


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА
Кафедра «Радиоуправления и связи»


СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ


Холопов И.С.
« 25 » 06 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД


Корячко А.В.
« 26 » 06 2020 г.



Руководитель ОПОП


Кириллов С.Н.
« 25 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.01.01 «Цифровая обработка сигналов и сигнальные
процессоры»**

Направление

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ОПОП академического бакалавриата

«Сети, системы и устройства телекоммуникаций»

Уровень подготовки

академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Приобретение базовых знаний и умений в области цифровой обработки сигналов в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, ознакомление с основными принципами проектирования цифровых устройств на микроконтроллерах и сигнальных процессорах и формирование у студентов способности к логическому мышлению, анализу и восприятию информации посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Освоение общих концепций формирования цифрового сигнала, ошибок при его обработке и восстановлении, принципов построения и функционирования устройств обработки сигналов во временной и спектральной областях. Формирование навыков программирования микропроцессорных устройств на языке Ассемблер.

1.3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Коды компетенций	Содержание компетенций
ПК-1	Способен к развитию коммуникационных подсистем и сетевых платформ, сетей передачи данных, транспортных сетей и сетей радиодоступа, спутниковых систем связи

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

После изучения курса студенты должны:

- представлять основные принципы цифровой обработки сигналов;
- знать типовые методы цифрового анализа и синтеза сигналов в частотной и временной областях;
- уметь правильно применять указанные методы в практической работе и чётко представлять существующие ограничения и возможные особенности;
- уметь реализовывать устройства цифровой обработки на современной элементной базе.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры» является дисциплиной по выбору студента №1 (ДВ1), относится к вариативной части блока №1 дисциплин, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «Многоканальные телекоммуникационные системы» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» ФГБОУ ВО «РГРТУ».

Дисциплина изучается по очной форме обучения на 4 курсе в 8 семестре.

Курс «Сверхширокополосные системы и сигналы» содержательно и методологически взаимосвязан с другими курсами, такими как: «Теория электрических цепей», «Общая теория связи», «Цифровая обработка сигналов».

Для изучения дисциплины обучаемый должен
знать:

- методы формирования и обработки сигналов в телекоммуникационных системах;
- методы анализа цепей;

уметь:

- разрабатывать модели сигналов и каналов связи;
- составлять структурные схемы устройств на дискретных элементах;

владеть:

- навыками расчёта радиотехнических устройств;
- методами тестирования разработанных структурных схем.

Компетенции, полученные в результате освоения дисциплины необходимы обучающемуся при изучении следующих дисциплин, «Оконечные устройства МТКС», «Преддипломный курс» и выполнении выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

4.1. Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы (ЗЕ).

Семестр	8		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Практические	8	8	8	8
Консультирование перед экзаменом	2	2	2	2
Лабораторные работы	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Итого ауд.	42,35	42,35	42,35	42,35
Контактная работа				
Сам. Работа	75	75	75	75
Часы на контроль	26,65	26,65	26,65	26,65
Итого	144	144	144	144

**4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
(в академических часах).**

№ п/п	Тема	Общая трудое мкост ь, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самос тоятел ьная работа обуча ющих ся
			всег о	лекци и	Семи нары, практ ически е заняти я	Лабо ратор ные работ ы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Общие сведения о ЦОС	3	1	1			2
2.	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов	11	6	1	1	4	5
3.	Обработка сигналов в частотной области	14	7	2	1	4	7
4.	Обработка сигналов во временной области	9	2	2	0		7
5.	Элементы проектирования цифровых фильтров	10	3	2	1		7
6.	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования.	10	3	2	1		7
7.	Цифровая обработка случайных сигналов	11	6	1	1	4	5
8.	Цифровые методы спектрального анализа	7	2	1	1		5
9.	Особенности построения цифровых устройств	7	2	1	1		5
10.	Построение устройств с жёсткой логикой	10	5	1	0	4	5
11.	Построение микропрограммных устройств	4	1	1	0		3
12.	Построение микропроцессорных устройств	7	2	1	1		5
13	Консультации в семестре	5					5
14	Экзамен и консультации	36					36
	Всего:	144	40	16	8	16	104

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Тема 1. Общие сведения о ЦОС.

Содержание цифровой обработки сигналов (ЦОС). Аналоговый, дискретный и цифровой сигналы. Достоинства и недостатки ЦОС. Характеристики методов и средств реализации ЦОС. Этапы ЦОС. Математические основы ЦОС.

Тема 2. Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов.

Дискретизация сигналов во времени. Квантование сигналов.

Преобразование сигналов в цифровую форму. Способы восстановления сигналов, их особенности. Статические и динамические погрешности преобразования сигналов в цифровую форму и их восстановления. Предварительная обработка оцифрованных сигналов.

Тема 3. Обработка сигналов в частотной области.

Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического применения. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использованием БПФ. Спектральный анализ в базисе функций Уолша. Краткие сведения о функциях Уолша, их свойства и способы нумерации. Генерирование Функций Уолша. Дискретные функции Уолша и их свойства. Дискретное и быстрое преобразования Уолша.

Тема 4. Обработка сигналов во временной области.

Цифровая фильтрация. Линейные дискретные и цифровые фильтры. Краткие сведения о Z-преобразовании. Передаточные функции дискретных фильтров и их структурные схемы. Реализация дискретных фильтров высокого порядка. Временные и частотные характеристики дискретных фильтров. Устойчивость фильтров.

Тема 5. Элементы проектирования цифровых фильтров.

Проектирование нерекурсивных фильтров. Разновидности нерекурсивных фильтров. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задачи аппроксимации, критерии и основные методы решения задачи аппроксимации. Реализационные характеристики фильтров. Сравнение возможностей фильтров с линейной ФЧХ и минимально-фазовых фильтров. Элементы проектирования рекурсивных фильтров. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивных фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного фильтра. Сравнение методов реализации рекурсивных фильтров.

Тема 6. Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования.

Дискретный фильтр первого порядка. Дискретный фильтр второго порядка. Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Ошибки, вызванные неточными значениями постоянных параметров, аналого-цифровым преобразованием входного сигнала и квантованием произведений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. Некоторые практические приложения цифровой фильтрации. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов.

Тема 7. Цифровая обработка случайных сигналов.

Оценка моментов. Непараметрические методы оценки законов распределения. Параметрический метод оценки законов распределения. Аппроксимация экспериментальных распределений. Оценка ковариации.

Тема 8. Цифровые методы спектрального анализа.

Цели и классификация методов спектрального анализа. Метод периодограмм. Сглаживание спектральных оценок. Основные свойства оконных функций. Линейные модели и расчёт спектральной плотности мощности (СПМ). Определение параметров АР-модели по известной автокорреляционной функции последовательности данных. Определение параметров АР-модели по анализируемому данным. Определение порядка АР-модели.

Тема 9. Особенности построения цифровых устройств.

Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов. Устройства с «жёсткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства.

Тема 10. Построение устройств с жёсткой логикой.

Примеры цифровых устройств с «жёсткой» логикой. Цифровые синтезаторы частот и сигналов. Цифровые синтезаторы частоты. Синтезаторы на основе ГУН. Синтезаторы на основе дискретных преобразований кода в частоту. Синтезаторы с накопительным сумматором. ЦСЧ на основе делителя с переменным коэффициентом деления. Комбинированные ЦСЧ. Цифровые синтезаторы отсчётов сигнала

Тема 11. Построение микропрограммных устройств.

Управляющие автоматы с «жёсткой» логикой, программируемой логикой на основе ПЗУ и программируемых логических матрицах.

Тема 12. Построение микропроцессорных устройств.

Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения микропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач цифровой обработки.

6. Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
1	Общие сведения о ЦОС .	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	2
2	Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов .	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ и ЛР	5
		Практическое занятие	Дискретизация и квантование сигналов	1
		Лабораторная работа	Формирование цифрового сигнала	4
3	Обработка сигналов в частотной области .	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ и ЛР. Подготовка к сдаче ЛР. Оформление отчёта	7
		Практическое занятие	Спектральные преобразования сигналов	1
		Лабораторная работа	Спектральный анализ сигналов	4
4	Обработка сигналов во временной области .	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	7
5	Элементы проектирования цифровых фильтров .	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	7
		Практическое занятие	Проектирование нерекурсивных цифровых фильтров.	1
6	Примеры дискретных фильтров и эффекты квантования.	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ и ЛР. Подготовка к сдаче ЛР. Оформление отчёта	7
		Практическое занятие	Эффекты квантования в цифровых фильтрах.	1
7	Цифровая обработка случайных сигналов	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	5
		Практическое занятие	Алгоритмы оценки характеристик случайных сигналов	1
		Лабораторная работа	Оценка параметров случайного процесса	4
8	Цифровые методы спектрального анализа	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	5
		Практическое занятие	АРСС модели, Метод Прони.	1

Продолжение таблицы

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудо-емкость, часов
9	Особенности построения цифровых устройств	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	5
		Практическое занятие	Типовые структуры цифровых устройств	1
10	Построение устройств с жёсткой логикой	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ	5
		Лабораторная работа	Изучение методов цифрового формирования сигналов	4
11	Построение микро-программных устройств	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ и ЛР	5
12	Построение микро-процессорных устройств	Самостоятельная работа	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ПЗ и ЛР. Подготовка к сдаче ЛР. Оформление отчёта	5
		Практическое занятие	Микропроцессорные дискретные устройства	1

7. Лабораторный практикум

Тематика лабораторных работ.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1,2	Дискретизация и квантование сигналов.
2	3	Исследование свойств ДПФ и БПФ.
3	7	Оценка параметров случайного процесса
4	10	Изучение методов цифрового формирования сигналов

Все лабораторные работы укомплектованы типографски изданными описаниями.

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- Иванова В.Е. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Иванова, А.И. Тяжев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 253 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75425.html>
- Солонина А.Л. и др. Цифровая обработка сигналов и MATLAB, СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.
- Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.. Цифровая обработка сигналов. Учебн. Пособие для вузов. _ М.: Радио и связь. 1990. 256 с.

4. Езерский В.В., Паршин В.С. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. / Рязань РГРТА 1996 г.
5. Езерский В.В., Егоров А.В. Дискретизация и квантование сигналов. Методические указания к лабораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2004.
6. Езерский В.В., Егоров А.В. Спектральный анализ сигналов. Методические указания к лабораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2004.
7. Езерский В.В., Егоров А.В. Изучение методов цифрового формирования сигналов: Методические указания к лабораторной работе. / РГРТА, Рязань, 2011 г.
8. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер. 2003. 604 с.
9. Солонина А.Л. и др. Основы ЦОС. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2005г.
10. С.Л. Марпл-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир. 1990.584 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

11. Планы практических занятий

Тема 2 Особенности дискретизации, квантования и восстановления сигналов

Цель занятия: ознакомиться с дискретизацией, квантованием и восстановлением сигналов.

Темы для обсуждения:

Преобразование сигналов в цифровую форму. Способы восстановления сигналов, их особенности. Статические и динамические погрешности преобразования сигналов в цифровую форму и их восстановления. Предварительная обработка оцифрованных сигналов.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

Методы формирования цифрового сигнала..

Тема 3 Обработка сигналов в частотной области

Цель занятия: ознакомиться с методами спектрального анализа.

Темы для обсуждения:

Дискретное преобразование Фурье, его свойства и особенности практического применения. Быстрое преобразование Фурье (БПФ), его разновидности и особенности практического использования. Вычисление корреляционного интеграла и интерполяция функций с использованием БПФ.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

Алгоритмы дискретного преобразования Фурье

Тема 5 Элементы проектирования цифровых фильтров .

Цель занятия: ознакомиться с методами проектирования цифровых фильтров.

Темы для обсуждения:

Проектирование нерекурсивных фильтров. Разновидности нерекурсивных фильтров. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задачи аппроксимации,

критерии и основные методы решения задачи аппроксимации. Реализационные характеристики фильтров.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

Порядок проектирования рекурсивных и нерекурсивных фильтров.

Тема 6 Эффекты квантования в цифровых фильтрах.

Цель занятия: ознакомиться с методами проектирования цифровых фильтров.

Темы для обсуждения:

Эффекты квантования в цифровых фильтрах. Ошибки, вызванные неточными значениями постоянных параметров, аналого-цифровым преобразованием входного сигнала и квантованием произведений. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе. **Форма проведения:** Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

Примеры цифровых фильтров.

Тема 7 Алгоритмы оценки характеристик случайных сигналов.

Цель занятия: ознакомиться с методами цифровой обработки случайных сигналов.

Темы для обсуждения:

Оценка моментов. Оценка математического ожидания и дисперсии. Оценка законов распределения. Не параметрический подход. Параметрический метод оценки распределений. Оценка ковариации.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Задания для самостоятельной работы

Существующие методы цифрового спектрального анализа..

Тема 8. АРСС модели, Метод Прони.

Цель занятия: ознакомиться с существующими методами высокого спектрального разрешения на основе линейных моделей.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Темы для обсуждения:

АРСС модели и методы определения параметров модели. Определение порядка модели. Метод Прони. Методы MUSIC и EV.

Задания для самостоятельной работы

Существующие методы высокого спектрального разрешения..

Тема 9 Типовые структуры цифровых устройств.

Цель занятия: ознакомиться типовыми структурами цифровых устройств.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Темы для обсуждения:

Устройства ЦОС. Особенности построения аппаратуры обработки сигналов. Устройства с «жесткой» логикой, устройства с «мягкой» логикой и комбинированные устройства.

Задания для самостоятельной работы

Типовые структуры цифровых устройств.

Тема 12. Микропроцессорные дискретные устройства.

Цель занятия: ознакомиться с системами многоскоростной цифровой обработки сигналов связи.

Форма проведения: Изложение теории и опрос отдельных студентов с организацией дискуссии.

Темы для обсуждения:

Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм. Область применения микропроцессоров в радиоэлектронике. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства.

Задания для самостоятельной работы

Современные сигнальные процессоры.

12. Самостоятельная работа по дисциплин

Объем самостоятельной работы студента определяется учебным планом и составляет 78 часа, включая консультации и подготовку к экзамену.

12.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

12.1.1. Типовые задания для самостоятельной работы:

- чтение конспекта лекций;
- чтение и анализ научной литературы по темам курса;
- конспектирование, аннотирование научных публикаций;
- анализ нормативных документов;
- анализ учебных и методических пособий

12.1.2. Темы самостоятельной работы студентов:

1. Принципы дискретизации сигналов.
2. Методы адаптивной дискретизации сигналов.
3. Методы адаптивного квантования сигналов.
4. Методы восстановления непрерывных сигналов.
5. Оценка ошибки восстановления сигналов.
6. Статические и динамические ошибки, возникающие при работе первичных преобразователей.
7. Принцип и свойства ДПФ.
8. Особенности ДПФ.
9. Виды современных оконных функций, используемых при спектральном анализе сигналов.
10. Разновидности БПФ.
11. Особенности практического применения БПФ.
12. Разновидности быстрых преобразований Уолша.
13. Преобразование Хартли и его связь с преобразованием Фурье.
14. Z-преобразование и его свойства
15. Адаптивные цифровые фильтры.
16. Описание линейных дискретных систем во временной области.
17. Описание линейных дискретных систем в Z-области.
18. Описание линейных дискретных систем в частотной области.
19. Описание линейных дискретных систем в пространстве состояний.
20. Структурные схемы цифровых фильтров.
21. Особенности проектирования нерекурсивных цифровых фильтров.
22. Формулировка и методы решения задачи аппроксимации.
23. Особенности проектирования рекурсивных цифровых фильтров.
24. Фильтры – прототипы.

25. Билинейное преобразование.
26. Устойчивость цифровых фильтров.
27. Многоскоростные системы ЦОС.
28. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.
29. Ошибки, вызванные неточными значениями постоянных параметров, аналого-цифровым преобразованием входного сигнала и квантованием произведений.
30. Анализ шумов в фильтре первого порядка и цифровом резонаторе.
31. Некоторые практические приложения цифровой фильтрации.
32. Децимация, интерполяция, передискретизация сигналов.
33. Цифровая обработка случайных сигналов.
34. Оценка моментов.
35. Непараметрические методы оценки законов распределения.
36. Параметрический метод оценки законов распределения.
37. Оценка ковариации.
38. Цели и классификация методов спектрального анализа.
39. Метод периодограмм. Сглаживание спектральных оценок. Основные свойства оконных функций.
40. Линейные модели и расчёт спектральной плотности мощности (СПМ). Определение параметров АР-модели по известной автокорреляционной функции последовательности данных. Определение параметров АР-модели по анализируемым данным. Определение порядка АР-модели.
41. Управляющие автоматы с «жёсткой» логикой, программируемой логикой на основе ПЗУ и программируемых логических матриц.
42. Цифровые синтезаторы сигналов.
43. Цифровые синтезаторы частот на основе ФАПЧ и ДПКД.
44. ЦСЧ со сложением импульсных последовательностей.
45. ЦСЧ с цифро-аналоговым фазовращателем.
46. ЦСЧ с дискретным фазовращателем.
47. Комбинированный ЦСЧ.
48. Классификация и особенности архитектуры микроконтроллеров и сигнальных процессоров.
49. Основные сведения о семействах процессоров ведущих фирм.
50. Порядок проектирования микропроцессорного дискретного устройства. Примеры использования микропроцессоров для решения различных задач цифровой обработки.

Самостоятельная работа студентов предполагает использование рекомендованных учебников, учебных пособий, учебно-методических указаний, информационных ресурсов Интернета.

12.2. Тематика индивидуальных занятий.

1. Области применения ЦОС.
2. Особенности практической реализации цифрового спектрального анализа.
3. Методы построения быстрых алгоритмов спектрального анализа.
4. Методы спектрального анализа на основе преобразования Хартли.
5. Методы спектрального анализа на основе линейных моделей АР, СС, АРСС.
6. Использование метода Прони при спектральном анализе радиотехнических сигналов.
7. Использование методов спектрального анализа, основанных на вычислении собственных векторов и собственных чисел корреляционной матрицы сигналов.
8. Расчёт параметров АР модели на основе метода Берга.
9. Применение вейвлет-анализа в ЦОС.
10. Обзор существующих базисных функций, используемых при вейвлет-анализе.

11. Описание нелинейных дискретных систем на основе рядов Вольтерры.
12. Классификация цифровых фильтров.
13. Методы анализа устойчивости фильтров.
14. Принципы построения адаптивных цифровых фильтров.
15. Методы цифрового синтеза частоты радиосигнала.
16. Методы прямого цифрового синтеза сигнала.
17. Обзор современных процессоров для цифровой обработки сигналов.
18. Обзор и структура сигнальных процессоров фирмы Analog Devices.
19. Обзор и структура сигнальных процессоров фирмы Texas Instrument.
20. Система команд и структура микроконтроллеров 8051.
21. Принципы выбора микропроцессора для цифровой обработки сигналов.

Индивидуальная работа студентов предполагает использование монографий, учебников, учебных пособий, учебно-методических указаний, статей в периодических изданиях, информационных ресурсов Интернета.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

13.1. Основная литература:

1. Иванова В.Е. Цифровая обработка сигналов и сигнальные процессоры [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Иванова, А.И. Тяжев. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 253 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75425.html>
2. Солонина А.Л. и др. Цифровая обработка сигналов и MATLAB, СПб.: БХВ-Петербург, 2013, 512 с.
3. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н.. Цифровая обработка сигналов. Учебн. Пособие для вузов. _ М.: Радио и связь. 1990. 256 с.
4. Езерский В.В., Паршин В.С. Теоретические основы цифровой обработки сигналов. Учебное пособие. / Рязань РГРТА 1996 г.
5. Езерский В.В., Егоров А.В. Дискретизация и квантование сигналов. Методические указания к лабораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2012.
6. Езерский В.В., Егоров А.В. Спектральный анализ сигналов. Методические указания к лабораторным работам./ РГРТА, Рязань, 2012.
7. Езерский В.В., Егоров А.В. Изучение методов цифрового формирования сигналов: Методические указания к лабораторной работе. / РГРТА, Рязань, 2013 г.

13.2. Дополнительная литература:

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер. 2003. 604 с.
2. Солонина А.Л. и др. Основы ЦОС. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2005г.
3. С.Л. Марпл-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир. 1990.584 с.

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

14.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

14.2. Описание последовательности действий студента

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который ещё не прочитан на лекции и не применялся на лабораторных занятиях. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15). В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой в библиотеке.

14.3. Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги из рекомендуемого библиографического списка. Полезно использовать несколько учебных пособий по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько вопросов по данной теме: «о чём этот параграф?», «какие новые понятия введены, каков их смысл?»

14.4. Рекомендации по самостоятельной работе

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

- закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;
- углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины;
- освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний;
- получению навыков проектирования и разработки устройств ЦОС.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, и практических, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, практическим занятиям, а также к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

- самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем дисциплины;
- выполнение задания для очередного практического занятия;
- выполнение домашнего задания;
- подготовка к защите практического задания, оформление отчета.

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины имеются:

- Осциллограф С1-55 – 3 шт;
- Учебно-отладочное устройство Электроника 580 – 6 шт;
- Шесть персональных компьютеров.

16. Перечень требуемого программного обеспечения:

Лицензионное ПО

- операционная система Windows XP (Microsoft Imagine, номер подписки 700102019, бессрочно);
- Kaspersky Endpoint Security.

Открытое ПО

- пакет офисных программ OpenOffice; (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.openoffice.org/ru/>;
- векторный графический редактор Inkscape (лицензия LGPL). Режим доступа <http://inkscape.download-windows.org/>;
- математические пакеты Maxima (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.ma.utexas.edu/users/wfs/maxima-doe-auth.gif>; SciLab (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.scilab.org/download/6.0.1>;
- язык программирования Free Pascal Compiler (лицензия LGPL) Режим доступа <https://www.freepascal.org/>;
- среда визуального программирования Lazarus (лицензия LGPL) Режим доступа <http://wiki.lazarus.freepascal.or>;
- программа для численных расчётов GNU Octave (лицензия LGPL). Режим доступа <http://www.gnu.org/software/octavel>.

Программу составил:
д.т.н., профессор
профессор каф РУС

_____ Езерский В.В.