

**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 учебно-методической работе  
 \_\_\_\_\_ А.А.Панфилов  
 « 07 » 04 \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**" ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ "**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки - **11.03.02 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи"**

Профиль/программа подготовки  
 Уровень высшего образования - *бакалавриат*  
 Форма обучения - *очная*

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
4	4,108	18	18	18	54	Зачет
Итого	4,108	18	18	18	54	Зачет

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины "Цифровая обработка сигналов" являются:

1. Изучение структуры автоматизированной системы цифровой обработки сигналов различной природы.
2. Изучение методов дискретных и цифровых преобразований в автоматизированной системе обработки детерминированных и случайных процессов.
3. Изучение методы дискретных и цифровых преобразований в автоматизированной системе обработки детерминированных и случайных процессов.
4. Изучение алгоритмов и структур дискретной и цифровой фильтрации аппаратным и программными методами.
5. Освоение цифровых методов реализации типовых процедур обработки сигналов.
6. Формирование практических навыков в технике проектирования микропроцессорных устройств обработки радиосигналов, необходимых для применения в научно-исследовательской деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» относится к обязательной части дисциплин по выбору (Б1.8.ОД.15).

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Дисциплина "Цифровая обработка сигналов" входит в ряд дисциплин, связанных с различными аспектами радиоэлектроники и вычислительной техники и их использования для обработки сигналов и управления процессами.

В процессе изучения данной дисциплины используются знания приобретаемые студентами в следующих дисциплинах:

- a) " Теория электрических цепей ";
- b) " Информатика ";
- c) "Электроника";
- d) "Микропроцессорная техника в системах связи".

В свою очередь дисциплина "Цифровые устройства и микропроцессоры" является базовой для дисциплин, связанных с аспектами аппаратурной и программной реализации радиотехнических устройств и систем, таких как:

- a) "Методы и устройства передачи сигналов";
- b) "Методы и устройства приема сигналов";
- c) "Современные системы подвижной связи";
- d) "Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей".

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (ОК, ОПК и ПК):

- способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способностью проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (ОПК-6);
- способностью применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики (ПК-17).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **1. Знать:**

- основы и преимущества цифровой обработки информации (ОК-7);
- основы теории дискретных и цифровых преобразований сигналов (ОПК-6);
- современные тенденции развития цифровых устройств и систем (ОК-7);
- основные методы аппаратной, программной и программно-аппаратной реализации устройств обработки сигналов, включая проблемы обработки радиосигналов (ПК-17);

#### **Уметь:**

- работать с персональными компьютерами (ОПК-6);
- проводить анализ результатов обработки сигналов и экспериментальных данных (ПК-17);
- применять действующие стандарты, программы и инструкции при выполнении работ (ПК-17);
- выбирать технические средства и методы обработки результатов (ПК-17).

#### **Владеть:**

- методологией использования персональных компьютеров и сигнальных микропроцессоров для исследования цифровых методов обработки сигналов низкочастотной и высокочастотной природы (ОК-7, ОПК-6);
- методологией разработки алгоритмов и управляющих программ микропроцессорных узлов (ОК-7, ПК-17);
- методологией экспериментальных исследований и основными приемами обработки данных (ОПК-6).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 108 часов в 4-ом семестре

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с примене- нием интерак- тивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемос- ти (по неделям семестра), форма промежу- точной аттестации (по сем- естрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Общие сведения о цифровой обработке сигналов в цифровых устройствах	7	1	2	2			5			
2	Дискретизация сигналов по времени. Спектры дискретных сигналов	7	3	2	2			6		1/25	
3	Типовая структура системы цифровой обработки сигналов	7	5	2	2			6		2/50	Рейтинг-контроль №1
4	Дискретное преобразование Фурье	7	7	2	2	4		6		4/50.	
5	Быстрое преобразование Фурье	7	9	2	2			6		2/50	
6	Z- преобразование дискретных последовательностей и его свойства	7	11	2	2	4		7		2/25.	Рейтинг-контроль №2
7	Нерекурсивные цифровые фильтры	7	13	2	2	4		6		2/25.	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	Рекурсивные цифровые фильтры	7	15	2	2	4		6		4/50	
9	Микропроцессоры и программирование для цифровой обработки сигналов	7	17	2	2	2		6		1/17	Рейтинг - контроль №3
Всего				18	18	18		54		18/33	Зачет

\* В графах «Лабораторные» и «Практические» представлена трудоемкость по разделам лекций без привязки к неделям учебного процесса, который определяется расписанием занятий

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: С этой целью лабораторные работы включают расчеты элементов структур и схем, моделирование функционирования рассчитанных устройств в среде LabVIEW и Multisim с анализом результатов. Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет: 18 часов лекционных, лабораторных, практических занятий и консультаций.

В процессе обучения организуются встречи с ведущими специалистами организаций и экскурсии на производственные предприятия.

### 5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала в процессе подготовки к выполнению и защите лабораторных заданий. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, предоставляемому студентам в электронном виде.

Общий объем самостоятельной работы студентов в четвертом семестре по данной дисциплине составляет 54 час, которые используются студентами для подготовки студентов лабораторным и практическим работам.

При подготовке к **практическим занятиям** студентам необходимо по лекциям прочитать материал по теме предстоящего занятия и непонятные вопросы выяснить с преподавателем в начале занятия. Расход времени студентом на одно занятие составляет около 1,5 часа.

После выполнения упражнения в среде проектирования или моделирования функционирования программного обеспечения результаты студент предъявляет преподавателю на экране компьютерного монитора. Преподаватель контролирует качество выполнения задания студентом и помогает исправить ошибки неправильно понятых студентом элементов курса.

**Лабораторные работы** предполагают самостоятельную работу студента в объеме 4 часов на одну лабораторную работу. Самостоятельная работа состоит в подготовке к лабораторной работе, подготовке отчета по выполненной им работе и защите лабораторной работы.

Подготовка к лабораторной работе включает изучение теоретических сведений по теме лабораторной работы с использованием лекций и методических указаний к лабораторной работе.

Оформление отчета по лабораторной работе должно выполняться с учетом основных требований к конструкторским документам. Оформление отчета полностью по ЕСКД достаточно трудоемко и отнимет много времени у студента. Учитывая малый объем отчета, за основу требований к оформлению берется только общая структура технорабочего проекта и правила рубрикации. Остальные требования ЕСКД к оформлению документов в отчетах считаются необязательными, т.е. действуют общепринятые правила литературного языка.

К **зачету** студенты готовятся по лекциям, предоставленным им преподавателем в электронном виде, и по рекомендованной литературе.

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

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 15 до 30 слайдов по каждой лекции.

Лабораторные и практические занятия проводятся с широким применением компьютерных технологий в средах автоматизированного проектирования и моделирования цифровых и микропроцессорных устройств. Лабораторные работы и практические занятия проводятся на персональных компьютерах с широким использованием электронных средств проектирования и моделирования Multisim, LabVIEW и специальной контролирующей программы по цифровой обработке сигналов Digital2010. В процессе изучения предмета студенты выполняют лабораторные работы согласно методическим указаниям к ним, индивидуально готовят отчеты и защищают их в виде устного собеседования с преподавателем.

На практических занятиях преподаватель со студентами разбирает примеры проектирования цифровых фильтров. На основе лекционного курса студенты разрабатывают

и отлаживают управляющие программы для микропроцессоров цифровой обработки сигналов. Выполненные разработки тестируют в среде Multisim и LabVIEW.

Для подготовки к экзамену студентам предоставляется электронный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются и при оформлении лабораторных работ.

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

### **6.1. Текущий контроль в четвертом семестре**

#### **6.1.1. Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Особенности, достоинства и области использования ЦОС. Технические средства и программное обеспечение систем с ЦОС.
2. Обобщенная структура радиосистемы с цифровой обработкой информации.
3. Разновидности РЭС с ЦОС.
4. Классификация сигналов и типовые процедуры ЦОС.
5. Дискретизация непрерывных сигналов. Примеры естественной и искусственной дискретизации.
6. Типовые дискретные последовательности (ДП). Модуль, аргумент, энергия и мощность ДП. Ортогональность и комплексная сопряженность ДП. Векторное отображение ДП.
7. Представление типовых непрерывных и дискретных сигналов в  $p$ -плоскости.
8. Спектр дискретизированного сигнала.
9. Эффект наложения спектров при дискретизации.

#### **6.1.2. Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Сущность и свойства  $Z$ -преобразования.  $Z$ -преобразования типовых сигналов.
2. Влияние эффекта дискретизации на положение нулей и полюсов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях.
3. Взаимосвязь отображений сигналов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях. Показать на примерах ДП.

4. Вычисление обратного Z-преобразования (пояснить на примерах).
5. Определение ДПФ и ОДПФ. Особенности оператора W. Влияние размерности массива данных N на характер спектра ДПФ.
6. Матричная и векторная форма ДПФ и ОДПФ. Связь ДПФ и Z-преобразования.
7. Организация вычислительного процесса ДПФ. Оценка вычислительных затрат.
8. Особенности спектров дискретизированных сигналов.
9. Сопоставление спектров непрерывных и дискретных сигналов и спектра ДПФ.
10. Обобщение отображение сигналов в координатах  $\omega$ ,  $p = \sigma + j\omega$ ,  $z = \exp(pT)$ .
11. Разновидности спектров ДПФ и их особенности.
12. Перестановка входных данных при БПФВ. Блок-схема алгоритма.
13. Организация БПФЧ при произвольном N.
14. Сравнение вычислительных затрат при ДПФ и БПФ.

### **6.1.3. Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Сопоставление дискретных и непрерывных линейных систем фильтрации.
2. Алгоритм функционирования и свойства линейных дискретных фильтров(ДДФ) и их соединения. Основные структуры ДДФ и их соединения.
3. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики ( СФ, ЧХ, ДПХ ).
4. Анализ НФ1-го порядка. Характеристики НФ1.
5. НФ1 - дискретный дифференциатор.
6. НФ1- режекторный фильтр.
7. НФ 2-го порядка. Характеристики НФ2.
8. Алгоритм и коэффициенты передачи рекурсивного фильтра (РФ).
9. РФ 1-го порядка и его характеристики.
10. РФ1 - дискретный интегратор.
11. РФ 2-го порядка и его характеристики.
12. Проектирование ЦФ с использованием весовых «окон».



13. Проектирование ЦФ методом частотной выборки.
14. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
15. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
16. Структура программы ЦФ на основе сигнального процессора. Погрешности ЦФ.
17. Потенциальные возможности цифровых фильтров. Предельное быстродействие и пути его повышения.

#### **6.1.4. Контрольные вопросы по СРС**

1. Проблемы дискретизации и квантования сигналов при цифровом радиоприеме.
2. Выбор частоты дискретизации в теории.
3. Как выбрать частоту дискретизации при проектировании приборов для цифровой обработки сигналов?
4. Зачем нужна децимация выборок сигнала?
5. Представление радиосигналов в виде квадратурных составляющих.
6. Структура радиоприемного устройства с цифровой обработкой сигналов (на основе квадратурных каналов).
7. Как реализуется интерполяционный фильтр?
8. Анализ спектра на основе ДПФ. АЧХ «гребенки» фильтров
9. Роль «окон» при спектральном анализе. Эффект «растекания» спектра и
10. «маскировки». Этапы спектрального анализа.
11. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики ( СФ, ЧХ, ДПХ ).
12. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
13. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
14. Обобщенная схема цифрового спектроанализатора «скачущее » БПФ.
15. Схема анализатора спектра на основе «гребенки» фильтров.
16. Реализация радиосистем различного назначения (связных, радиолокационных, радионавигационных) на основе обобщенной структуры системы с цифровой обработкой сигналов.
17. Цифровые устройства первичной обработки радиолокационной информации.
18. Цифровые устройства вторичной обработки радиолокационной информации.
19. Цифровая обработка биоэлектрических сигналов.
20. Структура цифрового комплекса биомедицинских исследований.

## 6.2. Вопросы к зачету

1. Особенности, достоинства и области использования ЦОС. Технические средства и программное обеспечение систем с ЦОС.
2. Обобщенная структура радиосистемы с цифровой обработкой информации.
3. Разновидности РЭС с ЦОС.
4. Классификация сигналов и типовые процедуры ЦОС.
5. Дискретизация непрерывных сигналов. Примеры естественной и искусственной дискретизации.
6. Типовые дискретные последовательности (ДП). Модуль, аргумент, энергия и мощность ДП. Ортогональность и комплексная сопряженность ДП. Векторное отображение ДП.
7. Представление типовых непрерывных и дискретных сигналов в  $p$ -плоскости.
8. Спектр дискретизированного сигнала.
9. Эффект наложения спектров при дискретизации.
10. Сущность и свойства  $Z$ -преобразования.  $Z$ -преобразования типовых сигналов.
11. Влияние эффекта дискретизации на положение нулей и полюсов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях.
12. Вычисление обратного  $Z$ -преобразования с примерами.
13. Организация вычислительного процесса ДПФ. Оценка вычислительных затрат.
14. Сопоставление спектров непрерывных и дискретных сигналов и спектра ДПФ.
15. Обобщение отображение сигналов в координатах  $\omega$ ,  $p = b + j\omega$ ,  $z = \exp(pT)$ .
16. Разновидности спектров ДПФ и их особенности.
17. Перестановка входных данных при БПФВ. Блок-схема алгоритма.
18. Организация БПФЧ при произвольном  $N$ .
19. Сравнение вычислительных затрат при ДПФ и БПФ.
20. Сопоставление дискретных и непрерывных линейных систем фильтрации.
21. Алгоритм функционирования и свойства линейных дискретных фильтров (ДЛФ) и их соединения. Основные структуры ДЛФ и их соединения.

22. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики ( СФ, ЧХ, ДПХ ).
23. Анализ НФ1-го порядка. Характеристики НФ1.
24. НФ1 - дискретный дифференциатор.
25. НФ1- режекторный фильтр.
26. НФ 2-го порядка. Характеристики НФ2.
27. Алгоритм и коэффициенты передачи рекурсивного фильтра (РФ).
28. РФ 1-го порядка и его характеристики.
29. РФ1 - дискретный интегратор.
30. РФ 2-го порядка и его характеристики.
31. Проектирование ЦФ с использованием весовых «окон».
32. Проектирование ЦФ методом частотной выборки.
33. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
34. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
35. Структура программы ЦФ на основе сигнального процессора. Погрешности ЦФ, связанная с разрядностью и способом представления чисел в процессоре.

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

### **7.1. Основная литература**

1. Матвеев, Ю.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Спб. НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2013. — 166 с.
2. Запись цифровых аудио- и видеосигналов: / Лишин Л.Г., Попов О.Б. Издательство Горячая линия – Телеком, 2013. — 250с.
3. Шестеркин, А.Н. Система моделирования и исследования радиоэлектронных устройств Multisim 10 [Электронный ресурс] – М.: ДМК Пресс, 2012. - 360 с. - ISBN 978-5-94074-756-7.

## 7.2. Дополнительная литература

1. Методы цифровой многопроцессорной обработки ансамблей радиосигналов [Электронный ресурс] / Литюк В.И., Литюк Л.В. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 590 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980033033.html>
2. Микушин, А. В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие / А. В. Микушин, А. М. Сажнев, В. И. Сединин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 832 с.: ил. — ISBN 978-5-9775-0417-1.
3. Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств: учебное пособие. — М. : Додэка-XXI, 2011. — 528 с.

## 7.3. Периодические издания

### Отечественные журналы:

- Цифровая обработка сигналов.
- Радиотехника и электроника;
- Компоненты и технологии

### Интернет – ресурсы:

[www.niiet.ru/chips/microcontrollers](http://www.niiet.ru/chips/microcontrollers)  
<http://www.eltech.spb.ru/catalog/mikrokontrollery>  
<http://www.compel.ru/>  
<http://www.znanium.com>  
<http://e.lanbook.com>  
<http://www.studentlibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 5 до 20 слайдов по каждой лекции);
- 13 компьютеров в лаборатории 306-3 со специализированным программным обеспечением виртуальных приборов и средств проектирования микропроцессоров PIC, ARM 7, Blackfin;
- Программные пакеты для моделирования и программирования микропроцессорных средств Multisim 10 и LabVIEW 8.20, а также свободно распространяемое программное обеспечение для проектирования микропроцессорного ПО MPLab IDE;
- демонстрационные платы для изучения микропроцессоров PIC, ARM 7, Blackfin.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **11.03.01 Радиотехника**

Рабочую программу составил Давыдов Г.Д. Г.Д. Давыдов  
(ФИО, подпись)

Рецензент - Ген. Директор ВБК «Радиосвязь» к.т.н. Богданов А.Е. А.Е. Богданов  
(представитель работодателя) (место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

Протокол № 13 от 6.04.15 года

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления \_\_\_\_\_

Протокол № 10 от 4.04.15 года

Председатель комиссии О.Р. Никитин  
(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2015/2016 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.15 года

Заведующий кафедрой О.Р. Никитин

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой О.Р. Никитин

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

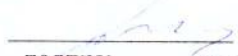
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

Институт инновационных технологий  
Кафедра радиотехники и радиосистем

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

  
подпись \_\_\_\_\_ О.Р. Никитин  
инициалы, фамилия  
« 07 » 04 2015

Основание: решение кафедры  
от « 06 » 04 2015

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**"Цифровая обработка сигналов"**

наименование дисциплины

**11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

код и наименование направления подготовки

наименование профиля подготовки

**Бакалавр**

уровень высшего образования

Владимир, 2015

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) предназначен для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине "Цифровая обработка сигналов", входящей в ОПОП направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общие сведения о цифровой обработке сигналов в цифровых устройствах	ОК-7	Тестовые вопросы
2	Дискретизация сигналов по времени. Спектры дискретных сигналов	ОК-7	Тестовые вопросы
3	Типовая структура системы цифровой обработки сигналов	ОПК-6	Тестовые вопросы
4	Дискретное преобразование Фурье	ОПК-6	Тестовые вопросы
5	Быстрое преобразование Фурье	ОК-7, ОПК-6	Тестовые вопросы
6	Z- преобразование дискретных последовательностей и его свойства	ОПК-6, ПК-17	Тестовые вопросы
7	Нерекурсивные цифровые фильтры	ПК-17	Тестовые вопросы
8	Рекурсивные цифровые фильтры	ОК-7, ПК1-7	Тестовые вопросы
9	Микропроцессоры и программирование для цифровой обработки сигналов	ОК-7, ПК-17	Тестовые вопросы

Комплект оценочных средств предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины, для оценивания уровня приобретенных компетенций, а также знаний, умений и владений.

Комплект оценочных средств по дисциплине включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
  - Тестовые вопросы для оценки уровня знаний и умений обучающихся.
  - Контрольные задания для РГР, позволяющих оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, распознавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме контрольных вопросов для проведения экзаменов.

**Перечень компетенций,  
формируемых в процессе изучения дисциплины  
"Цифровая обработка сигналов", входящей в ОПОП направления  
подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»..**

<b>ОК-7 - Способность к самоорганизации и самообразованию</b>		
<b><i>Знать</i></b>	<b><i>Уметь</i></b>	<b><i>Владеть</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы и преимущества цифровой обработки информации;</li> <li>- современные тенденции развития цифровых устройств и систем.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с персональными компьютерами.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией использования персональных компьютеров и сигнальных микропроцессоров для исследования цифровых методов обработки сигналов низкочастотной и высокочастотной природы;</li> <li>- методологией разработки алгоритмов и управляющих программ микропроцессорных узлов</li> </ul>

<b>ОПК-6 - способность проводить инструментальные измерения, используемые в области инфокоммуникационных технологий и систем связи</b>		
<b><i>Знать</i></b>	<b><i>Уметь</i></b>	<b><i>Владеть</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- основы теории дискретных и цифровых преобразований сигналов.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с персональными компьютерами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией использования персональных компьютеров и сигнальных микропроцессоров для исследования цифровых методов обработки сигналов низкочастотной и высокочастотной природы;</li> <li>- методологией экспериментальных исследований и основными приемами обработки данных.</li> </ul>



**ПК-17 - способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики**

<i><b>Знать</b></i>	<i><b>Уметь</b></i>	<i><b>Владеть</b></i>
- основные методы аппаратной, программной и програмно-аппаратной реализации устройств обработки сигналов, включая проблемы обработки радиосигналов.	-проводить анализ результатов обработки сигналов и экспериментальных данных; - применять действующие стандарты, программы и инструкции при выполнении работ; - выбирать технические средства и методы обработки результатов.	- методологией разработки алгоритмов и управляющих программ микропроцессорных узлов.

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее «Положение») в рамках изучения дисциплины.

**Критерии оценки тестирования студентов в ходе рейтинг контроля**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
До 9 баллов за развернутый ответ на 1 вопрос	При оценивании ответа учитываются правильность ответа, его полнота, качество изложения и отражение связи темы вопроса с другими разделами дисциплины.
До 6 баллов за выполненную и защищенную четырех часовую лабораторную работу или до 3 баллов за двухчасовую.	При оценивании лабораторной работы учитываются правильность и полнота выполнения, качество оформления и уровень усвоения материала показанный при защите.

**Регламент проведения мероприятия**

№	Вид работы	Продолжительность
1	Рейтинг -контроль	
1.1	Предел длительности тестирования (развернутый ответ на 2 вопроса)	до 50 мин.
1.2	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 45 мин.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Особенности, достоинства и области использования ЦОС. Технические средства и программное обеспечение систем с ЦОС.
2. Обобщенная структура радиосистемы с цифровой обработкой информации.
3. Разновидности РЭС с ЦОС.
4. Классификация сигналов и типовые процедуры ЦОС.
5. Дискретизация непрерывных сигналов. Примеры естественной и искусственной дискретизации.
6. Типовые дискретные последовательности (ДП). Модуль, аргумент, энергия и мощность ДП. Ортогональность и комплексная сопряженность ДП. Векторное отображение ДП.
7. Представление типовых непрерывных и дискретных сигналов в  $p$ -плоскости.
8. Спектр дискретизированного сигнала.
9. Эффект наложения спектров при дискретизации.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Сущность и свойства  $Z$ -преобразования.  $Z$ -преобразования типовых сигналов.
2. Влияние эффекта дискретизации на положение нулей и полюсов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях.
3. Взаимосвязь отображений сигналов в  $p$ - и  $Z$ -плоскостях. Показать на примерах ДП.
4. Вычисление обратного  $Z$ -преобразования (пояснить на примерах).
5. Определение ДПФ и ОДПФ. Особенности оператора  $W$ . Влияние размерности массива данных  $N$  на характер спектра ДПФ.
6. Матричная и векторная форма ДПФ и ОДПФ. Связь ДПФ и  $Z$ -преобразования.
7. Организация вычислительного процесса ДПФ. Оценка вычислительных затрат.
8. Особенности спектров дискретизированных сигналов.

9. Сопоставление спектров непрерывных и дискретных сигналов и спектра ДПФ.
10. Обобщение отображение сигналов в координатах  $\omega$ ,  $p = \sigma + j\omega$ ,  $z = \exp(pT)$ .
11. Разновидности спектров ДПФ и их особенности.
12. Перестановка входных данных при БПФВ. Блок-схема алгоритма.
13. Организация БПФЧ при произвольном N.
14. Сравнение вычислительных затрат при ДПФ и БПФ.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Сопоставление дискретных и непрерывных линейных систем фильтрации.
2. Алгоритм функционирования и свойства линейных дискретных фильтров(ДЛФ) и их соединения. Основные структуры ДЛФ и их соединения.
3. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики (СФ, ЧХ, ДПХ ).
4. Анализ НФ1-го порядка. Характеристики НФ1.
5. НФ1 - дискретный дифференциатор.
6. НФ1- режекторный фильтр.
7. НФ 2-го порядка. Характеристики НФ2.
8. Алгоритм и коэффициенты передачи рекурсивного фильтра (РФ).
9. РФ 1-го порядка и его характеристики.
10. РФ1 - дискретный интегратор.
11. РФ 2-го порядка и его характеристики.
12. Проектирование ЦФ с использованием весовых «окон».
13. Проектирование ЦФ методом частотной выборки.
14. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
15. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
16. Структура программы ЦФ на основе сигнального процессора. Погрешности ЦФ.
17. Потенциальные возможности цифровых фильтров. Предельное быстродействие и пути его повышения.

## Вопросы к зачету

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

22. Нерекурсивные фильтры. Описывающие уравнения и основные характеристики (СФ, ЧХ, ДПХ).
23. Анализ НФ1-го порядка. Характеристики НФ1.
24. НФ1 - дискретный дифференциатор.
25. НФ1- режекторный фильтр.
26. НФ 2-го порядка. Характеристики НФ2.
27. Алгоритм и коэффициенты передачи рекурсивного фильтра (РФ).
28. РФ 1-го порядка и его характеристики.
29. РФ1 - дискретный интегратор.
30. РФ 2-го порядка и его характеристики.
31. Проектирование ЦФ с использованием весовых «окон».
32. Проектирование ЦФ методом частотной выборки.
33. Метод инвариантности при проектировании ЦФ.
34. Методы билинейного преобразования при проектировании ЦФ.
35. Структура программы ЦФ на основе сигнального процессора. Погрешности ЦФ, связанная с разрядностью и способом представления чисел в процессоре.

### **Темы курсовых работ**

*В типовой расчетно-графической работе* разрабатывается цифровой фильтр или устройство спектрального преобразования. Работа состоит в создании алгоритма и программы микропроцессорного фильтра или преобразователя сигналов сложной формы по индивидуальному заданию. Расчетная часть предполагает расчеты по определению соответствия между арифметическим кодом в микропроцессоре и амплитудой напряжения на выходе генератора, а также между количеством и скоростью выполнения машинных команд относительно моментов времени характерных точек графика выходного сигнала.

После разработки программы ее функционирование проверяется моделированием в среде Multisim 10 или в среде LabVIEW.

1. КИХ-фильтр на заданную частоту и полосу пропускания.

2. БИХ-фильтр.
3. Гребенчатый цифровой фильтр.
4. Устройство прямого БПФ.
5. Устройство обратного БПФ.

#### Критерии оценки расчетно- графической работы

Оценка	Критерии оценивания
22 баллов	задача решена полностью, в представленном решении обоснованно создан правильный алгоритм.
17 баллов	задача решена полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений.
14 баллов	задача решена частично с ошибками.
0 баллов	решение неверно с грубыми ошибками или отсутствует.

#### Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением)

Рейтинг-контроль 1	2 вопроса	До 18 баллов
Рейтинг-контроль 2	2 вопроса	До 18 баллов
Рейтинг контроль 3	2 вопроса	До 18 баллов
Выполнение семестрового плана лабораторных работ	4 работы	До 24 баллов (6x4)
Расчетно-графическая работа	10 – 13 страниц	До 22 баллов
Всего		100 баллов

#### Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине на экзамене

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен) проводится в экзаменационную сессию. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса. Студент пишет ответы на вопросы и задания экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при

		видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10-19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

### Вопросы к экзамену

1. Основные законы булевой алгебры.
2. Анализ комбинационных устройств (без памяти).
3. Стандартные формы логических функций.
4. Минимизация логических функций.
5. Синтез комбинационных устройств.
6. Принцип работы триггера, функциональная схема триггера.
7. Триггеры с динамическим управлением: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
8. Двухступенчатые триггеры. JK-триггер: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.

9. Параллельные регистры: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
10. Сдвиговые регистры: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
11. Параллельные регистры: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
12. Сдвиговые регистры: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
13. Двоичные счетчики с последовательным переносом: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
14. Цифровые мультиплексоры и демультимплексоры: функциональная схема, принцип работы и временные диаграммы.
15. Арифметические операции над двоичными числами.
16. Сумматоры и полусумматоры: функциональная схема, логика работы
17. Многоразрядные сумматоры: функциональная схема и принцип работы.
18. Арифметико-логические устройства: функциональная схема и принцип работы.
19. Классификация микропроцессоров.
20. Фон – неймановская архитектура и функции узлов микроконтроллеров.
21. Гарвардская архитектура и функции узлов микроконтроллеров.
22. Архитектура PIC -микроконтроллеров и функции их узлов.
23. Стадии подготовки программного обеспечения для микроконтроллеров.
24. Порядок разработки программ для микроконтроллеров.
25. Программирование на MPASM, особенности подготовки исходного текста и трансляции.
26. Статические запоминающие устройства.
27. Масочные ПЗУ.
28. Программируемые ПЗУ с ультрафиолетовым стиранием и электрически перезаписываемые.
29. Проектирование микропроцессорных устройств.
30. Разработка принципиальной электрической схемы микропроцессорного устройства.
31. Особенности написания программ для микропроцессоров.
32. Стадии подготовки программного обеспечения для микроконтроллеров.
33. Электрическая схема и функционирование типового порта ЦВВ.
34. Программирование портов ЦВВ.
35. Процесс настройки тактового генератора.



36. Тактовый генератор с керамическим или кварцевым резонатором.
37. Тактовый генератор с внешней и внутренней времязадающей RC-цепью.

**Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине** в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы