

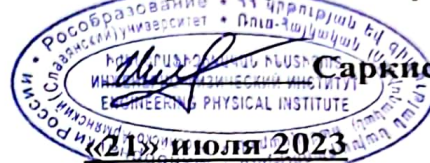
ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский) университет

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)  
УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи и Положением «Об УМКД РАУ».

**УТВЕРЖДАЮ:**

**Директор института**



**Саркисян А.А.**

Утвержден Ученым Советом ИФИ  
протокол № 33

**Инженерно-физический институт**

**Кафедра Телекоммуникаций**

**Автор(ы): к.т.н., доцент Агаронян А.К.**

*Ученое звание, ученая степень, Ф.И.О*

***УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС***

**Дисциплина: Б1.В.ДВ.01.02 «Адаптивные фильтры»**

*Код и название дисциплины согласно учебному плану*

Для магистратуры:

**Направление: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и  
системы связи**

**Магистерская программа: 071301.00.7 «Беспроводные  
коммуникации и сенсоры»**

**ЕРЕВАН**

## Структура и содержание УМКД

### 1. Аннотация

1.1 Учебная программа дисциплины «Адаптивные фильтры», являющейся одной из основных профилирующих специальных дисциплин магистратуры ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области телекоммуникаций, умеющих обоснованно и эффективно применять существующие и осваивать новые методы в обработке сигналов.

1.2 Данная дисциплина базируется на результатах освоения следующих дисциплин: общая теория связи, построение телекоммуникационных сетей и систем, теория связи с подвижными объектами,

Результаты изучения данной дисциплины используются при изучении следующих дисциплин:

- "Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем";
- "Системы беспроводной связи".

Компетенции, полученные при изучении данной дисциплины, необходимы также для успешного проведения самостоятельной научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы.

1.3. Для прохождения данной дисциплины студент должен:

- **знать** основы по курсам: математического анализа, общая теории связи
- **уметь** применять отмеченные знания при решении соответствующих задач
- **владеть** навыками программирования.

1.4. Дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины следующие - основы радиотехники, общая теории связи, курсы языков программирования.

### 1. Содержание

2.1 **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.

2.2. 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** представление обо всех основных методах цифровой обработки данных.
- **владеть** навыками постановки и решения задач связанных с цифровой обработкой, приемом и хранением информации

2.3. Трудовоемкость дисциплины: в академических часах – 180, в кредитах -5

2.3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
<b>1. Общая трудовоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>180</b>
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>68</b>
1.1.1. Лекции	<b>34</b>
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	-
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	-
1.1.2.2. Кейсы	-
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги	-
1.1.2.4. Контрольные работы	-
1.1.2.5. Решение задач	-
1.1.3. Семинары	-
1.1.4. Лабораторные работы	<b>34</b>
1.1.5. Другие виды (указать)	-
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>58</b>
1.2.1. Подготовка к экзаменам	
1.2.2. Другие виды самостоятельной работы, в т.ч. (указать)	
1.2.2.1. Письменные домашние задания	
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)	<b>Экзамен 54</b>

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
<i>1</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ</b>	<b>10</b>	<b>7</b>			<b>3</b>
<b>Введение</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			
<b>Раздел 1. Цифровая обработка сигналов связи</b>	<b>4</b>	<b>3</b>			<b>1</b>
Тема 1.1. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>1</b>
Тема 1.2. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов	<b>2</b>	<b>1</b>			<b>1</b>
<b>МОДУЛЬ 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ</b>	<b>11</b>	<b>8</b>			<b>3</b>
<b>Раздел 2. Методы фильтрации цифровых данных</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			
Тема 2.1. Адаптивная фильтрация цифровых данных.	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>1</b>
Тема 2.2. Оптимальные линейные цифровые фильтры.	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>1</b>
<i>Тема 2.3. Эффекты сэмплирования и квантования</i>	<b>3</b>	<b>2</b>			<b>1</b>

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<b>МОДУЛЬ 3. РАВНОМЕРНОЕ И НЕРАВНОМЕРНОЕ КВАНТОВАНИЕ</b>	<b>13</b>	<b>8</b>			<b>5</b>
Введение	1	1			
Раздел 3. Равномерное квантование	2	1			1
<i>Тема 3.1. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ)</i>	3	2			1
<i>Тема 3.2. Неравномерное квантование</i>	3	2			1
<i>Тема 3.3. Компандирование, Характеристики компандирования</i>	4	2			2
<b>МОДУЛЬ 4. ПЕРЕДАЧА ОСНОВНОЙ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ</b>	<b>15</b>	<b>5</b>			<b>10</b>
Раздел 4. Типы сигналов РСМ	0	0			
<i>Тема 4.1. Невозврат к нулю (NRZ)</i>	3	1			2
<i>Тема 4.2. Фазовое кодирование</i>	3	1			2
<i>Тема 4.3. Многоуровневый двоичный код</i>	3	1			2
<i>Тема 4.4. Выбор формы сигнала РСМ</i>	3	1			2

<i>Тема 4.5. бит на слово ИКМ и бит на символ</i>	3	1			2
---	---	---	--	--	---

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

**МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ**

***Введение***

Краткая историческая справка о развитии теории цифровой связи. Постановка проблемы. Основные понятия теории. Некоторые законы обработки цифровой информации. Содержание дисциплины [1,4].

**Раздел 1. Цифровая обработка сигналов связи**

***Тема 1.1. Цифровые фильтры обработки одномерных сигналов.***

***Тема 1.2. Фильтры сглаживания сигналов. Метод наименьших квадратов***

**МОДУЛЬ 2. МОДУЛЬ 2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ**

**Раздел 2. Основы классификации. Методы фильтрации цифровых данных**

***Тема 2.1. Адаптивная фильтрация цифровых данных. Форматирование аналоговой информации, Теорема Найквиста***

Форматирование является первым важным этапом обработки сигнала в цифровой связи. Цель форматирования — гарантировать, что сообщение или исходный сигнал совместимы с цифровой обработкой. Форматирование передачи представляет собой преобразование исходной информации в цифровые символы. Когда используется сжатие данных в дополнение к форматированию, этот процесс называется исходным кодированием.

***Тема 2.2. Оптимальные линейные цифровые фильтры. Теорема выборки, Импульсная выборка или идеальная выборка***

Выборка непрерывного сигнала выполняется несколькими способами. В основном, существует три типа методов выборки. Если функция выборки представляет собой последовательность импульсов, то метод называется импульсной выборкой или идеальной выборкой.

***Тема 2.3. Эффекты сэмплирования и квантования***

Импульсная выборка приводит к выборкам, ширина  $T$  которых приближается к нулю. Благодаря этому содержание мощности в мгновенно дискретизированном импульсе пренебрежимо мало. Таким образом, этот метод не подходит для целей передачи.

### **МОДУЛЬ 3. РАВНОМЕРНОЕ И НЕРАВНОМЕРНОЕ КВАНТОВАНИЕ**

#### ***Тема 3.1. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ)***

Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) относится к классу сигналов основной полосы частот, полученных из квантованных сигналов РАМ путем кодирования каждой квантованной выборки в цифровое слово.

#### ***Тема 3.2. Неравномерное квантование***

В импульсно-кодовой модуляции параметры времени и амплитуды выражаются в дискретной форме. Процесс дискретизации преобразует непрерывные значения форматирования времени и модуляции основной полосы аналогового сигнала в значения дискретного времени. Процесс квантования преобразует непрерывные значения амплитуды в конечный (дискретный) набор допустимых значений.

#### ***Тема 3.3. Компандирование, Характеристики компандирования***

Неравномерное квантование практически достигается с помощью процесса, называемого компандированием. Этот процесс называется сжатием. В ресивере экспандер выполняет обратную функцию сжатия.

### **МОДУЛЬ 4. ПЕРЕДАЧА ОСНОВНОЙ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ**

#### **Раздел 4. Типы сигналов РСМ**

#### ***Тема 4.1. Невозврат к нулю (NRZ)***

Группа NRZ, вероятно, является наиболее часто используемой формой сигнала РСМ. Если сигнал остается на каком-либо ненулевом уровне в течение всего битового интервала  $T$ , то он называется сигналом без возврата к нулю (NRZ).

#### ***Тема 4.2. Фазовое кодирование***

В схеме с фазовым кодированием временная позиция возникновения или перехода формы импульсного сигнала используется для различения различных логических уровней.

#### ***Тема 4.3. Многоуровневый двоичный код***

Двоичные сигналы, которые используют три уровня для кодирования двоичных данных вместо двух уровней, называются многоуровневыми двоичными сигналами. К этой группе относятся

биполярные схемы РЗ и РЗ-АМИ. Эта группа также содержит форматы, называемые дикодом и дуобинарным.

#### Тема 4.4. Выбор формы сигнала РСМ

Процесс форматирования включает преобразование аналоговой информации в битовый поток посредством дискретизации, квантования и кодирования. Каждый аналоговый образец преобразуется в слово РСМ, состоящее из группы битов.

#### Тема 4.5. бит на слово ИКМ и бит на символ

Когда информационные выборки без какого-либо квантования модулируются в импульсы, результирующую импульсную модуляцию можно назвать аналоговой импульсной модуляцией. Существует три основных способа модуляции информации последовательностью импульсов. Мы можем изменять амплитуду импульса (импульсно-амплитудная модуляция, PAM), положение (импульсно-позиционная модуляция, PPM) и продолжительность (модуляция длительности импульса или широтно-импульсная модуляция, PDM или PWM).

### 2.5. Распределение весов по модулям и формам контроля

Формы контролей	Весы форм текущих контролей в результирующих оценках текущих контролей			Весы форм промежуточных контролей в оценках промежуточных контролей			Весы оценок промежуточных контролей и результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей			Весы итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточных контролей	Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	М1 <sup>1</sup>	М2	М3	М1	М2	М3	М1	М2	М3			
Вид учебной работы/контроля												
Контрольная работа				1	1							
Тест												
Курсовая работа												
Лабораторные работы	1	1										
Письменные домашние задания												
Реферат												
Эссе												
Семинары												
Решение задач												

<sup>1</sup> Учебный Модуль



Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей							0,5	0,5				
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей							0,5	0,5				
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											0,5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей											0,5	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей												
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля												0.4
<b>Экзамен/зачет (оценка итогового контроля)</b>												(экзамен) 0.6
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

### 3. Теоретический блок

#### Рекомендуемая литература

1. DIGITAL COMMUNICATION [Digital-Communication.pdf](#)

### 4. Перечень вопросов итогового контроля

#### ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ

Введение

Цифровая обработка сигналов связи

Преимущества цифровой связи по сравнению с аналоговой связью

Недостатки цифровой связи по сравнению с аналоговой связью

Типовая блок-схема и преобразования

Каналы цифровой связи

Телефонный канал

Оптоволоконный канал

Спутниковый канал

Классификация сигналов

Детерминированные и случайные сигналы

Периодические непериодические сигналы

Аналоговые и дискретные сигналы

Энергия и сигналы мощности

Функция Unit Impulse

Информационная емкость

Предел Шеннона для информационной емкости

Передача данных

Последовательная и параллельная передача

Параллельная передача

Последовательная передача

Сравнение

Синхронная и асинхронная передача

Асинхронная передача

Синхронная передача

Сравнение

Системы основной полосы частот

Форматирование аналоговой информации

Теорема выборки

Теорема Найквиста

Методы отбора проб

Импульсная выборка или идеальная выборка

Натуральный отбор проб

Отбор проб с плоской вершины или операция выборки и удержания

Сигнальный интерфейс для цифровой системы

Квантование

Источники коррупции

Эффекты сэмплирования и квантования  
Шум квантования  
Насыщенность квантизатора  
Временной джиттер  
Канальные эффекты  
Шум канала  
Межсимвольные помехи  
Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ)  
Равномерное и неравномерное квантование  
Равномерное квантование  
Неравномерное квантование  
Компандирование  
Характеристики компандирования  
Сравнение характеристик для речевого сигнала  
Передача основной полосы частот  
Типы сигналов РСМ  
Невозврат к нулю (NRZ)  
Возврат к нулю (RZ)  
Фазовое кодирование  
Многоуровневый двоичный код  
Выбор формы сигнала РСМ  
Спектральные характеристики сигналов ИКМ  
бит на слово ИКМ и бит на символ  
Размер слова РСМ  
M-ричные формы сигналов импульсной модуляции

**Учебная программа:**  
**одобрена Кафедрой телекоммуникаций**

**Зав. кафедрой: А.К. Агаронян**

---

*(подпись)*