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.03 «Цифровая связь»

Автор (ы) ***к.т.н., доцент Сиволенко Э. Р.***
Ф.И.О, ученое звание (при наличии), ученая степень (при наличии)

Направление подготовки: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Наименование образовательной программы: Беспроводные коммуникации и сенсоры

Согласовано:

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

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Учебная программа дисциплины «Цифровая связь» 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 особенно в сфере 5G и 6G.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет); 180, в кредитах -5, Экзамен

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

- - "Информационные технологии"
- - "Введение в цифровую обработку сигналов"
- - "Введение в телекоммуникационные системы"
- 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.

1.4. 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)*
УК-4	***Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия***	***УК-4.1***	***Знает*** *правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации, современные коммуникативные технологии на русском и*

			иностранном языках..
		УК-4.2	***Умеет*** применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия..
		УК-4.3	**Владеет** методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.
ОПК-2	***Способен реализовывать новые принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации***	***ОПК-2.1***	**Знает** принципы и методы исследования современных инфокоммуникационных систем и умеет оценивать их достоинства и недостатки
		ОПК-2.2	**Умеет** проводить экспериментальные исследования систем передачи, распределения, обработки и хранения информации
		ОПК-2.3	**Владеет** навыками реализации новых принципов и методов обработки и передачи информации в современных инфокоммуникационных системах и сетях.
ПК-1	***Способен использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии,***	***ПК-.1.1***	**Знает** технические характеристики и экономические показатели

	методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС, ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы с целью совершенствования и созданию новых перспективных инфокоммуникационных систем	***ПК-1.2*** ***ПК-1.3***	разработок в области радиоэлектронной техники, действующие нормативные требования и государственные стандарты. **Умеет** осуществлять патентный поиск, проводить сбор, анализ и систематизацию научно-исследовательской информации, формулировать цели и задачи научно-исследовательских работ. **Владеет** навыками разработки и анализа вариантов создания радиоэлектронного устройства или радиоэлектронной системы на основе синтеза накопленного опыта, изучения литературы.

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина теории сигналов и систем в настоящее время занимают одно из центральных мест среди дисциплин профессиональной подготовки не только радиоинженеров - разработчиков радиотехнических систем самого различного назначения, но и всех специальностей, в той или иной мере связанных с регистрацией, обращением, обработкой и использованием информационных данных самой различной природы – пользователей систем. Носителями информации являются сигналы в любой форме их материального представления в пределах систем, вне которых понятия сигналов также не имеют смысла.

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

Виды учебной работы	**Всего, в акад. часах**	**Распределение по семестрам**					
		_I__ сем.	**__II_ сем.**	**_III сем.**	**_IV сем.**	**___ сем**	**____ сем.**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	**180**		**180**				
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	**48**		**48**				
1.1.1. Лекции	**32**		**32**				
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. Другое (указать)							
1.1.3. Семинары							
1.1.4. Лабораторные работы	**16**		**16**				
1.1.5. Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**78**		**78**				
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)	**Экзамен 54**		**Экзамен 54**				

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. Каналы Цифровой Связи	**10**	**7**			**3**
Тема .2. Классификация Сигналов	**11**	**8**			**3**
Тема 3. Методы Кодировки Основной Полосы	**13**	**8**			**5**

Тема 4. Методы Цифровой Модуляции	**14**	**9**			**5**
ИТОГО	**48**	**32**			**16**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

МОДУЛЬ 1. КАНАЛЫ 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. Типы кодирования

Тема 1.1. Виды кодирования и способы ее представления в информационных системах, структурная схема системы передачи цифровой информации

Подходы к определению понятия «информация». Классификация информации по способу восприятия и форме представления. Сигнал, канал связи, сообщение, данные. Источник информации, приемник информации [1, Гл.1].

Тема 1.2. Способы оцифровки в информационных системах, структурная схема системы передачи цифровой информации

Принципы обработки и передачи информации. Меры количества и качества информации, [1, Гл.1].

Тема 1.3. дискретизация, квантование

Оцифровка сигналов, методы квантования [1, Гл.1].

МОДУЛЬ 2. классификация сигналов

Раздел 2. Основы классификации

Тема 2.1. Детерминированные и случайные сигналы

Что такое детерминированный сигнал. Отличие от случайных сигналов. [1, Гл.6; 2, Гл.1].

Тема 2.2. Периодические и непериодические сигналы

Представление сигналов во временной области [3, Гл.8]

Тема 2.3. Аналоговые и дискретные сигналы

Представление о работе АЦП и ЦАП. Оверсамплинг и сигма дельта АЦП.

МОДУЛЬ 3. МЕТОДЫ КОДИРОВКИ ОСНОВНОЙ ПОЛОСЫ

Тема 3.1. Методы кодирования с контролем ошибок

Методы кодирования с контролем ошибок включают систематическое добавление избыточных битов к передаваемой информации для обеспечения обнаружения и исправления ошибок в приемнике. Таким образом, контролируемая избыточность в передаваемом сообщении снижает вероятность ошибки в приемнике. [1, Гл. 6; 3, Гл. 4]

Тема 3.2. Линейные блочные коды

Блочные коды представляют собой класс кодов проверки на четность, которые можно охарактеризовать с помощью нотации (n, k). Блочные коды используются в качестве кодов прямого исправления ошибок. Если блочные коды обладают свойством линейности, то они называются линейными блочными кодами. [1, Гл.7]

Тема 3.3. Код циклического контроля избыточным кодом (CRC)

Циклические коды очень хорошо подходят для обнаружения ошибок. Потому что они могут быть разработаны для обнаружения многих комбинаций вероятных ошибок. Кроме того, реализация схем кодирования и обнаружения ошибок является практичной.

МОДУЛЬ 4. МЕТОДЫ ЦИФРОВОЙ МОДУЛЯЦИИ

Раздел 4. Методы цифровой модуляции

Тема 4.1. Методы когерентной бинарной модуляции

Когда в этих схемах модуляции используется когерентное обнаружение в приемнике, они называются методами когерентной двоичной модуляции. При когерентном обнаружении локальная несущая, генерируемая в приемнике, синхронизирована по фазе с несущей в передатчике.

Тема 4.2. Методы когерентной квадратурной модуляции

Одной из важных целей проектирования цифровой системы связи является эффективное использование полосы пропускания канала. Существуют две схемы квадратурной модуляции с сохранением пропускной способности для передачи двоичных данных.

Тема 4.3. Некогерентное обнаружение

Когда нецелесообразно знать фазу несущей в приемнике, мы используем процесс некогерентного обнаружения. «Некогерентный» означает обход без фазовой информации.

Методы некогерентного обнаружения менее сложны. Однако вероятность ошибки высока по сравнению с когерентным обнаружением.

Тема 4.4. Мультиплексирование с временным разделением (TDM)

Мультиплексирование можно определить как процесс одновременной передачи двух или более отдельных сигналов по одному каналу связи. Используя мультиплексирование, за один раз можно передать больше информации. Типичными приложениями мультиплексирования являются телеметрия и телефония или спутниковая связь. Существует три основных типа мультиплексирования.

Тема 4.5. Цифровой TDM

Цифровые данные могут быть мультиплексированы с использованием процедуры побитового или побайтового перемежения. Этого можно добиться с помощью селекторного переключателя (MUX). Коммутатор последовательно выбирает бит или байт с каждого входа и помещает его в высокоскоростной канал передачи.

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

(Кратко изложить форму/формы проведения семинарских занятий).

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(Кратко представить перечень материально-технического оснащения, информационно-технических средств).

2.4. 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	1				
Устный опрос *(при наличии)*								
Тест *(при наличии)*								
Лабораторные работы *(при наличии)*	1	1						
Письменные домашние задания *(при наличии)*								
Реферат *(при наличии)*								
Эссе *(при наличии)*								
Проект *(при наличии)*								
Другие формы (при наличии)								
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,4	0,4		
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0,6	0,6		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке							0,5	

[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)***

3.1. Материалы по теоретической части курса

1. Учебник(и); DIGITAL COMMUNICATION Digital-Communication.pdf
2. Учебные презентации и курс лекций;

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

4.1.1. Подготовка презентаций после каждого урока/лекций

4.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

Основы

1. Что такое цифровая связь?
2. Основные этапы передачи цифрового сигнала
3. Преимущества цифровой связи перед аналоговой
4. Структура системы цифровой связи

Сигналы и представление

5. Дискретные и непрерывные сигналы
6. Аналого-цифровое преобразование (АЦП)
7. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП)
8. Квантование сигналов
9. Ошибки квантования

Теория передачи сигналов

10. Теорема Найквиста
11. Теорема Шеннона о пропускной способности канала
12. Полоса пропускания канала
13. Скорость передачи данных

Модуляция

14. Основные виды цифровой модуляции
15. ASK, FSK, PSK — принципы
16. QPSK и QAM
17. Спектральная эффективность модуляций
18. Демодуляция сигналов

Канал связи

19. Шум в канале связи
20. Отношение сигнал/шум (SNR)
21. Помехи и их виды
22. Модели каналов связи
23. Затухание и искажения

Кодирование

24. Источниковое кодирование
25. Канальное кодирование
26. Избыточность и её роль
27. Коды обнаружения и исправления ошибок
28. Хэмминговые коды
29. Циклические коды

Передача данных

30. Синхронизация в цифровых системах
31. Битовая и символьная скорость
32. Межсимвольная интерференция (ISI)
33. Методы борьбы с ISI
34. Эквализация

Оценка качества

35. BER (битовая ошибка)
36. Вероятность ошибки
37. Зависимость BER от SNR
38. Энергия на бит (Eb/N0)

Современные системы

39. OFDM и его особенности
40. MIMO-системы
41. Цифровая связь в Wi-Fi, LTE, 5G
42. Адаптивная модуляция

Практика и реализация

43. Аппаратная реализация систем связи
44. Программная реализация
45. Реальное время в системах связи
46. Примеры современных цифровых систем

4.2. Образцы экзаменационных билетов

ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление: Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура)

Дисциплина: Цифровая связь

Билет № **

1. Квантование сигналов и ошибки квантования.
2. Цифро-аналоговое преобразование (ЦАП).

Зав. кафедрой Телеком. Э.Р. Сиволенко

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

На каждом занятии преподаватель представляет материал по текущей теме и активно вовлекает группу в дискуссию. Курс ориентирован на практическое применение знаний, поэтому каждый студент должен активно участвовать в обсуждении и представлении материала. Преподаватель несет ответственность за соблюдение учебного плана и обеспечение необходимых базовых знаний и концепций. По завершении изучения каждой темы студенты будут проверены через контрольную работу для закрепления усвоенного материала.