фурье-спектров геофизических данных, восстановление сигнала из фурье-спектров геофизических данных (программы SPECTR2, Grapher).

Создание программы построения лаплас-образов простейших функций.

Линейная фильтрация данных. Выделение локальной и региональной составляющей данных гравиметрического профиля (программы SPECTR2, Grapher).

Построение вейвлет-спектров различных сигналов с различным вейвлет-базисом (вейвлет Пауля, МНАТ) (программа Wavelets).

Фрактальный анализ (построение салфетки серпинского и канторовского множества) (программа Surfer).

### 7.1. Основная литература:

Ягола А.Г., Янфей В. И др. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. М.: Физматлит, 2014. - 217 с. URL: <http://e.lanbook.com/view/book/50537/>

Дмитриев, В. И. Обратные задачи геофизики [Электронный ресурс] : Монография / В. И. Дмитриев. - М.: МАКС Пресс, 2012. - 340 с. - ISBN 978-5-317-04151-9 URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=445507>

Вейвлет-анализ и его приложения: Учебное пособие / Т.В. Захарова, О.В. Шестаков. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 158 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-005055-3, 500 экз. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=234103>

Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 814 с.: ил. ? (Учебное пособие) - ISBN 978-5-9775-0259-7. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=350520>

### 7.2. Дополнительная литература:

Шилов Г.Я. , Джафаров И. С. Генетические модели осадочных и вулканогенных пород и технология их фациальной интерпретации по геолого- геофизическим данным. ?М: Информационный центр ВНИИгеосистем, 2001. - 394с. - ISBN 5-8481-0008-X. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=349288>

Галеев А.А., Червиков Б.Г. Элементы векторного анализа (электронное учебное пособие ) Казань 2009. //old.kpfu.ru/f3/bin\_files/el-v!209.pdf

Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 814 с.: ил. ? (Учебное пособие) - ISBN 978-5-9775-0259-7. URL: <http://znanium.com/bookread.php?book=350520>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Никитин А.А. Статистические методы выделения геофизических аномалий - <http://www.twirpx.com/file/455745/>

Никитин А.А. Статистические методы выделения геофизических аномалий - <http://bookinist.net/books/bookid-38819.html>

Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации - [http://www.studmed.ru/nikitin-aa-teoreticheskie-osnovy-obrabotki-geofizicheskoy-informacii\\_2a5a1b237d8](http://www.studmed.ru/nikitin-aa-teoreticheskie-osnovy-obrabotki-geofizicheskoy-informacii_2a5a1b237d8).

Фонд знаний "Ломоносов" - <http://lomonosov-fund.ru/enc/ru/encyclopedia:0129046>

Электронные книги -

[http://eknigi.org/nauka\\_i\\_ucheba/76611-teoreticheskie-osnovy-obrabotki-geofizicheskoy.html](http://eknigi.org/nauka_i_ucheba/76611-teoreticheskie-osnovy-obrabotki-geofizicheskoy.html)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теоретические основы обработки геофизических данных" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.62 "Геология" и профилю подготовки Геофизика .

Автор(ы):

Утемов Э.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Чернова И.Ю. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.