

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
В.А. Небольсин
«30»августа2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровая обработка сигналов

Закреплена за кафедрой: Систем информационной безопасности

Направление подготовки (специальности): 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль: «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»

Часов по УП: 108; Часов по РПД: 108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 72 (66%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 72 (66%);

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены -0; Зачет - пятый семестр; Курсовые проекты – 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная; Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1/18		2/18		3/18		4/18		5/18		6/18		7/18		8/10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции									18	18							18	18
Лабораторные									18	18							18	18
Практические																		
Ауд. занятия									36	36							36	36
Сам.работа									72	72							72	72
Итого									108	108							108	108

Воронеж 2017

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа – 11.03.01 «Радиотехника», утвержденная приказом № 179 Министерства образования Российской Федерации от 06 марта 2015 г.

Программу составил: Сав доцент, к.т.н., Савинский П.Л.
(подпись, должность, ученая степень, ФИО)

Рецензент: Остапенко д.т.н. Остапенко А.В.
(подпись, должность, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины «Цифровая обработка сигналов» составлена на основании учебного плана подготовки специалистов по направлению 11.03.01 «Радиотехника», профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры систем информационной безопасности

протокол № 1 от 29,08 2017 г.

Зав. кафедрой СИБ Остапенко А.Г. Остапенко

Согласовано с выпускающей кафедрой
«Радиотехника»

Зав. кафедрой Матвеев Б.А. Матвеев

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – теоретическая и практическая подготовка по основным направлениям цифровой обработки сигналов (ЦОС): цифровой фильтрации, спектральному анализу, адаптивной обработке и аппаратно-программному обеспечению.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	овладение знаниями принципов и алгоритмов ЦОС;
1.2.2	овладение методами синтеза и автоматизированного проектирования элементов и систем ЦОС;
1.2.3	Умениями применить получаемые знания к решению прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.21
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
	Математика
	Моделирование и вычисление на ЭВМ
	Физика
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
	Цифровые устройства и микропроцессоры
	Дополнительные разделы теории цепей
	Современные системы проектирования РЭС
	Радиотехнические системы

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-2	способностью реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
ОПК-5	способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	значение и место цифровой обработки сигналов (ЦОС) в современной радиотехнике;
3.1.2	способы описания дискретных сигналов и устройств;

3.1.3	методы преобразования сигналов при цифровой обработке;
3.1.4	алгоритмы цифровой фильтрации и спектрального анализа;
3.1.5	основные методы расчета устройств ЦОС и оценки точности;
3.2	Уметь:
3.2.1	основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов;
3.2.2	выполнять расчеты передаточных функций цифровых фильтров;
3.2.3	составлять структурные схемы устройств цифровой обработки;
3.2.4	проводить анализ структурных схем;
3.2.5	моделировать на ЭВМ основные типы устройств цифровой обработки сигналов;
3.3	Владеть:
3.3.1	прикладными пакетами цифровой обработки;
3.3.2	способами решения основных задач цифровой обработки сигналов;
3.3.3	методами анализа цифровых систем;
3.3.4	профессиональной терминологией;
3.3.5	методами оценки эффективности цифровых систем связи;

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семес тр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы	5	1-5	6	-	6	20	32
2	Частотно-временные преобразования дискретных сигналов	5	6-10	6	-	6	18	30
3	Основы цифровой фильтрации сигналов	5	11-15	4	-	6	20	30
4	Квантование в цифровых системах	5	16-18	2	-	-	14	16
Итого				18	-	18	72	108

4.1 Лекции

Неделя семестр а	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
5 семестр		18	
Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы		6	
1	<u>Введение. Основные понятия ЦОС</u> Структура курса. Литература. Предмет изучения ЦОС. Основные этапы развития ЦОС. Современное состояние ЦОС, основные разделы, приложения, области применения. Преимущества и недостатки ЦОС. Дискретные сигналы, основные способы описания. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	

3	<u>Линейные дискретные системы и спектры дискретных сигналов</u> Линейные системы, основные определения и свойства. Реакция линейной системы на единичный импульс. Формула дискретной свертки. Частотные характеристики дискретных систем. Основные свойства частотных характеристик, периодичность. Преобразование Фурье для дискретизированных сигналов. Обратное преобразование. Теорема Котельникова. Восстановление радиосигнала по отсчетам видеосигнала. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
5	<u>Разностные уравнения, Z-преобразование основные понятия</u> Разностные уравнения, связь со структурными схемами цифровых устройств. Решение разностных уравнений как способ нахождения выходного сигнала цепи, метод прямой подстановки. Z-преобразование, основные свойства, связь с преобразованием Лапласа. Решение разностных уравнений с помощью z-преобразования, основные способы и соотношения. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
Частотно-временные преобразования дискретных сигналов		6	
7	<u>Дискретное преобразование Фурье</u> Дискретное преобразование Фурье, вывод основных соотношений. Обратное ДПФ. Свойства Дискретного преобразования Фурье: линейность, сдвиг, симметрия. Линейная и циклическая свертка. Секционированная свертка. Вычисление свертки через ДПФ. Метод быстрой свертки. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
9	<u>Быстрое преобразование Фурье.</u> Быстрое преобразование Фурье, соотношение с ДПФ по количеству операций. Вывод алгоритма БПФ с децимацией по времени, графическое представление алгоритма. БПФ для последовательностей, длина которых не равна 2^N. Вычисление обратного ДПФ через БПФ. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
11	<u>Растекание спектра, различные виды окон, применение окон</u> Явление растекания спектра. Применение окон для вычисления спектра через ДПФ. Прямоугольное окно и его свойства. Прямоугольное окно согласованной длины. Применение окон для построения анализаторов спектра. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
Основы цифровой фильтрации сигналов		4	
13	<u>Нерекурсивные фильтры, основные понятия, методы расчета</u> Цифровые КИХ-фильтры. Основные понятия. Порядок расчета и проектирования КИХ-фильтров. КИХ-фильтры с линейной ФЧХ. Расчет КИХ-фильтров методом окна. Метод окна через БПФ. Метод наименьших квадратов. Переход от ФНЧ к полосовому фильтру с действительными и комплексными коэффициентами, ФВЧ и режекторному фильтру. Последовательное и параллельное включение КИХ-фильтров. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	

15	<u>Рекурсивные фильтры, основные понятия</u> БИХ-фильтры основные принципы, реализация. Основная структурная схема. Вид передаточной функции. Все пропускающий фильтр. Фильтр без задержки. Методы расчета БИХ-фильтров. Метод нулей и полюсов. Расчет БИХ-фильтров методом инвариантного преобразования импульсной характеристики. Расчет БИХ-фильтров методом билинейного преобразования. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
Квантование в цифровых системах		2	
17	<u>Эффекты квантования в цифровых устройствах</u> Эффекты квантования сигналов в цифровых системах. Различные способы кодирования чисел: прямой, обратный, дополнительный код. Округление и усечение чисел. Характеристики АЦП. Статистические свойства шума квантования. <i>Самостоятельное изучение.</i>	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Не предусмотрено учебным планом

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Тема и содержание лабораторного занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы		2	2	
	Исследование характеристик простейших КИХ-фильтров	2	2	
Частотно-временные преобразования дискретных сигналов		8	8	
	Исследование и применение дискретного преобразования Фурье	4	4	
	Исследование свойств различных видов окон	4	4	
Основы цифровой фильтрации сигналов		8	8	
	Синтез и исследование КИХ-фильтров	4	4	
	Синтез и исследование БИХ-фильтров	4	4	
Итого часов		18	18	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
-----------------	----------------	---------------	-------------

5 семестр		Зачет	94
Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы			20
1-2	<u>Введение. Основные понятия ЦОС</u> Основные понятия ЦОС на примерах. Сходство и различия цифровых и аналоговых систем. Физическая реализуемость и устойчивость дискретных систем обработки.	Самоконтроль. Консультация.	8
3-4	<u>Линейные дискретные системы и спектры дискретных сигналов</u> Единичный отсчет как основа представления дискретных последовательностей. Реакция линейной системы на дискретную последовательность произвольной формы. Реакция линейной системы на комплексную экспоненциальную последовательность. Соотношение спектров непрерывных и дискретных сигналов.	Самоконтроль. Консультация.	10
5-6	<u>Разностные уравнения, Z-преобразование основные понятия</u> Z-преобразование для свертки. Примеры Z-преобразования различных функций. Обратное Z-преобразование. Метод вычетов. Описание цифровых устройств с помощью нулей и полюсов. Передаточные функции, геометрические интерпретации, связь с частотными характеристиками.	Самоконтроль. Консультация.	10
Частотно-временные преобразования дискретных сигналов			18
7-8	<u>Дискретное преобразование Фурье</u> Увеличение заполненности спектра за счет дополнения временной последовательности нулями. Место ДПФ среди преобразований Фурье для различных классов сигналов. Использование свойств симметрии для ускоренного преобразования двух действительных последовательностей.	Самоконтроль. Консультация.	6
9-10	<u>Быстрое преобразование Фурье.</u> Способ предварительной сортировки отсчетов для децимации по времени. Алгоритм БПФ с децимацией по частоте. БПФ для последовательностей, длина которых не равна 2^N .	Самоконтроль. Консультация.	6
11-12	<u>Растекание спектра, различные виды окон, применение окон</u> Обоснование необходимости применения окон на примере спектра гармонического колебания. Треугольное окно и его свойства. Окна Хэмминга и Блэкмана. Окно Кайзера. Окно Тьюки. Сравнительная таблица параметров различных окон	Самоконтроль. Консультация.	6
Основы цифровой фильтрации сигналов			20
13-14	<u>Нерекурсивные фильтры, основные понятия, методы расчета</u> Четыре типа КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Особенности АЧХ, области применения для четырех типов фильтров. Сопоставление различных методов синтеза КИХ-фильтров. Области применения КИХ-фильтров. Построение дифференциаторов и преобразователей Гильберта. Специализированные КИХ-фильтры. СИС-фильтры.	Самоконтроль. Консультация.	10
15-16	<u>Рекурсивные фильтры, основные понятия</u> Формы реализации, каноническая форма построения, звенья второго порядка. Нелинейность фазы. Устойчивость. Обзор аналоговых прототипов, основные особенности. Сравнение и	Самоконтроль. Консультация.	10

	основные рекомендации применения КИХ и БИХ-фильтров		
Квантование в цифровых системах			14
17-18	<u>Эффекты квантования в цифровых устройствах</u> Формула зависимости дисперсии шума от количества разрядов. Линейная и нелинейная модели квантования чисел, оценки ошибок квантования. Эффекты квантования сигналов в цифровых фильтрах: квантование входного и выходного сигналов. Квантование результатов внутренних арифметических операций. Динамический диапазон устройства ЦОС.	Самоконтроль. Консультация.	14
Итого часов			72

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции;
5.2	Практические занятия: а) решение задач; в) проведение контрольных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, решение задач, – подготовка к текущему контролю успеваемости и экзамену;
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – вопросы и задания для проверки текущих знаний
6.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения аттестации. Фонд включает вопросы к экзамену и зачету