

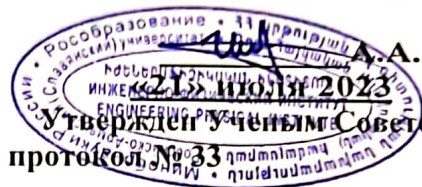
ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)
УНИВЕРСИТЕТ

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

А.А. Саркисян



Инженерно-физический институт

Кафедра Телекоммуникаций

Автор(ы): Канд. техн. наук Эйрамджян С.Г.
Ученое звание, ученая степень, Ф.И.О

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: Б1.В.05 «Расширенная цифровая связь»
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 «Расширенная цифровая связь» ориентирована на подготовку высокопрофессиональных кадров в области телекоммуникаций, которые должны обладать основополагающими знаниями и навыками цифровых коммуникационных устройств, методами формирования и обработки цифровых сигналов, т.к. последние являются неотъемлемой частью современных телекоммуникационных систем и сетей. Актуальной практической задачей дисциплины является подготовка магистрантов к творческому профессиональному восприятию последующих специальных дисциплин.
- 1.2. Данная дисциплина теснейшим образом взаимосвязана с последующими дисциплинами: основы связи, цифровые системы связи, построение телекоммуникационных сетей и систем, теория связи и т.д.
- 1.3. Магистрант должен
 - *знать* основы по курсам: математического анализа, аналитической геометрии, векторной алгебры и векторного анализа, дифференциальных уравнений, по общим курсам физики - электричество и магнетизм, теория цепей, а также теорию сигналов.
 - *уметь* применять знания при решении соответствующих задач,
 - *владеть* навыками интегрального, дифференциального, векторного и матричного исчислений.
- 1.4. Дисциплины, изучение которых является необходимой базой для освоения данной дисциплины следующие - физика I, II, III, IV, математика I, II, III, IV, теория цепей, теория сигналов и т.д.

2. Содержание

2.1. Цель дисциплины - изучение теоретических основ формирования цифровых сигналов, структуры и построения аналоговых и цифровых устройств для преобразования сигналов, способов обработки аналоговых и цифровых сигналов, и приобретение магистрантами необходимых практических навыков.

Задача - привить студентам навыки оценивать применимость различных цифровых систем и устройств телекоммуникаций, определять их параметры и характеристики, навыки практической работы с измерительной аппаратурой, понимание и освоение устройств цифровой связи, для грамотной эксплуатации цифровых телекоммуникационных систем и подсистем.

2.2. После изучения дисциплины студент должен:

- **знать** классификацию устройств цифровой связи и требования, предъявляемые к ним; современный уровень развития техники цифровой связи и техники приема и передачи данных; принципы организации цифровых телекоммуникационных устройств и сетей;
- **уметь** при работе с телекоммуникационным оборудованием разрабатывать и грамотно эксплуатировать устройства цифровой связи, со строгим соблюдением правил техники безопасности.
- **иметь** понимание современных тенденций развития цифровых систем и устройств связи.
- **владеть** навыками практической работы с системами и устройствами цифровой связи, а также современной измерительной аппаратурой для исследования и тестирования таковых.

2.3. Трудоемкость дисциплины: в академических часах – 144, в кредитах - 4

2.3.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

2.3.2. 2.3.3.	Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
	1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	144
	1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	34
	1.1.1. Лекции	18
	1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	16
	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. Другое (указать)	-
	1.1.3. Семинары	-
	1.1.4. Практические работы	
	1.1.5. Другие виды (указать)	
	1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	74
	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)	Экзам 36

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
---------------------------	----------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

2.3.2. Распределение объема дисциплины по темам и видам учебной работы

1	2	3	4	5	6
РАСШИРЕННАЯ ЦИФРОВАЯ СВЯЗЬ	54	18	-	18	18
Введение	-	-	-	-	-
Раздел 1. Цифровые устройства и их архитектура	12	4	-	4	-
<i>Тема 1.1. Системы на чипах, их архитектуры.</i>	5	1	-	2	2
<i>Тема 1.2. Цифровая модуляция.</i>	3	1	-	2	-
<i>Тема 1.3. БПФ, Комплексный спектр.</i>	4	2	-	-	2
Раздел 2. Цифровое формирование сигналов	12	4	-	4	4
<i>Тема 2.1. Комплексная модуляция (IQ), оцифровка по Найквисту, Оконные функции и искажения цифрования.</i>	5	1	-	2	2
<i>Тема 2.2. Битовая и символьная скорость, типы цифровой модуляции.</i>	3	1	-	2	-
<i>Тема 2.3. Измерения параметров цифровых приемных устройств, Коэффициент ошибок по битам и пакетам (BER, PER).</i>	4	2	-	-	2
Раздел 3. Измерения цифровых сигналов	14	4	-	4	6
<i>Тема 3.1. Спектральный анализ (скалярный и векторный)</i>	2	1	-	1	-
<i>Тема 3.2. Канальные искажения, полоса сигнала, фазовые шумы и их влияния на цифровые сигналы.</i>	4	1	-	1	2
<i>Тема 3.3. Квадратурные искажения и их влияние на цифровые модуляции.</i>	4	1	-	2	2
<i>Тема 3.4. Фазовые шумы, Коэффициент шума, Гармонические искажения, Интермодуляционные искажения и влияние на качество цифровой связи.</i>	4	1	-	-	2
Раздел 4. Расширение спектра в цифровой связи	6	2	-	2	2
<i>Тема 4.1. Прямое расширение спектра, системы с кодовым разделением каналов.</i>	3	2	-	1	-
<i>Тема 4.2. Расширение спектра с псевдослучайной перестройкой частоты.</i>	3	-	-	1	2
Раздел 5. Разделение каналов	10	4	-	4	2
<i>Тема 5.1. Частотное и временное разделение каналов.</i>	4	2	-	2	2
<i>Тема 5.2. Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM)</i>	2	1	-	1	-
<i>Тема 5.3. Системт с множественными выодами и</i>	2	1	-	1	-

<i>выходами (MIMO) и пространственное разделение каналов.</i>					
ИТОГО	54	18	-	18	18

2.3.3 Содержание разделов и тем дисциплины

РАСШИРЕННАЯ ЦИФРОВАЯ СВЯЗЬ

Введение

Содержание дисциплины. Понятие устройств цифровой передачи и приема сигналов.

Раздел 1. Цифровые устройства и их архитектура.

Тема 1.1. Системы на чипах, их архитектуры.

Архитектуры цифровых приемопередающих устройств, современные системы на одном чипе или кристалле (SOC).

Тема 1.2. Цифровая модуляция.

Типы модуляции: аналоговая и цифровая, разница, преимущества и недостатки цифровой модуляции.

Тема 1.3. БПФ, Комплексный спектр.

Цифровая обработка сигналов и преобразование спектра, Преобразование Фурье (дискретное и быстрое) как инструмент обработки сигналов, понятия скалярного и комплексного спектров сигнала.

Раздел 2. Цифровое формирование сигналов

Тема 2.1. Комплексная модуляция (IQ), оцифровка по Найквисту, Оконные функции и искажения цифрования.

Понятие комплексной модуляции, формирование квадратуры (IQ) и ее применение в формировании цифровых сигналов. Понятие критерий Найквиста, понятие зон Найквиста и их влияние при оцифровке сигналов. Оконные функции в качестве инструмента против искажений возникающих в следствие оцифровки (когерентной и некогерентной).

Тема 2.2. Битовая и символьная скорость, типы цифровой модуляции.

Понятие символов в цифровой модуляции, взаимосвязь символьной и битовой скорости, а также зависимость от схемы модуляции.

Тема 2.3. Измерения параметров цифровых приемных устройств, Коэффициент ошибок по битам и пакетам (BER, PER).

Методы и средства измерения приемных устройств цифровой связи, изучение чувствительности, а также зависимость коэффициентов ошибок по битам и пакетам от них.

Раздел 3. Измерения цифровых сигналов

Тема 3.1 Спектральный анализ (скалярный и векторный).

Ознакомление с различными методами измерения сигналов, временная и частотная зависимость, спектральный анализ сигналов, скалярные и векторные анализаторы сигналов и их применение при исследовании цифровых сигналов.

Тема 3.2. Канальные искажения, полоса сигнала, фазовые шумы и их влияния на цифровые сигналы.

Понятие канала, его спектральные характеристики, такие как полоса, мощность в полосе, спектральная маска, а также их искажения в следствие фазовых шумов опорных генераторов (гетеродинов) и т.д.

Тема 3.3. Квадратурные искажения и их влияние на цифровые модуляции

Понятие квадратурных искажениях во время квадратурной модуляции (IQ Impairments), разбаланс квадратуры, деформация, постоянный сдвиг и т.д., и влияние на цифровую модуляцию, возникновение вектора ошибки (EVM, MER).

Тема 3.4. Фазовые шумы, Коэффициент шума, Гармонические искажения, Интермодуляционные искажения и влияние на качество цифровой связи..

Опорные генераторы и их фазовые шумы, коэффициент шума применых устройств, гармонические искажения генераторов, а также нелинейность усилительных трактов приводящих к интермодуляционным искажениям, влияние перечисленных явлений на качество цифрового сигнала.

Раздел 4. Расширение спектра в цифровой связи

Тема 4.1. Прямое расширение спектра, системы с кодовым разделением каналов.

Ознакомление с методом прямого расширения сигналов путем использования псевдослучайных последовательностей, формирование шумоподобных сигналов.

Тема 4.2 Расширение спектра с псевдослучайной перестройкой частоты..

Ознакомление с понятием расширения спектра путем псевдослучайной перестройки радио частоты (ППРЧ), а также с понятиями быстрой и медленной перестройки частоты. Шума и помехозащищенность таких сигналов.

Раздел 5. Разделение каналов

Тема 5.1. Частотное и временное разделение каналов.

Изучение методов увеличения каналов путем разделения частот (FDM), а также использование временного разделения для передачи и приема сигналов в различные периоды времени (слотов) с использованием одних и тех же частот (TDM). Примеры систем с использованием частотным и временным разделением.

Тема 5.2. Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM).

Изучения ортогонального частотного мультиплексирования, понятие многолучевости и равоты систем с OFDM в таких условиях, метод формирования и обработка сигналов.

Тема 5.3. Системт с множественными входами и выходами (MIMO) и пространственное разделение каналов..

Изучение систем с множественными входами и выходами (MIMO), понятие многоэлементных систем и фазированных антенных решеток, формирования мнголучевых структур, а также пространственного разделения каналов.

2.3.4. Краткое содержание семинарских занятий

Наименование практичеких работ
1. Оцифровка, скалярный и вектронный спектр
2. Комплексная модуляция (IQ)
3. Цифровые модуляции и их виды
4. Исследование антиалайзинговых фильтров.
5. Коэффициент шума, Фазовый шум и влияние на цифровые сигналы
6. Частотное, временное и кодовое разделение каналов (FDM, TDMA и CDMA)
7. Ортогональное частотное мультиплексирование (OFDM)
8. Множественные входы/выходы (MIMO) и пространственное разделение

2.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебные методические пособия
- Вычислительная техника для обеспечения практического изучения материала методом симуляций и мат обработки
- Проектор

2.5. Распределение весов по модуля и формам контроля

Формы контролей	Веса форм текущих контролей в результирующих оценках текущих контролей			Веса форм промежуточных контролей в оценках промежуточных контролей			Веса оценок промежуточных контролей и результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей			Веса итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточных контролей	Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	M1 ¹	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3			
Вид учебной работы/контроля												
Контрольная работа												
Тест												
Курсовая работа												
Лабораторные работы			1									
Письменные домашние задания												
Реферат												
Эссе												
Решение задач												
<i>Другие формы (Указать)</i>												
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0.5			
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей									0,5			
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей												
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										0.5		
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля												0.4
Экзамен/зачет (оценка итогового контроля)												(Зачет) 0.6
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

¹ Учебный Модуль

3. Теоретический блок

Рекомендуемая литература

а) Базовый учебник

DIGITAL. COMMUNICATIONS. Fundamentals and Applications. Second Edition.
BERNARD SKLAR. *Communications Engineering Services*, Tarzana, California.

б) Основная литература:

RF Measurement Fundamentals, Course Manual. © 2008–2010 National Instruments Corporation

в) Другие источники:

1. <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/digital-modulation>
2. <https://www.scribbr.com/methodology/sampling-methods/>
3. <https://www.ni.com/en/perspectives/5-rf-transmitter-measurements-every-engineer-should-know.html>
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Spread_spectrum
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Code-division_multiple_access
6. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/orthogonal-frequency-division-multiplexing>
7. <https://en.wikipedia.org/wiki/MIMO>

4. Практический блок

Программные средства освоения дисциплины

Платформа графической разработки систем моделирования, управления и тестирования
LabVIEW

5. Перечень итоговых контрольных вопросов

1. Структура современного цифрового приемопередающего модуля.
2. Преобразование Фурье – ДПФ, БПФ
3. Комплексная модуляция и демодуляция (IQ), методы и способы.
4. Когерентная и некогерентная оцифровка и оконные функции.
5. Современная система цифровой коммуникации и основы модуляций.
6. Понятия EVM и MER.

7. Цифровые модуляции, типы и спектральная эффективность.
8. Искажения или нарушения квадратуры (IQ Impairments) и их влияния.
9. Понятие BER и методы его проверки
10. Измерения чувствительности цифрового приемника.
11. Методы расширения спектра
12. Расширение спектра прямой последовательностью (DSSS)
13. Расширение спектра по ППЧ (FHSS)
14. Множественный доступ с кодовым разделением (CDMA)
15. Мультиплексирование с ортогональным частотным разделением (OFDM)
16. Системы с множественным входом и множественным выходом (MIMO)

**Учебная программа одобрена
кафедрой “Телекоммуникаций”
зав. кафедрой: Агаронян А.К.**

(подпись)