

2015

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**



А.А.Панфилов

« 8 » 04 2015 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная (ускоренное обучение на базе СПО)

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	2/72	18	18	18	18	Зач.
Итого	2/72	18	18	18	18	Зач.

Владимир 2015

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ А.А.Панфилов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная (ускоренное обучение на базе СПО)

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	2/72	18	18	18	18	Зач.
Итого	2/72	18	18	18	18	Зач.

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом изучения дисциплины "Дискретная математика" являются современные методы и средства автоматизированной обработки информации на базе теории дискретных сигналов и процедур.

Целью преподавания дисциплины "Дискретная математика" является выработка у студентов навыков дискретной и цифровой интерпретации сигналов различной природы, алгоритмов их обработки с использованием специализированных и персональных ЭВМ.

В процессе работы над курсом студент должен изучить и знать:

- структуру автоматизированной системы цифровой обработки сигналов;
- типовые дискретные сигналы и их аналитические, векторные и матричные описания;
- отображения сигналов в частотных и комплексных областях;
- прямое и обратное  $Z$ -преобразования;
- дискретное(быстрое) преобразование Фурье;
- процедуры дискретной свертки и корреляции;
- дискретные случайные процессы;
- способы восстановления дискретизованных сигналов;
- основы двоичной алгебры и теорию переключательных функций;
- методы анализа и синтеза комбинационных схем и автоматов;
- разностные уравнения;
- методы дискретных и цифровых преобразований в автоматизированной системе обработки детерминированных и случайных процессов;
- методы спектрального анализа в дискретных базисах;
- алгоритмы и структуры дискретной и цифровой фильтрации аппаратным и программным методами;
- цифровые методы реализации типовых процедур обработки сигналов, аналого-цифрового преобразования, распознавания, обнаружения сигналов и оценивания их параметров на фоне шумовых и зеркальных помех.



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Дискретная математика" относится к базовой части (Б1.Б.9).

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных в курсах: "Высшей математики", "Теория вероятностей и математическая статистика" (дифференциальное и интегральное исчисление, теория вероятностей и математическая статистика, функции комплексных переменных, непрерывные и дискретные преобразования Фурье и Лапласа, основы алгебры логики), "Теория электрических цепей", "Схемотехника телекоммуникационных устройств", "Основы компьютерных технологий в электронике".

Дисциплина состоит из 2-х разделов. Первый раздел посвящен изучению теории дискретных и цифровых преобразований сигналов в различных интерпретациях (временных, частотных, в комплексных плоскостях). Представлен аппарат дискретной математики (P&Z-преобразования, спектрально-корреляционные векторные и матричные преобразования, процедуры свертки и корреляции).

Второй раздел посвящен теории анализа и синтеза комбинационных схем без памяти и автоматов на основе двоичной алгебры.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины "Дискретная математика", являются необходимыми для освоения последующих дисциплин: "Методы и устройства передачи сигналов", "Микропроцессорная техника в системах связи", "Автоматизированные системы измерений в инфокоммуникационной технике", "Применение оптических технологий в инфокоммуникационной технике" а также при прохождении учебной и производственной практик и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины "Дискретная математика" направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных (ОПК):

- способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации (ОПК-3);
- способностью иметь навыки самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях, осуществлять компьютерное моделирование устройств.



систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ (ОПК-4).

В результате освоения дисциплины "Дискретная математика" студент должен:

**знать:**

- структуру автоматизированной системы цифровой обработки сигналов;
- дискретные случайные процессы;
- типовые дискретные сигналы и их аналитические, векторные и матричные описания;
- способы восстановления дискретизованных сигналов;
- основы двоичной алгебры и теорию переключательных функций;
- алгоритмы и структуры дискретной и цифровой фильтрации аппаратным и программным методами;
- цифровые методы реализации типовых процедур обработки сигналов, аналого-цифрового преобразования, распознавания, обнаружения сигналов и оценивания их параметров на фоне шумовых и зеркальных помех.

**уметь:**

- отображать радиосигналы в частотных и комплексных областях;
- выполнять прямое и обратное  $Z$ -преобразования;
- выполнять дискретное (быстрое) преобразование Фурье;
- реализовывать процедуры дискретной свертки и корреляции;

**владеть:**

- методами анализа и синтеза комбинационных схем и автоматов;
- методами дискретных и цифровых преобразований в автоматизированной системе обработки детерминированных и случайных процессов;
- методами спектрального анализа в дискретных базисах.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
<b>Раздел 1. Теория дискретных и цифровых преобразований сигналов</b>											
1	Роль дискретной математики при проектировании устройств цифровой обработки сигналов в автоматизированных системах	4	1	2							
2	Дискретизация сигналов во времени	4	2	3					1/33		
3	Описание дискретных сигналов в $p$ - и $z$ -плоскостях	4	3	3		2		2	2/40		
4	Частотные образы дискретизированных сигналов	4	4-5	2		2		1	1/25		
5	$Z$ – преобразования дискретных сигналов	4	6-7	2		2		2	1/25	Рейтинг-контроль №1	
6	Алгоритмы ДПФ, ОДПФ, БПФ, ОБПФ	4	8-10	6		4		5	2.5/25		
7	Цифровые сверточные преобразования	4	11, 12		2			1	0.5/25		
8	Корреляционные функции и спектры дискретизированных процессов	4	13		2			2	0.5/25		
9	Квантование по уровню	4	14		2			1	0.5/25	Рейтинг-контроль №2	
<b>Раздел 2. Анализ и синтез дискретных систем на основе двоичной алгебры</b>											
10	Основы двоичной алгебры Буля. Переключательные функции.	4	15		4	2		2	2/33		

	Совершенные формы. Минимизация. Функционально-полные наборы										
11	Комбинационные схемы. Описание и основы синтеза	4	16		2	4		2		2/33	
12	Автоматы с памятью. Анализ и синтез	4	17		2	2				1/25	
13	Основы дискретной и цифровой фильтрации	4	18		4					1/25	
<b>Всего</b>		<b>1</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>15/28</b>	<b>Зачет</b>

### Лабораторные занятия

Лабораторные занятия проводятся в 4 семестре в объеме 18 часов и должны способствовать закреплению и углублению полученных теоретических знаний. Лабораторные работы выполняются на персональных ЭВМ и состоят из двух частей. В первой части студент проверяет домашнюю самоподготовку к работе, проводя самотестирование в процессе диалогового режима с ПЭВМ. Результат самотестирования объявляется на экране монитора в виде оценки и заносится в доступный лишь преподавателю «электронный» список группы, где накапливается персональный рейтинг студента. Во второй части проводится практическая работа, связанная с цифровой обработкой сигналов (моделирование сигналов, дискретной спектрально-корреляционный анализ и т.п.). Для выполнения работ используется программный комплекс автоматизированного обучения и контроля DIGITAL 2010.

### Перечень лабораторных работ:

№	Темы лабораторных занятий	Кол-во часов
1	Анализ временных описаний дискретных сигналов	2
2	Z – образы типовых дискретных сигналов	2
3	Отображение сигналов в плоскости $p[\sigma, j\omega]$	2
4	Исследование алгоритмов ДПФ – БПФ	4
5	Исследование процедур свертки и корреляции дискретных сигналов	4
6	Исследование нерекурсивных фильтров	2
7	Исследование рекурсивных фильтров	2
<b>Всего:</b>		<b>18</b>



## Практические занятия

Изучение материала по темам 7 – 13 проводится на практических занятиях в объеме 18 аудиторных часов.

Темы практических занятий:

№	Тема практического занятия	Кол-во часов
1	Цифровые сверточные преобразования	2
2	Корреляционные функции и спектры дискретизированных процессов	4
3	Квантование по уровню	2
4	Основы двоичной алгебры Буля. Переключательные функции. Совершенные формы. Минимизация. Функционально-полные наборы	4
5	Комбинационные схемы. Описание и основы синтеза	2
6	Автоматы с памятью. Анализ и синтез	2
7	Основы дискретной и цифровой фильтрации	2
Всего:		18

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

В процессе освоения учебной дисциплины "Дискретная математика" предусматривается использование следующих образовательных технологий:

- при проведении лекционных занятий - интерактивные формы проведения занятий, применение компьютерных технологий, разминки по пройденному материалу;
- при проведении лабораторных работ и практических занятий - активные и интерактивные формы проведения занятий, выполнение индивидуальных заданий малыми группами, индивидуальные творческие задания с неоднозначными решениями, применение компьютерных технологий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 15 часов аудиторных занятий (28%).

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа является основной формой самообразования студента в соответствии с целями подготовки бакалавра по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи". Основа самостоятельной работы – изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций и письменное выполнение заданий самоподготовки к каждой лабораторной работе.

Повышению эффективности самостоятельной работы способствует систематическое проведение консультаций по лекционному курсу и автоматизированный контроль знаний с помощью контролирующе-обучающих программ комплекса DIGITAL 2010. Студентам для осуществления самостоятельной работы обеспечен доступ к компьютеру с выходом в Интернет в порядке, установленном в Университете. В результате выполнения самостоятельной работы студенты должны расширить свои знания в каждом из разделов изучаемой дисциплины "Дискретная математика" на базе передовых достижений в области цифровой обработки радиосигналов.

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и возможностью расширения рабочего стола компьютера преподавателя на экраны рабочих станций обучающихся. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

### **5.4. Рейтинговая система обучения**

В качестве оценочного средства для текущего контроля знаний по итогам освоения модулей дисциплины "Дискретная математика" используется рейтинг-контроль.

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность в ходе освоения лекционного материала; качество самостоятельной работы студента, в т.ч. при выполнении практических работ; уровень выполнения и защиты лабораторных работ и результаты прохождения рейтинг-контроля.

В качестве оценочного средства для контроля знаний по итогам освоения учебной дисциплины "Дискретная математика" используются зачет (4 семестр).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Перечень вопросов для проведения рейтинг-контроля:**

#### **Рейтинг-контроль №1:**

1. Что входит в понятие: «Цифровая Обработка Информации»?
  - а) Цифровые и импульсные схемы;
  - б) Интегральные микросхемы;
  - в) Эффективные алгоритмы обработки разнообразной информации на основе ЭВМ и ЭВУ.
2. Каковы источники развития ЦОИ?
  - а) Успехи математики и достижения электронной техники;
  - б) Достижения в области радиопередающих устройств;
  - в) Развитие интегральных микросхем.
3. Дайте классификацию сигналов на основе их использования в ЦОИ:
  - а) Узкополосные и широкополосные;
  - б) Непрерывные, дискретные, цифровые;
  - в) Коррелированные и некоррелированные.
4. Какова основа системы ЦОС?
  - а) Радиоприемные устройства;
  - б) Корреляторы;
  - в) Аппаратная часть и программное обеспечение.
5. Назовите основные этапы цифровой обработки информации:
  - а) Отображение информации на экране ЭЛТ, кодирование;
  - б) Дискретизация, квантование, кодирование, модуляция;
  - в) Цифро-аналоговое преобразование, модуляция, кодирование.
6. Дайте определение процедуре дискретизации сигналов:
  - а) Сложение непрерывных сигналов и импульсной несущей;
  - б) Модуляция импульсной несущей непрерывным сигналом;
  - в) Спектральное преобразование.
7. Приведите пример естественной и искусственной дискретизации:
  - а) Умножение сигналов с усреднением;
  - б) Интегрирование сигналов;



в) Преобразование сигналов в РЛС кругового обзора в цифровую форму.

8. Приведите пример дискретных последовательностей:

а)  $x(t) = e^{\alpha t}$  ;

б)  $x(nt) = \cos(\varpi_0 nT)$  ;

в)  $x(nt) = e^{(\sigma_0 + \varpi_0)t}$  .

9. Найдите описание ДП в р-плоскости:

а)  $x(t) = \sum_{k=1}^l a_k e^{p_k t}$  ;

б)  $x(t) = \delta(t)$  ;

в)  $x_t(nt) = T \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=1}^q a_k e^{p_k t} p(t - nt)$  ;

10. Провести дискретизацию сигналов:

а)  $x(t) = A \sin(\varpi_0 t + \varphi_0) \longrightarrow x(nT) = A \sin\left(\frac{2\pi}{N} + \frac{2\pi}{N} n_0\right)$  ;

б)  $x(t) = Ae^{-\alpha t} \longrightarrow \frac{A}{N} e^{-\alpha}$  ;

в)  $x(t) = e^{\sigma_0 t} \longrightarrow e^{\sigma_0 nT}$  .

11. Найдите правильное выражение для модуля комплексной ДП:

а)  $\left| \dot{x}(n) \right| = x_{\text{Re}}(n) + jx_{\text{Im}}(n)$  ;

б)  $\left| \dot{x}(n) \right| = \arctg \frac{x_{\text{Im}}(n)}{x_{\text{Re}}(n)}$  ;

в)  $\left| \dot{x}(n) \right| = \sqrt{x_{\text{Re}}^2(n) + x_{\text{Im}}^2(n)}$  .

12. Определите правильное выражение для аргумента комплексной ДП:

а)  $\arg x(n) = \sqrt{x_{\text{Re}}(n) + x_{\text{Im}}(n)}$  ;

б)  $\arg x(n) = \arccos \frac{x_{\text{Re}}(n)}{x_{\text{Im}}(n)}$  ;

в)  $\arg x(n) = \arctg \frac{x_{\text{Im}}(n)}{x_{\text{Re}}(n)}$  .

13. Найдите правильное выражение для мощности ДП:

а)  $E = \left| \dot{x}(n) \right|$ ;

б)  $E = \sum_{n=0}^N \left| \dot{x}(n) \right|^2$  ;

в)  $E = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^N x(n)$  .

14. Определите модуль ДП  $x(n) = e^{(\sigma_0 + j\varpi_0)n}$  :

а)  $x(n) = \sqrt{e^{2\sigma_0 n} (\cos^2 \varpi_0 n + \sin^2 \varpi_0 n)} = e^{\sigma_0 n}$  ;

б)  $x(n) = \operatorname{arctg} \frac{e^{\sigma_0 n} \sin \varpi_0 n}{e^{\sigma_0 n} \cos \varpi_0 n} = \varpi_0 n$  ;

в)  $x(n) = \sqrt{e^{\sigma_0 n} (\cos \varpi_0 n + \sin \varpi_0 n)}$  .

15. Найдите правильное выражение для вычисления спектра ДП  $x(nT)$ :

а)  $X(e^{j\varpi}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{j\varpi nT}$  ;

б)  $X(e^{j\varpi}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{-j\varpi_0 nT}$  ;

в)  $X(e^{j\varpi}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT) e^{j\varpi_0 nT}$  ;

16. Определите правильное выражение для амплитудного спектра ДП:

а)  $\left| X(e^{j\varpi}) \right| = \sqrt{X_{\operatorname{Re}}^2(e^{j\varpi}) + X_{\operatorname{Im}}^2(e^{j\varpi})}$  ;

б)  $\left| X(e^{j\varpi}) \right| = \operatorname{arctg} \frac{X_{\operatorname{Im}}(e^{j\varpi})}{X_{\operatorname{Re}}(e^{j\varpi})}$  ;

в)  $\left| X(e^{j\varpi}) \right| = \arcsin \frac{X_{\operatorname{Re}}(e^{j\varpi})}{X_{\operatorname{Im}}(e^{j\varpi})}$  ;

17. Найдите правильное описание фазового спектра ДП:

а)  $\arg X(e^{j\varpi}) = \arcsin X_{\operatorname{Re}}(e^{j\varpi})$  ;

б)  $\arg X(e^{j\varpi}) = \arccos X_{\operatorname{Im}}(e^{j\varpi})$  ;

$$в) \arg X(e^{j\omega}) = \arctg \frac{X_{\text{Im}}(e^{j\omega})}{X_{\text{Re}}(e^{j\omega})};$$

18. Определите процедуру вычисления спектра ДПФ конечной длины?

$$а) \dot{X}(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT)e^{-j\omega nT};$$

$$б) \dot{X}(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT)e^{-j\omega nT};$$

$$в) X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT)e^{-j\omega nT}.$$

### Рейтинг-контроль №2:

1. Что происходит с фазовым спектром ДП при ее смещении во времени?
  - а) остается неизменным;
  - б) смещается по частоте;
  - в) фазовая характеристика получает дополнительный наклон.
2. Что происходит со спектром непрерывного сигнала при дискретизации его по времени?
  - а) смешается по времени;
  - б) смещается по частоте;
  - в) периодически повторяется по оси частот.
3. Каково отрицательное влияние эффекта дискретизации сигнала?
  - а) фазовые искажения;
  - б) амплитудные искажения;
  - в) эффект наложения спектров.
4. Найдите правильное выражение для определения ДП  $x(n)$ .

$$а) x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega;$$

$$б) x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) \cos(\omega n) d\omega;$$

$$в) x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) \sin(\omega n) d\omega.$$

5. Определите вид модуля спектра дискретного прямоугольного импульса:



$$|X(e^{j\omega})| = A \left| \frac{\sin \frac{\omega n}{2}}{\sin \frac{\omega}{2}} \right|;$$

а)

$$|X(e^{j\omega})| = A e^{\frac{\omega n}{2}};$$

б)

$$|X(e^{j\omega})| = A \cos \frac{\omega n}{2}.$$

в)

6. Определите вид фильтра для восстановления ДП по ее спектру:

а) фильтр верхних частот;

б) полосовой фильтр;

в) фильтр нижних частот.

7. Найти правильное описание Z-преобразования:

$$X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{j\omega n};$$

а)

$$X(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x(n) z^{en};$$

б)

$$X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) z^{-n}.$$

в)

8. Информацию о сигналах в Z-плоскости несут:

а) расположение нулей и полюсов;

б) расположение нулей;

в) расположение полюсов.

9. Полюсы на положительной действительной оси плоскости Z-соответствуют:

а) гармоническим дискретизованным сигналам;

б) дискретизованным экспонентам;

в) непрерывным комплексным экспонентам.

10. Полюсы на отрицательной действительной оси плоскости Z- соответствуют:

а) дискретизованным экспонентам;

б) дискретизованным гармоническим сигналам с 4-мя отсчетами за период;

в) дискретизованным гармоническим сигналам с 2-мя отсчетами за период.

11. Определить вид сигнала, если полюсы в плоскости z лежат на положительной мнимой оси:

- а) действительная экспонента;
- б) комплексная экспонента;
- в) дискретный гармонический сигнал с 4-мя отсчетами за период.

12. Найти правильную связь  $Z$  и  $p$  – преобразований:

- а)  $Z = e^{pT}$  ;
- б)  $Z = e^{-pT}$  ;
- в)  $Z = \frac{1}{T} \ln(p)$  .

13. Определите правильное описание  $Z$ -преобразования ДП конечной длины:

- а)  $X(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n}$  ;
- б)  $X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)z^{-n}$  ;
- в)  $X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-pT}$  .

14. Какую информацию о сигнале несет модуль  $|Z_i| = e^{\delta_i T}$  ?

- а) об изменении фазы системы за период дискретизации;
- б) о количестве отсчетов за период дискретизации;
- в) об изменении амплитуды за период дискретизации.

15. Какую информацию несет фазовый угол  $\varphi_i = \omega_i T$  ?

- а) о числе отсчетов за период дискретизации;
- б) об изменении амплитуды за период дискретизации;
- в) о задержке сигнала за период дискретизации.

16. Определите  $Z$ -портрет сигнала  $x(n) = e^{p_k n T}$  ;

- а)  $X(z) = \frac{z - a}{z}$  ;
- б)  $X(z) = \frac{z}{z - e^{p_k T}}$  ;
- в)  $X(z) = \frac{z(z - \cos(\omega_k T))}{z^2 - 2z \cos(\omega_k T) + 1}$  .

17. Найдите правильное выражение для ДПФ:

$$a) \quad X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)e^{-j\omega n} ;$$

$$б) \quad X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)z^{-n} ;$$

$$в) \quad X(z) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)e^{-j\frac{2\pi}{N}nk} .$$

18. Определите правильную формулу для ОДФ:

$$a) \quad x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(e^{j\omega})e^{j\omega T} d\omega ;$$

$$б) \quad x(n) = \frac{1}{2N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{j\frac{2\pi}{N}nk} ;$$

$$в) \quad x(n) = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=0}^{N-1} X(k)e^{j\omega n T} .$$

### Рейтинг-контроль №3:

1. Найдите формулу для допустимого интервала дискретности по частоте:

$$a) \quad \Omega_{\text{доп}} = \frac{2\Omega_m}{N} ;$$

$$б) \quad \Delta\omega_{\text{доп}} = \frac{1}{T} ;$$

$$в) \quad T < \frac{1}{2} F_m .$$

2. Коэффициенты ДПФ периодичны с периодом?

а) T;

б)  $\Delta N$ ;

в) N.

3. Определить значения коэффициентов ДПФ для 4-х отчетного дискретного импульса  $x(n)=1, n \in (0,3)$ :

а)  $X(0)=4, X(1)=X(2)=X(3)=0$ ;

б)  $X(0)=0, X(1)=X(2)=X(3)=1$ ;

в)  $X(0)=1, X(1)=X(2)=X(3)=4$ .

4. Определить векторное описание ДПФ:



$$\text{a) } X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{nk} ;$$

$$\text{б) } \mathbf{X}(k) = \mathbf{x}(n) \mathbf{W}_n^{nk} ;$$

$$\text{в) } X(k) = \begin{vmatrix} x(0) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} W_N^{00} & \dots & W_N^{(N-1)0} \\ \vdots & & \vdots \\ W_N^{0(N-1)} & \dots & W_N^{(N-1)(N-1)} \end{vmatrix} .$$

5. Определить матричное описание ДПФ:

$$\text{a) } X(k) = \sum_{n=0}^{L-1} x(n)W_N^{nk} ;$$

$$\text{б) } X(k) = \begin{vmatrix} x(0) \\ \vdots \\ x(N-1) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} W_N^{00} & \dots & W_N^{(N-1)0} \\ \vdots & & \vdots \\ W_N^{0(N-1)} & \dots & W_N^{(N-1)(N-1)} \end{vmatrix} ;$$

$$\text{в) } \mathbf{X}(k) = \mathbf{x}(n) \mathbf{W}_n^{nk} ; .$$

6. Определить правильное аналитическое описание ДПФ:

$$\text{a) } X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{nk} ;$$

$$\text{б) } X(k) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)W_N^{nk} ;$$

$$\text{в) } X(k) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n)W_N^{-nk} .$$

7. Процедура ДПФ (ОДПФ):

а) нелинейна;

б) линейна;

в) мультипликативна.

8. Вычислить значение  $W_N^{nk}$  при  $k=N$ :

$$\text{а) } W_N^{nk} = -1;$$

$$\text{б) } W_N^{nk} = 1;$$

$$\text{в) } W_N^{nk} = 0.$$

9. Найти правильное описание линейной свертки:

$$\text{a) } g(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y(n-m) \quad ;$$

$$\text{б) } g(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x(n-m)y(m) \quad ;$$

$$\text{в) } g(n) = \sum_{m=0}^n x(m)y(n-m) \quad .$$

10. Найти правильное описание периодической свертки:

$$\text{a) } g(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y(n-m) \quad ;$$

$$\text{б) } g(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y(n+m) \quad ;$$

$$\text{в) } g(n) = \sum_{m=0}^n x(m)y(n-m) \quad .$$

11. Определить этапы вычисления быстрой свертки:

$$\text{a) } \{x(n)\}_N \xrightarrow{\text{БПФ}} \{X(k)\}_N \rightarrow \{y(n)\}_N \xrightarrow{\text{БПФ}} \{Y(k)\}_N \rightarrow \otimes \rightarrow G(k) = X(k)Y(k) \xrightarrow{\text{ОБПФ}} \{g(n)\};$$

$$\text{б) } \{x(n)\}_N \cdot \{y(n)\}_N \xrightarrow{\text{БПФ}} g(n);$$

$$\text{в) } \sum_{m=0}^n \{x(n)\} \cdot \{y(n-m)\} \xrightarrow{\text{БПФ}} g(n)$$

12. На чем основано быстрое преобразование Фурье с прореживанием по времени?

а) на перестановке входных отсчетов и вычислении локальных ДПФ чётных и нечётных отсчетах  $x(n)$ ;

б) на перестановке выходных отсчетов и вычислении локальных свёрток чётных и нечётных отсчётов  $x(n)$ ;

в) на вычислении сумм входных чётных и нечётных отсчётов.

13. Найти правильное описание дискретной ВКФ:

$$\text{a) } R_{xx}(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y(m-n) \quad ;$$

$$\text{б) } R_{xx}(n) = \sum_{m=0}^{N-1} y(m)x^*(m-n) \quad ;$$

$$\text{в) } R_{xy}(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y^*(m \pm n)$$

14. Найти правильное описание дискретной АКФ:

$$\text{а) } R_{xx}(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x(m)x^*(m \pm n) ;$$

$$\text{б) } R_{xk}(n) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} x(m)y^*(m \pm n) ;$$

$$\text{в) } R_{xk}(n) = \sum_{m=0}^{N-1} x(m)x^*(m \pm n)$$

15. Определите разностное уравнение нерекурсивного фильтра:

$$\text{а) } y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} a_k x(n-k) + \sum_{k=1}^L b_k y(n-k) ;$$

$$\text{б) } y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} a_k x(n-k) ;$$

$$\text{в) } y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b(k)y(n-k)$$

16. Какому фильтру соответствует частотная характеристика НФ1:

а) ФНЧ;

б) ФВЧ;

в) рекурсивному.

17. Найдите правильное описание работы рекурсивного фильтра:

$$\text{а) } y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} a_k x(n-k) + \sum_{k=1}^{L-1} b_k y(n-k) ;$$

$$\text{б) } y(n) = \sum_{k=0}^{M-1} b_k x(n-k) ;$$

$$\text{в) } y(n) = \sum_{k=0}^{L-1} a_k x(n-k)$$

18. Какими частотными свойствами обладает дискретный интегратор:

а) свойствами ФВЧ;

б) свойствами ФНЧ;

в) свойствами полосового фильтра.

19. Какими частотными свойствами обладает дискретный дифференциатор:

- а) свойствами ФНЧ;
  - б) свойствами ФВЧ;
  - в) свойствами рекурсивного фильтра.
20. Чем определяется порядок дискретного фильтра:
- а) числом сумматоров;
  - б) числом весовых устройств;
  - в) числом элементов задержки.

## 6.2. Перечень вопросов для проведения зачета:

1. Особенности, достоинства и области использования ЦОС. Технические средства и программное обеспечение систем с ЦОС.
2. Обобщенная структура радиосистемы с цифровой обработкой информации. Разновидности РЭС с ЦОС.
3. Классификация сигналов и типовые процедуры ЦОС.
4. Дискретизация непрерывных сигналов. Примеры естественной и искусственной дискретизации.
5. Типовые дискретные последовательности (ДП). Модуль, аргумент, энергия и мощность ДП. Ортогональность и комплексная сопряженность ДП. Векторное отображение ДП.
6. Представление типовых непрерывных и дискретных сигналов в  $p$ -плоскости.
7. Спектр дискретизированного сигнала.
8. Эффект наложения спектров при дискретизации.
9. Сущность и свойства  $Z$ -преобразования.  $Z$ -преобразования типовых сигналов.
10. Влияние эффекта дискретизации на положение нулей и полюсов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях.
11. Взаимосвязь отображений сигналов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях. Показать на примерах ДП.
12. Вычисление обратного  $Z$ -преобразования (пояснить на примерах).
13. Определение ДПФ и ОДПФ. Особенности оператора  $W$ . Влияние размерности массива данных  $N$  на характер спектра ДПФ.
14. Матричная и векторная форма ДПФ и ОДПФ. Связь ДПФ и  $Z$ -преобразования.
15. Организация вычислительного процесса ДПФ. Оценка вычислительных затрат.
16. Особенности спектров дискретизированных сигналов.
17. Сопоставление спектров непрерывных и дискретных сигналов и спектра ДПФ.
18. Обобщение отображение сигналов в координатах  $\square$ ,  $p = \sigma + j\omega$ ,  $z = \exp(pT)$ .
19. Разновидности спектров ДПФ и их особенности.
20. Организация БПФВ при произвольном  $N$ .
21. Перестановка входных данных при БПФВ. Блок-схема алгоритма.



22. Организация БПФЧ при произвольном  $N$ .
23. Сравнение вычислительных затрат при ДПФ и БПФ.
24. Способы отображения периодической свертки. Пример вычисления ПС при заданном  $N$ .
25. Вычисление периодической свертки с помощью ДПФ (показать на примере).
26. Определение и пример вычисления линейной свертки.
27. Вычисление линейной свертки при помощи периодической.
28. Сравнение (на примере) линейной и периодической сверток.  $2N$ - точечные свертки.
29. Вычисление сверток с помощью  $Z$ - преобразования.
30. Автокорреляционная функция и энергетический спектр дискретной последовательности. Связь спектров и корреляции сигналов.
31. Взаимная корреляционная функция и энергетический спектр двух дискретных последовательностей. Связь спектров и корреляций сигналов.
32. Квантования сигналов по уровню. Ошибки квантования.
33. Сопоставление дискретных и непрерывных линейных систем фильтрации.
34. Алгоритм функционирования и свойства линейных дискретных фильтров (ДЛФ) и их соединения. Основные структуры ДЛФ и их соединения.
35. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики (СФ, ЧХ, ДПХ).
36. Анализ НФ1-го порядка. Характеристики НФ1.
37. НФ1 – дискретный дифференциатор.
38. НФ1 – режекторный фильтр.
39. НФ 2-го порядка. Характеристики НФ2.
40. Алгоритм и коэффициенты передачи рекурсивного фильтра (РФ).
41. РФ 1-го порядка и его характеристики.
42. РФ1 – дискретный интегратор.
43. РФ 2-го порядка и его характеристики.
44. Структура ЦФ на основе микро-ЭВМ. Погрешности ЦФ.
45. Потенциальные возможности цифровых фильтров. Предельное быстродействие и пути его повышения.
46. Представление радиосигналов в виде квадратурных составляющих и выбор частоты дискретизации.
47. Структура радиоприемного устройства с цифровой обработкой сигналов (на основе квадратурных каналов).
48. Основные применения гомоморфной обработки и их особенности.

49. Цифровые устройства распознавания двумерных образов.
50. Реализация радиосистем различного назначения ( связных, радиолокационных, радионавигационных ) на основе обобщенной структуры системы с цифровой обработкой сигналов.

### **6.3. Перечень вопросов для самостоятельного изучения:**

1. Статистическое описание дискретных случайных процессов. Числовые характеристики.
2. Квантование случайных процессов. Выбор шага квантования.
3. Процедуры восстановления дискретизованной информации. Оценка качества восстановления.
4. Восстановление дискретизованной информации рядом Котельникова.
5. Кусочно-постоянная и кусочно-линейная аппроксимации при восстановлении дискретизованных сигналов.
6. Дискретизация и восстановление случайных процессов. Выбор длительности дискретизирующего импульса.
7. Проектирование ЦФ с использованием весовых «окон». Требования к «окном».
8. Проектирование ЦФ методом частотной выборки.
9. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
10. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
11. Гомоморфная фильтрация мультипликативных и свернутых сигналов. Кепстры.
12. Адаптивные цифровые фильтры и компенсаторы помех.
13. Проблемы дискретизации и квантования сигналов при цифровом радиоприеме.
14. Анализ спектра на основе ДПФ. АЧХ «гребенки» фильтров
15. Роль «окон» при спектральном анализе. Эффект «растекания» спектра и «маскировки». Этапы спектрального анализа.
16. Обобщенная схема цифрового спектроанализатора «скачущее » БПФ.
17. Схема анализатора спектра на основе «гребенки» фильтров.
18. Устройства обработки многолучевых сигналов на основе анализатора кепстров.
19. Цифровое распознавание сигналов. Критерии, алгоритмы, структура систем распознавания.
20. Цифровые устройства первичной обработки радиолокационной информации.
21. Цифровые устройства вторичной обработки радиолокационной информации.
22. Цифровая обработка биоэлектрических сигналов.
23. Структура цифрового комплекса биомедицинских исследований.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### *Основная литература:*

1. Дискретная математика: Практическая дискретная математика и математическая логика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.Ф. Тюрин, Ю.А. Аляев. - М. : Финансы и статистика, 2012.
2. Дискретная математика для программистов [Электронный ресурс] / Хаггарти Р. - Издание 2-е, исправленное. - М. : Техносфера, 2012.
3. Дискретная математика. Теория и практика решения задач по информатике [Электронный ресурс] : учебное пособие / Окулов С. М. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015.

### *Дополнительная литература:*

1. Дискретная математика. Задачи и упражнения с решениями: Учебно-методическое пособие / А.А. Вороненко, В.С. Федорова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 104 с. ISBN 978-5-16-006601-1.
2. Лекции по дискретной математике: Учебное пособие / В.Б. Алексеев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 90 с.
3. Дискретная математика [Электронный ресурс] / Редькин Н.П. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009.


## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины "Дискретная математика" включает в себя:



- лекционные аудитории, оснащенные кафедральным мультимедийным оборудованием (ауд. 301-3 и 335-3);
- компьютерный класс (15 рабочих мест) с возможностью подключения к сети Интернет (ауд. 306-3) и установленными специализированными программными пакетами.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".

Рабочую программу составил к.ф.-м.н. доцент  Садовский И.Н.  
(ФИО, подпись)

Рецензент:



Генеральный директор ОАО ВКБ «Радиосвязи»

к.т.н.  Богданов А.Е.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 13 от 6.04.15 года

Заведующий кафедрой  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи".

Протокол № 10 от 4.04.15 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ год  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Никитин О.Р.

Приложение

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**

Институт ИИТиР

Кафедра радиотехники и радиосистем

Актуализированная  
рабочая программа  
рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_  
(подпись, ФИО) Никитин О.Р.

## **Актуализация рабочей программы дисциплины**

ДИСКРЕТНАЯ МАТЕМАТИКА  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"

Профиль/программа подготовки :

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная (ускоренное обучение на базе СПО)