Межгосударственная образовательная организация высшего образования «Российско-Армянский университет»

Утверждено
Директор Института
Агаронян А.К. _____
«19» июня 2026 г., протокол № 10
Утвержден Ученым Советом ИМФВТ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Б1.О.21 Цифровая обработка сигналов

Автор (ы) ***кандидат физ.-мат. наук Никогосян Е.Г.***
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Согласовано:

Заведующий Базовой кафедрой Телекоммуникаций
Сиволенко Э. Р.
_____
(подпись)

1. АННОТАЦИЯ

1.1. *Краткое описание содержания данной дисциплины;*

Курс «Цифровая обработка сигналов» в настоящее время занимает одно из центральных мест среди дисциплин профессиональной подготовки специалистов в области телекоммуникаций. Это определяется тем, что информация, наряду с материей и энергией, принадлежит к фундаментальным философским категориям естествознания и является одной из движущих сил современного развития науки, техники и человеческой цивилизации в целом. Профессионально грамотная и эффективная регистрация информации, ее обработка, интерпретация и использование возможны только при хороших знаниях теории методов и систем цифровой обработки сигналов.

1.2. *Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);* в академических часах 108, в кредитах – 3, экзамен

1.3. *Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)*

Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с дисциплинами: общая теория связи, построение телекоммуникационных сетей и систем, теория связи с подвижными объектами, основы радиовещания и телевидения и с последующими УМКД магистратуры. Дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины следующие – математика, физика, теория вероятностей и математическая статистика, основы радиотехники.

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование компетенции** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Код индикатора достижения компетенций** *(в соответствии рабочим с учебным планом)*	**Наименование индикатора достижений компетенций***(в соответствии рабочим с учебным планом)*
ОПК -5	Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	**ОПК -5.1** **ОПК -5.2** **ОПК -5.3**	**Понимает** принципы построения алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения **Умеет** на основе алгоритмов применять языки программирования для создания компьютерные программ **Владеет** навыками программирования, отладки и тестирования компьютерных программ
ПК -1	Способен к развитию коммутационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи	**ПК -1.1** **ПК-1.2**	**Знает** принципы построения и работы сетей связи и протоколов сигнализации, стандарты качества передачи данных, голоса и видео, применяемых в организации сети организации связи **Умеет** анализировать статистику основных показателей эффективности радиосистем и систем передачи данных, разрабатывать мероприятия по их поддержанию на требуемом уровне, выполнять расчет пропускной способности сетей телекоммуникаций **Владеет** навыками разработки схемы организации связи и интеграции новых сетевых

		ПК -1.3	элементов, построения и расширения коммутационной подсистемы и оборудовании по обеспечению реализации услуг

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. *Цели и задачи дисциплины.*

Цель дисциплины - ознакомление студентов с основными методами и техническими приемами оцифровки сигналов, фильтрации, обработки и преобразований информационных данных в современных информационных системах регистрации, накопления, обработки и представления данных, изучение методов реализации в информационных системах и на современных персональных компьютерах эффективных алгоритмов преобразования и анализа информационных данных.

Задача - обеспечение основополагающих знаний необходимых для передачи и приема оцифрованных сигналов, их фильтрации, обработки и хранения.

После прохождения дисциплины студент должен

- ***знать*** основы теории цифровой обработки сигнала;

- ***уметь*** моделировать процессы регистрации данных и их обработки, определять параметры цифровых фильтров, выполнять цифровую фильтрацию результатов наблюдений.

- ***иметь*** представлении обо всех основных методах цифровой обработки данных.

- ***владеть*** навыками постановки и решения задач связанных с цифровой обработкой, приемом и хранением информации

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах-108 и зачетных единицах -3) ***(удалить строки, которые не будут применены в рамках дисциплины)***

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам					
		_III__ сем	_IV_ сем	_V_ сем	_VI сем	VII сем	VIII сем
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**108**						**108**
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**48**						**48**
1.1.1. Лекции	**16**						**16**
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	**32**						**32**
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	**20**						**20**
1.1.2.2. Семинары	**12**						**12**
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги							
1.1.2.4. Контрольные работы							
1.1.2.5. Другое (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**33**						**33**
1.2.1. Подготовка к экзаменам	**24**						**24**
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)							
1.2.2.1. Письменные домашние задания	**9**						**9**
1.2.2.2. Курсовые работы							
1.2.2.3. Эссе и рефераты							
1.2.2.4. Другое (указать)							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**Экзамен 27**						**27**

2.3. Содержание дисциплины

2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6
Тема 1. (Свойства и преобразования дискретных сигналов)	12	6	4	2	

Тема .2.(Z-преобразования и рекуррентные фильтры)	**14**	**4**	**6**	**4**	
Тема 3. (Методы фильтрации цифровых данных)	**12**	**4**	**6**	**2**	
Тема 4. (Вейвлет- преобразования)	**10**	**2**	**4**	**4**	
ИТОГО	**48**	**14**	**20**	**12**	

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Тема 1. (Свойства и преобразования дискретных сигналов**)**

Тема 1.1. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.

Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры. Импульсная реакция фильтров. Передаточные функции фильтров. Z-преобразование. Устойчивость фильтров. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка сигналов. Структурные схемы цифровых фильтров.

Тема 1.2. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.

Фильтры МНК 1-го, 2-го и 4-го порядка. Расчет коэффициентов фильтров. Импульсные реакции и частотные характеристики фильтров. Модификации фильтров. Оптимизация сглаживания. Расчет простого цифрового фильтра по частотной характеристике.

Тема 1.3. Разностные фильтры и фильтры интегрирования сигналов.

Разностные операторы. Выделение в сигналах шумов. Восстановление утраченных данных. Аппроксимация производных. Интегрирование данных. Алгоритмы интегрирования.

Тема 1.4. Фильтрация случайных сигналов.

Сохранение природы сигнала. Математическое ожидание. Корреляционные соотношения. Спектры мощности сигналов. Дисперсия выходного сигнала. Усиление шумов. Функция когерентности.

Тема 1.5. Весовые функции.

Явление Гиббса. Параметры эффекта. Последствия для практики. Нейтрализация явления Гиббса. Основные весовые функции.

Тема 1.6. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры.

Типы фильтров. Методика расчетов. Идеальные частотные фильтры. Конечные приближения идеальных фильтров. Применение весовых функций. Гладкие частотные фильтры. Дифференцирующие цифровые фильтры. Принцип синтеза фильтров.

Б [1] §1.2; Б [3] §§1.2-1.4, § 2.1.

Тема 2. (Z-преобразования и рекуррентные фильтры)

Тема 2.1. Z-преобразование сигналов и системных функций.

Определение z-преобразования. Пространство Z - полиномов. Аналитическая форма z-образов. Свойства Z - преобразования. Применение преобразования. Обратное z - преобразование.

Тема 2.2. Рекурсивные цифровые фильтры.

Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма. Режекторные и селекторные фильтры. Билинейное Z-преобразование при синтезе рекурсивных цифровых фильтров. Деформация частотной шкалы. Аппроксимационная задача синтеза фильтров. Передаточная функция фильтров. Виды рекурсивных фильтров.

Тема 2.3. Рекурсивные частотные цифровые фильтры.

Низкочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Передаточная функция фильтра. Преобразование Лапласа. Билинейное преобразование. Высокочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Синтез цифровых фильтров методом частотного преобразования. Полосовой цифровой фильтр Баттеруорта. Цифровые фильтры Чебышева.

Б [1] §§1.2, 1.3; Б [3] §2.2, §§ 3.1-3.6.

Тема 3. (Методы фильтрации цифровых данных)

1.1.*Адаптивная фильтрация цифровых данных.*

Основные области применения. Адаптивный шумоподавитель. Адаптивный фильтр Винера. Адаптивный алгоритм наименьших квадратов Уидроу-Хопфа. Рекурсивные схемы наименьших квадратов. Основы статистической группировки информации. Использование априорных данных. Эффективность метода. Статистическая регуляризация данных с очисткой от шумов. Статистическая группировка полезной информации.

Тема 3.2. Оптимальные линейные цифровые фильтры.

Критерии построения. Фильтр Колмогорова-Винера. Система линейных уравнений фильтра. Частотная характеристика. Эффективность оптимального фильтра. Фильтры прогнозирования и запаздывания. Оптимальные цифровые фильтры сжатия сигналов. Оптимальный фильтр обнаружения сигналов. Согласованный фильтр. Обратный фильтр. Оптимальный энергетический цифровой фильтр сигналов.

Тема 3.3. Деконволюция цифровых сигналов.

Понятие деконволюции сигналов. Особенности деконволюции. Устойчивость фильтров деконволюции. Инверсия импульсного отклика фильтра. Оптимальные фильтры деконволюции. Рекурсивная деконволюция сигналов. Фильтры сжатия сигналов.

Тема 3.4. Аппроксимация сигналов и функций. Регрессия.

Аппроксимация сигналов и функций рядами Тейлора. Полиномиальная аппроксимация. Сплайновая аппроксимация. Спектральный метод. Методика аппроксимации эмпирических данных. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Одномерная регрессия. Зональная регрессия. Нелинейная регрессия. Регрессия общего типа. Сглаживание данных. Предсказание зависимостей.

Тема 3.5. Медианная фильтрация сигналов.

Принцип фильтрации. Одномерные медианные фильтры. Двумерные фильтры. Достоинства и недостатки медианных фильтров. Медианная фильтрация комбинированных помех. Очистка сигналов от квазидетерминированного шума. Преобразование статистики шумов.

Тема 3.6. Обработка изображений.

Графическое представление изображений. Цветовые модели. Геометрические преобразования растровых изображений. Частотные искажения изображений и их устранение. Передискретизация изображений. Фильтрация изображений. Линейные и нелинейные фильтры. Пороговая фильтрация. Сжатие изображений, оценка потерь.

Тема 3.7. Распознавание объектов изображений.

Коррекция яркости и контрастности. Определение границ объектов на изображении. Выделение объектов. Выделение признаков объектов. Обнаружение и распознавание объектов. Методы распознавания.

Б [1] §§ 4 - 8.

Тема 4. (<u>Вейвлет- преобразования</u>)

Тема 4.1. Основы вейвлетного преобразования сигналов.

Истоки вейвлет-преобразования. Принцип преобразования. Вейвлетный спектр. Непрерывное вейвлет-преобразование. Дискретное вейвлет-преобразование. Частотно-временная локализация вейвлет-анализа. Практическое использование.

Тема 4.2. Свойства вейвлет-преобразования сигналов.

Базисные функции вейвлет-преобразования. Свойства вейвлета. Отображение преобразования. Вейвлетные функции. Свойства вейвлет-преобразования. Вейвлет-преобразование простых сигналов.

Тема 4.3. Вейвлетный кратномасштабный анализ (КМА).

Принцип кратномасштабного анализа. Математические основы КМА. Масштабирующая функция. Базисный вейвлет. Разложение функций на вейвлетные ряды. Быстрое вейвлет-преобразование. Реконструкция сигналов. Пакетные вейвлеты. Фильтры дуальной декомпозиции и реконструкции сигналов. Ортогональные и биортогональные вейвлеты. Вейвлет Добеши. Двумерные вейвлеты.

Б [3] § 9.

2.2.2. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

1. Сглаживания сигнала или метод наименьших квадратов.
2. Фильтрация случайных сигналов.
3. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры.
4. Z-преобразование сигналов.
5. Рекурсивные цифровые фильтры.
6. Деконволюция и аппроксимация сигналов. Медианная фильтрация.
7. Обработка изображений.
8. Вейвлет-преобразования сигналов.

2.2.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника
- Проектор

2.3. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
Вид учебной работы/контроля	**М1** [1]	**М2**	**М1**	**М2**	**М1**	**М2**		
Контрольная работа *(при наличии)*						1		
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*								
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								
Семинар		1						
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0.4		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей						0.6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							1.0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке								

[1] Учебный Модуль

промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								(Экзамен) 0.6
	∑ = 1	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**	**∑ = 1**

3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

3.2. Материалы по теоретической части курса

Рекомендуемая литература

а) Базовые учебники

1. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: Справочник. - М.: Радио и связь, 1985.- 312с.
2. Гольденберг Л.М. и др. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1990.- 256с.
3. Солонина А.И. и др. Основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 768 с.
4. Давыдов А.В. Цифровая обработка сигналов. Тематические лекции: Учебное пособие в электронной форме. – Екатеринбург, УГГУ, ИГиГ, каф. ГИН.

б) Дополнительная литература.

5. Айфичер Э., Джервис Б. Цифровая обработка сигналов. Практический подход. - М.: "Вильямс", 2004, 992 с.
6. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. – СПб.: Питер, 2003. – 608 с.

7. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 448 с.

8. http://rf.coltel.ru/arsenal/courses/05.htm

9. http://prodav.narod.ru/program/index.html

4. Фонды оценочных средств ***(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).***

4.2. Планы практических и семинарских занятий

Опрос пройденного материала.

4.7. Перечень экзаменационных вопросов

1. Цифровые сигналы. Преобразование сигнала в цифровую форму. Обработка цифровых сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.
4. Функциональные преобразования сигналов. Операции цифровой обработки. Линейная цифровая фильтрация. Дискретные преобразования.
5. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры. Импульсная реакция фильтров.
6. Передаточные функции фильтров. Z-преобразование.
7. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка сигналов.
8. Устойчивость фильтров. Структурные схемы цифровых фильтров.
9. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.
10. Фильтры МНК 1-го, 2-го и 4-го порядка. Расчет коэффициентов фильтров.
11. Импульсные реакции и частотные характеристики фильтров. Модификации фильтров.
12. Оптимизация сглаживания. Расчет простого цифрового фильтра по частотной характеристике.
13. Разностные фильтры и фильтры интегрирования сигналов.
14. Разностные операторы. Выделение в сигналах шумов. Восстановление утраченных данных.
15. Аппроксимация производных. Интегрирование данных. Алгоритмы интегрирования. Фильтрация случайных сигналов.
16. Математическое ожидание. Корреляционные соотношения.
17. Спектры мощности сигналов. Дисперсия выходного сигнала. Усиление шумов. Функция когерентности.
18. Весовые функции. Явление Гиббса. Параметры эффекта. Последствия для практики.

Нейтрализация явления Гиббса. Основные весовые функции.

19. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов. Идеальные частотные фильтры. Конечные приближения идеальных фильтров.
20. Применение весовых функций. Гладкие частотные фильтры. Дифференцирующие цифровые фильтры. Принцип синтеза фильтров.
21. Z-преобразование сигналов и системных функций.
22. Определение z-преобразования. Пространство z - полиномов. Аналитическая форма z-образов. Свойства z - преобразования. Применение преобразования. Обратное z - преобразование.
23. Рекурсивные цифровые фильтры. Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма.
24. Режекторные и селекторные фильтры. Билинейное z-преобразование при синтезе рекурсивных цифровых фильтров.
25. Деформация частотной шкалы. Аппроксимационная задача синтеза фильтров. Передаточная функция фильтров. Виды рекурсивных фильтров. Рекурсивные частотные цифровые фильтры.
26. Низкочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Передаточная функция фильтра.
27. Преобразование Лапласа. Билинейное преобразование.
28. Высокочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Синтез цифровых фильтров методом частотного преобразования. Полосовой цифровой фильтр Баттеруорта. Цифровые фильтры Чебышева.
29. Адаптивная фильтрация цифровых данных. Адаптивный шумоподавитель. Адаптивный фильтр Винера. Адаптивный алгоритм наименьших квадратов Уидроу-Хопфа.
30. Основы статистической группировки информации. Использование априорных данных.
31. Статистическая группировка полезной информации. Оптимальные линейные цифровые фильтры.
32. Эффективность оптимального фильтра. Фильтры прогнозирования и запаздывания. Оптимальные цифровые фильтры сжатия сигналов.
33. Оптимальный фильтр обнаружения сигналов. Согласованный фильтр. Обратный фильтр. Оптимальный энергетический цифровой фильтр сигналов.
34. Деконволюция цифровых сигналов. Особенности деконволюции. Устойчивость фильтров деконволюции.

35. Инверсия импульсного отклика фильтра. Оптимальные фильтры деконволюции. Рекурсивная деконволюция сигналов.
36. Аппроксимация сигналов и функций. Регрессия.
37. Аппроксимация сигналов и функций рядами Тейлора. Полиномиальная аппроксимация.
38. Сплайновая аппроксимация. Спектральный метод. Методика аппроксимации эмпирических данных.
39. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Одномерная регрессия. Зональная регрессия. Нелинейная регрессия. Регрессия общего типа. Сглаживание данных.
40. Медианная фильтрация сигналов. Одномерные медианные фильтры. Двумерные фильтры. Достоинства и недостатки медианных фильтров.
41. Медианная фильтрация комбинированных помех. Очистка сигналов от квазидетерминированного шума.
42. Графическое представление изображений. Цветовые модели. Геометрические преобразования растровых изображений.
43. Частотные искажения изображений и их устранение. Передискретизация изображений. Фильтрация изображений. Линейные и нелинейные фильтры. Пороговая фильтрация.
44. Сжатие изображений, оценка потерь.
45. Распознавание объектов изображений.
46. Определение границ объектов на изображении. Выделение объектов. Выделение признаков объектов. Обнаружение и распознавание объектов. Методы распознавания.
47. Основы вейвлетного преобразования сигналов. Вейвлетный спектр.
48. Непрерывное вейвлет-преобразование.
49. Дискретное вейвлет-преобразование.
50. Частотно-временная локализация вейвлет-анализа.
51. Базисные функции вейвлет-преобразования. Отображение преобразования. Вейвлетные функции. Свойства вейвлет-преобразования.
52. Вейвлетный кратномасштабный анализ (КМА).
53. Принцип кратномасштабного анализа. Математические основы КМА.
54. Цифровые сигналы. Преобразование сигнала в цифровую форму. Обработка цифровых сигналов.Области применения цифровой обработки сигналов.
55. Рекурсивные цифровые фильтры.Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма.

Образцы экзаменационных билетов

Билет №1

1. Цифровые сигналы. Преобразование сигнала в цифровую форму. Обработка цифровых сигналов.Области применения цифровой обработки сигналов.
2. Рекурсивные цифровые фильтры.Конструкция рекурсивных цифровых фильтров. Каскадная и параллельная форма.

Билет №2

1. Функциональные преобразования сигналов. Операции цифровой обработки. Линейная цифровая фильтрация. Дискретные преобразования.
2. Режекторные и селекторные фильтры. Билинейное z-преобразование при синтезе рекурсивных цифровых фильтров.

Билет №3

1. Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры. Импульсная реакция фильтров.
2. Деформация частотной шкалы. Аппроксимационная задача синтеза фильтров. Передаточная функция фильтров. Виды рекурсивных фильтров. Рекурсивные частотные цифровые фильтры.

Билет №4

1. Передаточные функции фильтров. Z-преобразование.
2. Низкочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Передаточная функция фильтра.

Билет №5

1. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка сигналов.
2. Преобразование Лапласа. Билинейное преобразование.

Билет №6

1. Устойчивость фильтров. Структурные схемы цифровых фильтров.
2. Высокочастотный цифровой фильтр Баттеруорта. Синтез цифровых фильтров методом частотного преобразования. Полосовой цифровой фильтр Баттеруорта. Цифровые фильтры Чебышева.

Билет №7

1. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов.
2. Адаптивная фильтрация цифровых данных.Адаптивный шумоподавитель. Адаптивный фильтр Винера. Адаптивный алгоритм наименьших квадратов Уидроу-Хопфа.

Билет №8

1. Фильтры МНК 1-го, 2-го и 4-го порядка. Расчет коэффициентов фильтров.
2. Основы статистической группировки информации. Использование априорных данных.

Билет №9

1. Импульсные реакции и частотные характеристики фильтров. Модификации фильтров.
2. Статистическая группировка полезной информации.Оптимальные линейные цифровые фильтры.

Билет №10

1. Оптимизация сглаживания. Расчет простого цифрового фильтра по частотной характеристике.
2. Эффективность оптимального фильтра. Фильтры прогнозирования и запаздывания. Оптимальные цифровые фильтры сжатия сигналов.

Билет №11

1. Разностные фильтры и фильтры интегрирования сигналов.
2. Оптимальный фильтр обнаружения сигналов. Согласованный фильтр. Обратный фильтр. Оптимальный энергетический цифровой фильтр сигналов.

Билет №12

1. Разностные операторы. Выделение в сигналах шумов. Восстановление утраченных данных.
2. Деконволюция цифровых сигналов.Особенности деконволюции. Устойчивость фильтров деконволюции.

Билет №13

1. Аппроксимация производных. Интегрирование данных. Алгоритмы интегрирования.Фильтрация случайных сигналов.

2. Инверсия импульсного отклика фильтра. Оптимальные фильтры деконволюции. Рекурсивнаядеконволюция сигналов.

Билет №14

1. Математическое ожидание. Корреляционные соотношения.
2. Аппроксимация сигналов и функций. Регрессия.

Билет №15

1. Спектры мощности сигналов. Дисперсия выходного сигнала. Усиление шумов. Функция когерентности.
2. Аппроксимация сигналов и функций рядами Тейлора. Полиномиальная аппроксимация.

Билет №16

1. Весовые функции. Явление Гиббса. Параметры эффекта. Последствия для практики. Нейтрализация явления Гиббса. Основные весовые функции.
2. Сплайновая аппроксимация. Спектральный метод. Методика аппроксимации эмпирических данных.

Билет №17

1. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов. Идеальные частотные фильтры. Конечные приближения идеальных фильтров.
2. Линейная регрессия. Полиномиальная регрессия. Одномерная регрессия. Зональная регрессия. Нелинейная регрессия. Регрессия общего типа. Сглаживание данных.

Билет №18

1. Применение весовых функций. Гладкие частотные фильтры. Дифференцирующие цифровые фильтры. Принцип синтеза фильтров.
2. Медианная фильтрация сигналов. Одномерные медианные фильтры. Двумерные фильтры. Достоинства и недостатки медианных фильтров.

Билет №19

1. Z-преобразование сигналов и системных функций.
2. Медианная фильтрация комбинированных помех. Очистка сигналов от квазидетерминированного шума.

Билет №20

1. Определение z-преобразования. Пространство z - полиномов. Аналитическая форма z-образов. Свойства z - преобразования. Применение преобразования. Обратное z - преобразование.
2. Графическое представление изображений. Цветовые модели.Геометрические преобразования растровых изображений.

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

Во время каждого занятия преподаватель представляет материал по теме дня и вовлекает группу в обсуждение. Практичный характер курса предполагает активное вмешательство каждого студента в процессы представления и обсуждения темы. За преподавателем закреплена ответственность придерживаться тематики данного занятия и предоставлять необходимые фундаментальные знаний и концепций.

5.2. После завершения изучения каждой из программ будет проведена контрольная работа для закрепления навыков.