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.В.ДВ.01.01 «Введение в цифровую обработку сигналов»**

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 «Введение в цифровую обработку сигналов». 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. 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 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)*
ПК-3	***Способен самостоятельно собирать и анализировать исходные данные с целью формированию плана развития, выработке и внедрению научно обоснованных решений по оптимизации сети связи***	***ПК-.3.1***	**Знает** методы и подходы к формированию планов развития сети, средства сбора и анализа исходных данных для развития и оптимизации сети связи.

		ПК-3.2	**Умеет** применять современные методы исследований с целью создания перспективных сетей связи, осуществлять поиск, анализировать и оценивать информацию, необходимую для эффективного выполнения задачи планирования.
		ПК-3.3	**Владеет** навыками выбора технологий для предоставления услуг связи, расчета экономической эффективности принимаемых технических решений, навыками анализа качества работы технических средств связи.
ПК-5	***Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки и улучшения качества предоставляемых услуг связи, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов***	***ПК-5.1***	**Знает** основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем, стандарты информационного взаимодействия систем.
		ПК-5.2	**Умеет** собирать данные для анализа показателей качества программных технических средств инфокоммуникационной системы и анализировать системные проблемы обработки системы.
		ПК-5.3	**Владеет** навыками обнаружения и определения причин возникновения критических инцидентов при работе системного программного обеспечения.

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. 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.

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах-180 и зачетных единицах-5)

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.:	**64**	**64**					
1.1.1.Лекции	**32**	**32**					
1.1.2.Практические занятия, в т. ч.	**32**	**32**					
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	**12**	**12**					
1.1.2.2. Кейсы							
1.1.2.3. Деловые игры, тренинги	**20**	**20**					
1.1.2.4. Контрольные работы							
1.1.3.Семинары							
1.1.4.Лабораторные работы	**32**	**32**					
1.1.5.Другие виды (указать)							
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	**62**	**62**					
1.2.1. Подготовка к экзаменам							
1.2.1.1.Письменные домашние задания							
1.2.1.2.Другое (указать)							
1.3. Консультации							
1.4. Другие методы и формы занятий							

Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	**54 экзамен**	**54 экзамен**					

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. Основы Цифровой Связи	**13**	**7**			**6**
Тема .2. Форматирование И Модуляция Основной Полосы	**14**	**8**			**6**
Тема 3. Равномерное и неравномерное квантование	**18**	**8**			**10**
Тема 4. Передача основной полосы частот	**19**	**9**			**10**
ИТОГО	**64**	**32**			**32**

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

Введение

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

<u>Раздел 1.</u> Цифровая обработка сигналов связи

Тема 1.1. Преимущества цифровой связи по сравнению с аналоговой связью

Тема 1.2. Недостатки цифровой связи по сравнению с аналоговой связью

<u>МОДУЛЬ 2. ФОРМАТИРОВАНИЕ И МОДУЛЯЦИЯ ОСНОВНОЙ ПОЛОСЫ</u>

<u>Раздел 2. Основы классификации</u>

Тема 2.1. 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. 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 PAM 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 PCM

Тема 4.1. Невозврат к нулю (NRZ)

Группа NRZ, вероятно, является наиболее часто используемой формой сигнала PCM. 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 PЗ и PЗ-AMИ. Эта группа также содержит форматы, называемые дикодом и дуобинарным.

Тема 4.4. Выбор формы сигнала PCM

Процесс форматирования включает преобразование аналоговой информации в битовый поток посредством дискретизации, квантования и кодирования. Каждый аналоговый образец преобразуется в слово PCM, 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).

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Презентационная форма

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Книги и слайды, которые студенты получат в начале семестра.

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)*								

[1] Учебный Модуль

Другие формы (при наличии)								
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 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

4.2. Перечень экзаменационных вопросов

Основы

1. Что такое цифровая обработка сигналов (ЦОС)?
2. Отличие аналоговой и цифровой обработки сигналов

3. Области применения ЦОС
4. Основные этапы обработки сигналов

Сигналы и системы

5. Дискретные и непрерывные сигналы
6. Аналоговые и цифровые сигналы
7. Классификация сигналов (детерминированные, случайные)
8. Линейные и нелинейные системы
9. Временная инвариантность

Дискретизация

10. Процесс дискретизации
11. Теорема Найквиста–Котельникова
12. Алиасинг (наложение спектров)
13. Частота дискретизации

Квантование

14. Квантование сигналов
15. Ошибка квантования
16. Шум квантования
17. Разрядность

Преобразования сигналов

18. Дискретное преобразование Фурье (DFT)
19. Быстрое преобразование Фурье (FFT)
20. Спектр сигнала
21. Свойства Фурье-преобразования

Фильтрация

22. Цифровые фильтры
23. Фильтры FIR и IIR
24. Импульсная характеристика
25. Частотная характеристика
26. Реализация фильтров

Системы и операции

27. Свёртка сигналов

28. Импульсная характеристика системы

29. Передаточная функция

30. Z-преобразование

Устойчивость и анализ

31. Устойчивость цифровых систем

32. Полюса и нули

33. Область сходимости

34. Анализ систем

Практика

35. Применение ЦОС в связи

36. Применение в обработке звука

37. Применение в обработке изображений

38. Реализация на DSP/FPGA

Программные инструменты (MATLAB, Python)

4.3. Образцы экзаменационных билетов

МОО ВО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Направление: Инфокоммуникационные технологии и системы связи (магистратура)
Дисциплина: Введение в цифровую обработку сигналов

Билет № **

1. Импульсная характеристика
2. Частотная характеристика.

Зав. кафедрой Телеком. **Э.Р. Сиволенко**

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.

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