

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Матвей Шавлович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2023 13:45:04

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Г. Гайрабеков



« \_\_\_\_\_ » 2021г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины**

**«Цифровая обработка сигналов»**

**Специальность**

**21.05.03 «Технологии геологической разведки»**

**Специализация**

**«Геофизические методы поисков и разведки месторождения полезных  
ископаемых»**

**Квалификация**

**горный инженер-геофизик**

**Год начала подготовки**

**2021**

Грозный - 2021

## 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 Блоку 1 учебного плана по специальности 21.05.03 – Технология геологической разведки. Перечень дисциплин, необходимых для изучения курса «Цифровая обработка сигналов»: «Высшая математика», «Физика», «Радиоэлектроника», «Общие курсы разведочной геофизики».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 1

| Код по ФГОС                                                                                                                                                                                                                                                                              | Индикаторы достижения                                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональные</b>                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ПК-1 Способен находить, анализировать и перерабатывать информацию с учетом имеющего мирового опыта, применяя современные технологии, а также планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты с использованием современного математического аппарата. | ПК-1.3 Использует достижения фундаментальных наук при исследовании процессов преобразования промыслово-геофизической информации | <b>Знать:</b> теорию поля; 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 геологоразведочных задач; основные понятия теории поля и используемые экспериментальные законы; основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей разной физической природы<br><b>Уметь:</b> применять математические методы теории поля: теории комплексных переменных для решения типовых профессиональных задач; рассчитывать параметры статических, стационарных и |

|  |  |                                                                                                                                                                                             |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | переменных полей для заданных условий<br><b>Владеть:</b><br>способами графического изображения результатов и их грамотного анализа;<br>математическими приемами цифровой обработки сигналов |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

Таблица 2

| Вид учебной работы                    |                              | Всего часов/ зач.ед. |                | Семестры       |                |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
|                                       |                              | ОФО                  | ЗФО            | ОФО            | ЗФО            |
|                                       |                              | 6                    | А              | 6              | А              |
| <b>Контактная работа (всего)</b>      |                              | <b>48/1,33</b>       | <b>12/0,33</b> | <b>48/1,33</b> | <b>12/0,33</b> |
| В том числе:                          |                              |                      |                |                |                |
| Лекции                                |                              | 32/0,88              | 8/0,22         | 32/0,88        | 8/0,22         |
| Практические работы                   |                              | 16/0,44              | 4/0,11         | 16/0,44        | 4/0,11         |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b> |                              | <b>60/1,66</b>       | <b>96/2,66</b> | <b>60/1,66</b> | <b>96/2,66</b> |
| В том числе:                          |                              |                      |                |                |                |
| Рефераты                              |                              | 20/0,55              | 48/1,33        | 20/0,55        | 48/1,33        |
| Подготовка к лабораторным работам     |                              | 20/0,55              | 28/0,72        | 20/0,55        | 28/0,72        |
| Подготовка к зачету                   |                              | 20/0,55              | 20/0,55        | 20/0,55        | 20/0,55        |
| <b>Вид отчетности</b>                 |                              | зачет                | зачет          | зачет          | зачет          |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>  | <b>ВСЕГО в часах</b>         | <b>108</b>           | <b>108</b>     | <b>108</b>     | <b>108</b>     |
|                                       | <b>ВСЕГО в зач. единицах</b> | <b>3</b>             | <b>3</b>       | <b>3</b>       | <b>3</b>       |

#### 5. Содержание дисциплины

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

Таблица 3

| № п/п            | Наименование раздела дисциплины по семестрам                                                                          | Лекц. зан. часы | Практ. зан. часы | Всего часов |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------|
| <b>6 семестр</b> |                                                                                                                       |                 |                  |             |
| 1.               | Дискретные и цифровые сигналы и системы. Методы математического описания и анализа.                                   | 14              | 6                | 20          |
| 2.               | Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Методы структурной реализации и синтеза.                                | 14              | 6                | 20          |
| 3.               | Методы цифровой фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе дискретного преобразования Фурье. | 4               | 4                | 8           |
| <b>ИТОГО</b>     |                                                                                                                       | <b>32</b>       | <b>16</b>        | <b>48</b>   |

## 5.2. Лекционные занятия

Таблица 4

| №  | Наименование раздела дисциплины                                                        | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Дискретные и цифровые сигналы и системы. Методы математического описания и анализа     | <i>Лекция 1.</i> Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов. Математические модели дискретных сигналов. Спектр дискретного сигнала. Квантование сигналов по уровню. Цифровое кодирование сигнала. Условия выбора разрядности АЦП.                                                                                        |
|    |                                                                                        | <i>Лекция 2.</i> Математические описания и характеристики дискретных систем. Методы математического описания линейных дискретных систем во временной области и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе. Методы математического описания сигналов дискретных систем на комплексной плоскости (в частотной области). Тестовые последовательности дискретных систем. Передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы. |
| 2. | Рекурсивные и не рекурсивные цифровые фильтры. Методы структурной реализации и синтеза | <i>Лекция 3.</i> Характеристики и структуры цифровых фильтров. Передаточные функции рекурсивных фильтров. Частотные характеристики рекурсивных фильтров. Формы реализации рекурсивных фильтров. Прямая форма реализации, передаточная функция и частотная характеристика нерекурсивного фильтра.                                                                                                                                         |
|    |                                                                                        | <i>Лекция 4.</i> Синтез рекурсивных фильтров по заданной частотной характеристике. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу. Метод билинейного преобразования. Методика синтеза РФ по аналоговому прототипу.                                                                                                                                                                                                                 |
|    |                                                                                        | <i>Лекция 5.</i> Синтез нерекурсивных фильтров по заданной частотной характеристике. Синтез нерекурсивных фильтров методом весовых функций. Синтез нерекурсивных фильтров методом частотной выборки. Численные методы синтеза цифровых фильтров.                                                                                                                                                                                         |
|    |                                                                                        | <i>Лекция 6.</i> Оценка и обеспечение точности цифровых фильтров. Влияние конечной разрядности чисел. Масштабирование сигналов в цифровых фильтрах. Оценка шумов квантования и требуемой разрядности АЦП и регистров. Методика решения задач конечной                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                      | разрядности чисел в цифровых фильтрах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3. | Методы цифровой фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе дискретного преобразования Фурье | <i>Лекция 7.</i> Алгоритм цифровой фильтрации сигналов на основе дискретного преобразования Фурье. Дискретное преобразование Фурье и его свойства. Алгоритм цифровой фильтрации конечных последовательностей на основе ДПФ                                                                                                                                                                                                                           |
|    |                                                                                                                      | <i>Лекция 8.</i> Анализаторы спектра сигналов на основе дискретного преобразования Фурье. Базовая структура анализатора спектра и измеряемые им спектральные характеристики сигналов. Частотные характеристики анализатора спектра. Определение откликов анализатора спектра на гармонические сигналы. Роль весовых функций при спектральном анализе и их основные параметры.                                                                        |
|    |                                                                                                                      | <i>Лекция 9.</i> Спектрально-корреляционный анализ дискретных случайных сигналов. Определения параметров и характеристик дискретных случайных сигналов. Статистические оценки характеристик дискретных случайных сигналов. Вычисление СПМ и ВСПМ методом коррелограмм. Статистические периодограммные оценки СПМ и ВСПМ дискретных случайных сигналов. Вычисление СПМ и ВСПМ методом периодограмм Уэлча. Вычисление оценок корреляции с помощью ДПФ. |

### 5.3. Лабораторный занятия- (не предусмотрены)

### 5.4 Практические занятия, их содержание:

Таблица 5

| №  | Наименование раздела дисциплины                                                 | Содержание раздела                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Временная и частотная оси ДПФ</b>                                            | Частотная ось ДПФ в Герцах (Гц). Частотная ось ДПФ в радианах в секунду. Частотная ось ДПФ для нормированной частоты. Частотная ось ДПФ для нормированной угловой частоты. |
| 2. | <b>Особенности спектрального анализа методом ДПФ</b>                            | Эффект наложения. Растекание спектральных компонент. Амплитудная модуляция спектра. Отклик ДПФ-анализатора на гармонический сигнал.                                        |
| 3. | <b>Особенности применения окон при спектральном анализе методом ДПФ</b>         | Прямоугольное окно. Треугольное окно (окно Бартлетта). Окно Ханна. Окно Хэмминга.                                                                                          |
| 4. | <b>О выборе оконных функций при спектральном анализе периодических сигналов</b> | Спектральный анализ случайных последовательностей. Классификация методов спектрального анализа. Спектральный анализ стационарных случайных процессов с                     |

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### Перечень тем для написания рефератов

1. Оценка спектра по дискретным отсчетам. Конечное число выборок.
2. Явление Гиббса.
3. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ). Основные свойства ДВПФ.
4. Примеры вычисления ДВПФ.
5. Дискретный во времени ряд Фурье.
6. Ряд Фурье в  $N$ -мерном евклидовом пространстве и дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
7. Основные теоремы и свойства ДПФ.
8. Матричная форма ДПФ.
9. Соответствие между ДПФ, рядом Фурье и непрерывным преобразованием Фурье. Связь ДПФ и ДВПФ.
10. Интерполяционная формула восстановления ДВПФ по коэффициентам ДПФ.
11. Интерполяция за счёт дополнения нулями. Интерполяция функций с ограниченной полосой с помощью ДПФ.
12. Два пути перехода от непрерывных к дискретным преобразованиям Фурье.
13. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм БПФ с составным основанием.
14. Алгоритм БПФ с основанием 2.
15. Алгоритмы БПФ с прореживанием по времени и по частоте.
16. Алгоритмы БПФ с постоянной структурой. Вычисление обратного ДПФ.
17. Спектральный анализ методом ДПФ и его особенности. Эффекты наложения, растекания, паразитной амплитудной модуляции.
18. Окна при гармоническом спектральном анализе методом ДПФ.
19. Прямоугольное окно, окна Ханна и Хэмминга.
20. Отклик ДПФ-анализатора на дискретный гармонический сигнал.
21. Характеристики случайных сигналов.
22. Спектральная плотность мощности (СПМ).
23. Корреляционная функция. Теорема Винера-Хинчина.
24. Метод периодограмм оценки спектральной плотности мощности случайного процесса.
25. Периодограмма с дискретным временем. Сглаживание оценки СПМ по методу Бартлетта.
26. Линейные дискретные фильтры. Разностные уравнения.
27. Переход от преобразования Лапласа к  $z$ -преобразованию.
28. Свойства  $z$ -преобразования. Примеры  $z$ -преобразования.
29.  $Z$ -преобразование единичного импульса, единичного скачка, действительной и комплексной экспоненты, дискретной синусоиды и косинусоиды.
30. Вычисление обратного  $z$ -преобразования.
31. Уравнение цифрового фильтра в терминах  $z$ -преобразования.
32. Импульсная и передаточная характеристики цифрового фильтра.
33. Условие устойчивости при рекурсивной реализации.
34. Примеры цифровых фильтров. Цифровой интегратор. Цифровой дифференциатор (простой).
35. Трансверсальный фильтр.
36. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). Способы реализации.
37. КИХ-фильтры с линейной фазовой характеристикой.
38. Реализация КИХ-фильтров методом частотной выборки.

39. Гребенчатый фильтр, его характеристики и реализация.
40. Комплексные резонаторы, их характеристики и блок-схема реализации. КИХ-фильтры с целыми коэффициентами.
41. Фильтр скользящего усреднения.
42. Гребенка полосовых фильтров и ДПФ.
43. Высокоскоростная свертка с использованием БПФ.

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы:**

1. Ричард Лайонс. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. М.: Бином-Пресс, 2006. 656 с.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. Додэка-XXI, 2011. 718 с. ЭБС Книгофонд (<http://www.knigafund.ru/books/106052>)
3. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / под ред. В. Ф. Кравченко. - М.: Физматлит, 2011. – 544 с. ЭБС Книгофонд (<http://www.knigafund.ru/books/112577>).
4. Юкио Сато. Без паники. Цифровая обработка сигналов. Пер. с англ. с яп. Селиной Т.Г. М.: Додэка-XXI, 2010. 176 с.
5. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие: в 2 ч. / А.С. Глинченко. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. Ч. 1/2.
6. Романюк Ю.А. Основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. Часть 1. МФТИ. 2005г.
7. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
8. Солонина А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB: учеб. пособие для вузов / Арбузов С. М.; - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 816 с.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**

### **7.1 Вопросы к рубежным аттестациям**

#### **Вопросы к первой рубежной аттестации по дисциплине**

1. Какие преобразования имеют место при цифровой обработке сигналов?
2. Что такое дискретный сигнал и дискретная последовательность?
3. Какова природа размножения спектров при дискретизации сигналов по времени?
4. В чем заключаются взаимосвязь и отличие спектров дискретного и аналогового сигналов?
5. Как по известному спектру аналогового сигнала определить спектр соответствующего ему дискретного сигнала?
6. В чем заключается явление наложения спектров при дискретизации сигналов?
7. Можно ли по известному спектру дискретного сигнала найти спектр соответствующего ему аналогового сигнала?
8. Из каких условий выбирается частота дискретизации аналоговых сигналов?
9. Какова математическая модель квантования сигнала по уровню?
10. Как определяется погрешность квантования дискретного квантованного сигнала?
11. Как осуществляется цифровое кодирование сигнала?
12. Как определяется погрешность квантования цифрового сигнала?
13. Из каких условий выбирается необходимая разрядность ЛЦП?
14. Как определяется автокорреляционная функция и спектральная плотность шума квантования ЛЦП?
15. При каком условии цифровой и дискретный сигналы математически адекватны?
16. В соответствии с каким алгоритмом и как осуществляется обработка сигнала

17. Что понимается под импульсной характеристикой дискретной системы?
18. Какие фильтры называются фильтрами БИХ и КИХ-типа?
19. Что является коэффициентами нерекурсивных фильтров?
20. Какое преобразование применяют для описания дискретных сигналов и систем на комплексной плоскости и почему?
21. Какова связь между Z-преобразованием и преобразованием Фурье?
22. Как определяются передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы?
23. Какова связь между передаточной функцией, частотной и импульсной характеристиками дискретной системы?
24. Каковы особенности частотных характеристик дискретных систем?
25. Как изменяется частотная характеристика дискретной системы при изменении частоты дискретизации?

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

дисциплина: Цифровая обработка сигналов  
Кафедра Прикладная геофизика и геоинформатика семестр

1. Каковы условия физической реализуемости и устойчивости РФ?
2. Что такое дискретный сигнал и дискретная последовательность?

« 20 г. Зав. кафедрой

1. Как находится передаточная функция РФ по его разностному уравнению?
2. Что такое нули и полюсы цифрового фильтра и какую информацию они несут?
3. Какой вид имеет нуль-полюсная форма передаточной функции РФ и каково ее практическое значение?
4. В чем заключается способ графического нахождения частотной характеристики РФ?
5. Каковы условия физической реализуемости и устойчивости РФ?

- Образец билета на зачет
- ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

## 7.2 Вопросы к зачету

1. Какие преобразования имеют место при цифровой обработке сигналов?
2. Что такое дискретный сигнал и дискретная последовательность?
3. Какова природа размножения спектров при дискретизации сигналов по времени?
4. В чем заключаются взаимосвязь и отличие спектров дискретного и аналогового сигналов?
5. Как по известному спектру аналогового сигнала определить спектр соответствующего ему дискретного сигнала?
6. В чем заключается явление наложения спектров при дискретизации сигналов?
7. Можно ли по известному спектру дискретного сигнала найти спектр соответствующего ему аналогового сигнала?
8. Из каких условий выбирается частота дискретизации аналоговых сигналов?
9. Какова математическая модель квантования сигнала по уровню?
10. Как определяется погрешность квантования дискретного квантованного сигнала?
11. Как осуществляется цифровое кодирование сигнала?
12. Как определяется погрешность квантования цифрового сигнала?
13. Из каких условий выбирается необходимая разрядность ЛЦП?
14. Как определяется автокорреляционная функция и спектральная плотность шума квантования ЛЦП?
15. При каком условии цифровой и дискретный сигналы математически адекватны?
16. В соответствии с каким алгоритмом и как осуществляется обработка сигнала рекурсивным и нерекурсивным фильтрами?
17. Что понимается под импульсной характеристикой дискретной системы?
18. Какие фильтры называются фильтрами БИХ и КИХ-типа?
19. Что является коэффициентами нерекурсивных фильтров?
20. Какое преобразование применяют для описания дискретных сигналов и систем на комплексной плоскости и почему?
21. Какова связь между Z-преобразованием и преобразованием Фурье?
22. Как определяются передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы?
23. Какова связь между передаточной функцией, частотной и импульсной характеристиками дискретной системы?
24. Каковы особенности частотных характеристик дискретных систем?
25. Как изменяется частотная характеристика дискретной системы при изменении частоты дискретизации?
26. Как находится передаточная функция РФ по его разностному уравнению?
27. Что такое нули и полюсы цифрового фильтра и какую информацию они несут?
28. Какой вид имеет нуль-полюсная форма передаточной функции РФ и каково ее практическое значение?
29. В чем заключается способ графического нахождения частотной характеристики РФ?
30. Каковы условия физической реализуемости и устойчивости РФ?
31. Каковы основные формы реализации РФ и их математические описания?
32. Каковы структуры и математические описания прямой и канонической форм реализации рекурсивных звеньев второго порядка?
33. Как осуществляется обработка сигнала рекурсивным звеном второго порядка?
34. Какова структура НФ на основе ДВС?
35. Каково условие линейности фазочастотной характеристики НФ?
36. Как аналитически найти отклик РФ на заданное входное воздействие?
37. Как аналитически найти отклик НФ на заданное входное воздействие?

38. Каков требуемый объем вычислений и памяти для РФ и НФ?
39. Каковы сравнительные преимущества РФ и НФ?
40. Каковы задачи, методы и цели синтеза ЦФ по заданной частотной характеристике?
41. В чем заключается метод синтеза РФ по аналоговому прототипу?
42. Какова взаимосвязь между частотами аналогового и цифрового фильтров при билинейном преобразовании?
43. В чем преимущества применения обобщенных преобразований при синтезе РФ заданного типа (ФВЧ, НПФ, ПЗФ)?
44. Как определяются требования к аналоговому фильтру-прототипу при синтезе РФ?
45. Из каких условий выбирается вид аппроксимирующей функции?
46. Как находятся нули, полюсы и коэффициенты РФ?

**Образец билета на зачет**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

---

**БИЛЕТ № \_\_**

Дисциплина: Цифровая обработка сигналов

Кафедра Прикладная геофизика и геоинформатика семестр \_\_\_\_\_

1. Каковы условия физической реализуемости и устойчивости РФ?
2. Что такое дискретный сигнал и дискретная последовательность?

УТВЕРЖДАЮ:

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.      Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

#### Практическая работа

Особенности применения окон при спектральном анализе методом ДПФ

**Цель работы:** Применение окон при спектральном анализе.

1. Прямоугольное окно.
2. Треугольное окно (окно Бартлетта).
3. Окно Ханна.
4. Окно Хэмминга.

5. Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия.

#### Контрольные вопросы

1. Как осуществляется цифровое кодирование сигнала?
2. Как определяется погрешность квантования цифрового сигнала?
3. Из каких условий выбирается необходимая разрядность ЛЦП?
4. Как определяется автокорреляционная функция и спектральная плотность шума квантования ЛЦП?
5. При каком условии цифровой и дискретный сигналы математически адекватны?
6. В соответствии с каким алгоритмом и как осуществляется обработка сигнала рекурсивным и нерекурсивным фильтрами?

7.4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

| Планируемые результаты освоения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Критерии оценивания результатов обучения |                                     |                                                        |                                       | Наименование оценочного средства              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | менее 41 баллов<br>(неудовлетворительно) | 41-60 баллов<br>(удовлетворительно) | 61-80 баллов<br>(хорошо)                               | 81-100 баллов<br>(отлично)            |                                               |
| ПК-1 Способен находить, анализировать и перерабатывать информацию с учетом имеющего мирового опыта, применяя современные технологии, а также планировать и проводить геофизические научные исследования, оценивать их результаты с использованием современного                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                     |                                                        |                                       |                                               |
| <b>Знать:</b><br>теорию поля; 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 геологоразведочных задач; основные понятия теории поля и используемые экспериментальные законы; основные математические закономерности, описывающие поведение статических, стационарных и переменных полей | Фрагментарные знания                     | Неполные знания                     | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | Сформированные систематические знания | Практическая работа<br>реферат<br>презентация |

|                                                                                                                                                                                                                                     |                             |                                      |                                                          |                                               |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|
| <b>Уметь:</b><br>применять математические методы теории поля: теории комплексных переменных для решения типовых профессиональных задач;<br>рассчитывать параметры статических, стационарных и переменных полей для заданных условий | Частичные умения            | Неполные умения                      | Умения полные, допускаются небольшие ошибки              | Сформированные умения                         |  |
| <b>Владеть:</b><br>способами графического изображения результатов и их грамотного анализа;<br>математическими приемами цифровой обработки сигналов                                                                                  | Частичное владение навыками | Несистематическое применение навыков | В систематическом применении навыков допускаются пробелы | Успешное и систематическое применение навыков |  |

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

### **1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

### **2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;

- **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

### **3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;**

### **4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

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

1. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов: пер. с англ. / Шафер Р.; 2-е изд., испр. - М.: Техносфера, 2009. – 856 с.
2. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / под ред. В. Ф. Кравченко. - М.: Физматлит, 2011. – 544 с. ЭБС Книгофонд (<http://www.knigafund.ru/books/112577>).
3. Юкио Сато. Без паники. Цифровая обработка сигналов. Пер. с англ. с яп. Селиной Т.Г. М.: Додэка-XXI, 2010. 176 с.
4. Романюк Ю.А. Основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. Часть 1. МФТИ. 2005г.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
6. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. - Додэка -XXI, 2011 г. -718 с. ЭБС Книгофонд (<http://www.knigafund.ru/books/106052>).
7. Солонина А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB: учеб. пособие для вузов / Арбузов С. М.; - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 816 с.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Помещение для самостоятельной работы 4-14. Читальный зал библиотеки (УК №1 г. Грозный, ул. А.Г. Авторханова (К. Цеткин) 14/53.
- Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа 0-31
- лаборатория обработки и интерпретации геофизических данных содержащий комплекс программ для оцифровки и автоматизированной визуальной интерпретации результатов геофизических исследований скважин (лаб.3-24а);
- УК №1 г. Грозный, ул. А.Г. Авторханова (К. Цеткин) 14/53.
- Для проведения качественного обучения в лабораториях используются предоставленные ведущими геофизическими организациями (предприятиями) аппаратура и оборудование и программные комплексы современного уровня.

### **11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год**

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учтенные экземпляры.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Старший преподаватель кафедры  
«Прикладная геофизика и геоинформатика»

/С.С-А. Гацаева/

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. каф. «Прикладная геофизика и геоинформатика»  
к.г.-м.н., доцент

/А.С.Эльжаев/

Директор ДУМР  
к.ф.-м.н., доцент

/М.А.Магомаева/

**Методические указания по освоению дисциплины**  
**«Цифровая обработка сигналов»**

**1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» состоит из 9 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим занятиям, рефератам, презентациям и иным формам письменных работ, выполнение, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (лекция-дискуссия и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации.

**2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать

творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим занятиям.**

На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. Ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. Проработать конспект лекций;
3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического занятия;
5. Проработать тестовые задания и задачи;
6. Ответить на вопросы плана лабораторного занятия;
7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

#### **4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «**Цифровая обработка сигналов**» - это углубление и расширение знаний в области обработки геофизической информации; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить презентацию или доклад и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Доклад (презентация)
2. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.