

# АННОТАЦИЯ

по дисциплине «**Математические основы цифровой обработки сигналов**»,

для основной профессиональной образовательной программы по направлению  
11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»,  
направленность (профиль) – Сети связи и системы коммутации  
квалификация – бакалавр

**Кафедра** Многоканальных телекоммуникационных систем и общепрофессиональных дисциплин

**Разработчик:** к.т.н., Прокопцев Владимир Олегович

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на получение образовательных результатов освоения дисциплины, соответствующих формируемым компетенциям:

Код	Содержание компетенции	Результаты освоения
ОПК-1	способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны	Знает: физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной и ядерной физики. Умеет: использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач. Владеет: навыками физических исследований, электричества и магнетизма, навыками решения профессиональных задач.
ОПК-4	способность иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ	Знает: научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования. Умеет: изучать научно-техническую литературу, техническую документацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования. Владеет: навыками использования знаний полученных при изучении научно-технической литературы, технической документации, отечественного и зарубежного опыта в исследованиях.
ПК-17	способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики	Знает: современные теоретические и экспериментальные методы исследования. Умеет: применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики. Владеет: методами исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1. Шифр дисциплины в рабочем учебном плане – Б1.В.ДВ.4.2.

Изучению данной дисциплины предшествуют такие дисциплины, как Русский язык и культура речи, Иностранный язык, Математический анализ, Физика, Материалы электронных средств, Философия, История, Инженерная и компьютерная графика, Теория вероятностей и математическая статистика, Введение в инфокоммуникационные технологии, Информатика, Общая теория связи, Теория электрических цепей, Физические основы электроники и нанoeлектроники, Основы физической и квантовой оптики.

## **3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины: - 72 часа, 2 ЗЕ.

Форма контроля – зачет.

## **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование тем дисциплины и их содержание
1. Введение. Предмет дисциплины. Основные типы сигналов. Нормирование времени. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Типовые дискретные сигналы. Нормирование частоты. Основная полоса частот
2. Эффекты квантования в ЦФ. Источники ошибок квантования в цифровых системах с фиксированной точкой (ФТ). Шум квантования АЦП. Собственный шум цифровой системы. Ошибки квантования коэффициентов ПФ. Полный шум цифровой системы. Переполнение в сумматорах, масштабирование. Понятие о предельных циклах низкого уровня.
3. Описание дискретных сигналов в частотной области. Спектральная плотность дискретного сигнала и ее свойства. Связь между спектральными плотностями дискретного и аналогового сигналов. Простейшие операции со спектральными плотностями: перенос, инверсия, формирование сигнала с ОБП.
4. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). ДПФ периодических последовательностей и последовательностей конечной длины. Свойства ДПФ. Вычисление круговых, линейных и секционированных сверток с помощью ДПФ. Понятие о спектральном анализе сигналов с помощью ДПФ.

#### 5. Линейные дискретные системы (ЛДС).

ЛДС: определение; свойства. Математическое описание ЛДС во временной области: импульсная характеристика (ИХ); соотношения вход/выход: формула свертки, разностное уравнение; рекурсивные и нерекурсивные ЛДС; системы с конечной и бесконечной импульсной характеристикой (КИХ- и БИХ-системы); устойчивость ЛДС – определение, критерий устойчивости для временной области.  $Z$ -преобразование: определение; свойства; соотношение между комплексными  $p$ - и  $z$ -плоскостями; основные способы вычисления обратного  $Z$ -преобразования. Математическое описание ЛДС в  $z$ -области: передаточная функция (ПФ) рекурсивных и нерекурсивных ЛДС; соотношения вход/выход в  $z$ -области; связь ПФ с разностным уравнением; карта нулей и полюсов; разновидности передаточной функции рекурсивных ЛДС; ПФ и ИХ рекурсивных звеньев 1-го и 2-го порядков; критерий устойчивости ЛДС для  $z$ -области. Структура (структурная схема) ЛДС: определение; связь с видом ПФ; структуры рекурсивных ЛДС (прямая и ее модификации, каскадная, параллельная) и нерекурсивных ЛДС (прямая). Математическое описание ЛДС в частотной области: частотная характеристика (ЧХ); АЧХ, ФЧХ – определение, свойства; связь ЧХ с ПФ; соотношения вход/выход в частотной области; расчет АЧХ и ФЧХ по ПФ; анализ АЧХ по карте нулей и полюсов.

#### 6. Цифровые фильтры (ЦФ).

ЦФ: определение; классификация; основные этапы проектирования; задание требований к АЧХ и ФЧХ (дБ).

КИХ-фильтры с линейной ФЧХ (ЛФЧХ): условия линейности ФЧХ; четыре типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ; прямая приведенная структура КИХ-фильтра. Синтез КИХ-фильтров с ЛФЧХ: метод окон (прямоугольное окно, окно Кайзера и др.); метод наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации. Синтез БИХ-фильтров: методы на основе аналогового фильтра-прототипа (АФП) Баттерворта, Чебышева I-го и II-го рода, Золотарева–Кауэра: метод инвариантности ИХ; метод билинейного  $Z$ -преобразования.

#### 7. Быстрое преобразование Фурье (БПФ).

Оценка порядка вычислительной сложности ДПФ. Определение БПФ. БПФ Кули-Тьюки с прореживанием по времени: алгоритм; начальные условия алгоритма (прореживание отсчетов исходной последовательности); оценка порядка вычислительной сложности. Вычисление ОДПФ с помощью БПФ.