

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра радиоэлектронных
систем (РЭС_ОР)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра радиоэлектронных
систем (РЭС_ОР)

наименование кафедры

Ф.В. Зандер

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА
СИГНАЛОВ**

Дисциплина Б1.Б.24 Цифровая обработка сигналов

Направление подготовки /
специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация
транспортного радиоборудования
Специализация 25 05 03 02

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2016

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

250000 «АЭРОНАВИГАЦИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Специальность 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

Специализация 25.05.03.02 Инфокоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита 2016г.

Программу
составили

кандидат техн. наук, Профессор, Глинченко А.С.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является: теоретическое и практическое освоение методов и средств цифровой обработки сигналов (ЦОС), позволяющее выпускнику успешно вести исследования и разработки, направленные на создание и обеспечение функционирования радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения, основанных на их использовании.

Дисциплина является базовой.

1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать: физические и математические основы преобразования сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую и связанные с ними искажения и погрешности;

математические алгоритмы цифровой фильтрации и спектрально-корреляционного анализа сигналов;

методы синтеза цифровых фильтров и оценки точности ЦОС;

методы многоскоростной и многоканальной обработки сигналов;

общие принципы и средства реализации ЦОС.

уметь: составить техническое задание на разработку устройства или системы ЦОС;

обосновать в процессе исследования и разработки необходимые параметры дискретизации и квантования сигналов;

выбрать наиболее эффективные алгоритмы обработки сигналов;

выполнить синтез цифровых фильтров на ЭВМ;

определить необходимую разрядность процессора ЦОС исходя из требуемой точности обработки;

провести моделирование обработки сигналов на ЭВМ;

выбрать для реализации современную элементную базу в соответствии с технико-экономическими критериями;

разработать схемотехническое и программное обеспечение для реализации ЦОС на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), ЦСП или ПЭВМ;

владеть: методами математического, алгоритмического и структурного описания ЦОС;

средствами разработки аппаратного и программного обеспечения ЦОС, реализуемой на основе ПЛИС, ЦСП или ПЭВМ.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией
--

ПК-25: способностью генерирования идей, решения задач по созданию теоретических моделей, позволяющих прогнозировать изменение свойств объектов профессиональной деятельности

ПК-26: способностью разрабатывать планы, программы и методики проведения исследований объектов профессиональной деятельности на основе информационного поиска и анализа информации по объектам исследований
--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина базируется на ранее изученных дисциплинах:

Проблемно- ориентированные пакеты прикладных программ в радиотехнике

Схемотехника цифровых устройств

Цифровые устройства и микропроцессоры

Знания и умения, приобретенные в процессе изучения этой дисциплины, используются в дисциплинах и практиках:
Инфокоммуникационные системы и их информационная защита

Преддипломная практика

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		8	9
Общая трудоемкость дисциплины	8 (288)	5 (180)	3 (108)
Контактная работа с преподавателем:	3,5 (126)	2 (72)	1,5 (54)
занятия лекционного типа	1 (36)	1 (36)	
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	0,5 (18)		0,5 (18)
практикумы			
лабораторные работы	2 (72)	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	3,5 (126)	2 (72)	1,5 (54)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Нет	Да
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)	1 (36)	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке.	2	0	8	20	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
2	Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области, формы структурной реализации.	4	0	12	20	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
3	Методы синтеза и обеспечения точности цифровых фильтров.	6	4	8	20	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
4	Методы спектрально-корреляционного анализа сигналов	6	0	8	16	ОПК-5 ПК-25 ПК-26

5	Многоскоростные системы ЦОС. Интерполяция и децимация дискретных сигналов.	4	2	18	10	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
6	Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов.	4	0	10	12	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
7	Многоканальные системы ЦОС. Методы многоканального полосового анализа и синтеза сигналов.	6	2	8	8	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
8	Общие задачи и способы реализации ЦОС. Цифровые сигнальные процессоры.	4	10	0	20	ОПК-5 ПК-25 ПК-26
Всего		36	18	72	126	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. *Моделирование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и обратно.	2	0	0

2	2	Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области. *Графический способ определения частотной характеристики рекурсивных цифровых фильтров.	2	0	0
3	2	Формы структурной реализации цифровых фильтров. Алгоритмы программной реализации цифровых фильтров. *Сравнение прямых и обращенных структур цифровых фильтров.	2	0	0
4	3	Методы синтеза цифровых фильтров по заданной частотной характеристике. Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом билинейного преобразования. *Связь положения на комплексной плоскости нулей и полюсов аналогового и цифрового фильтров.	2	0	0
5	3	Синтез нерекурсивных цифровых фильтров по заданной частотной характеристике методами весовых функций и частотной выборки. *Численные методы синтеза цифровых фильтров.	2	0	0

6	3	<p>Методы оценки и обеспечения точности цифровых фильтров. Масштабирование сигналов в цифровых фильтрах. Шумы квантования и шумовые эквивалентные схемы цифровых фильтров. *Моделирование задач оценки и обеспечения точности цифровых фильтров на ЭВМ.</p>	2	0	0
7	4	<p>Методы спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Анализ амплитудного и фазового спектра сигналов (гармонический анализ сигналов). *Скользящее ДПФ на основе гребенки фильтров.</p>	2	0	0
8	4	<p>Спектрально-корреляционный анализ случайных сигналов на основе дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Преобразования случайных сигналов в линейных дискретных системах. *Оценка вычислительной эффективности методов спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе ДПФ/БПФ.</p>	2	0	0

9	4	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ) и их применение для цифровой фильтрации и спектрального анализа сигналов. *Сравнение эффективности алгоритмов БПФ с разными основаниями.	2	0	0
10	5	Многоскоростные системы ЦОС. Восходящие дискретные системы (ВДС). Интерполяция дискретных сигналов. Подсистемы вывода аналоговых сигналов с повышением частоты дискретизации. *Особенности реализации нерекурсивных цифровых фильтров в ВДС.	2	0	0
11	5	Нисходящие дискретные системы (НДС). Децимация дискретных сигналов. Особенности реализации нерекурсивных цифровых фильтров в НДС. Подсистемы ввода аналоговых сигналов с понижением частоты дискретизации. *Применение принципа НДС в цифровых радиоприемных устройствах.	2	0	0

12	6	Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов. Перенос спектров сигналов методом цифрового гетеродинирования. Комплексные дискретные сигналы. Квадратурная обработка узкополосных сигналов. *Применение инверсии спектров сигналов.	2	0	0
13	6	Однополосная модуляция – демодуляция дискретных сигналов методами цифрового гетеродинирования и преобразования Гильберта. Квадратурная амплитудная модуляция – демодуляция сигналов. *Реализация преобразователей Гильберта на основе цифровых фильтров и дискретного преобразования Фурье.	2	0	0
14	7	Многоканальные системы ЦОС. Методы формирования и разделения групповых сигналов с частотным уплотнением каналов и их применение в системах передачи непрерывных и дискретных сообщений. * Сопряжение многоканальных систем передачи с частотным и временным разделением каналов.	2	0	0

15	7	Методы многоканального полосового анализа и синтеза сигналов на основе полосовой фильтрации и кратковременного преобразования Фурье. *Требования к цифровым фильтрам систем полосового анализа и синтеза сигналов.	2	0	0
16	7	Системы анализа-синтеза сигналов на основе кратковременного преобразования Фурье. Полосные вокодеры. *Оценка частоты основного тона и признака тон-шум в полосных вокодерах.	2	0	0
17	8	Методы и средства аппаратной и аппаратно-программной реализации систем ЦОС. Задачи реализации ЦОС на основе ПЛИС и микропроцессоров общего назначения. *Средства разработки и отладки программного обеспечения систем ЦОС.	2	0	0
18	8	Цифровые сигнальные процессоры (ЦСП). Особенности архитектуры и системы команд. Реализация процессоров ЦОС на основе ЦСП семейства ADSP. *Системы разработки процессоров ЦОС на основе ЦСП.	2	0	0
Итого			26	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	3	Синтез цифровых фильтров. Анализ преобразований тестовых сигналов в исследуемой системе ЦОС, временные и частотные диаграммы сигналов. Структурное моделирование системы ЦОС.	4	0	0
2	5	Оценка требуемой скорости обработки, разрядности и объема памяти процессора ЦОС для базовых вариантов системы	2	0	0
3	7	Техническое задание на курсовую работу. Базовые структуры формирования и разделения групповых сигналов многоканальных систем передачи непрерывной и дискретной информации (по исходным данным систем частотной телеграфии (МКЧТ) и частотной телефонии (МКТФ)) и систем многоканального полосового анализа и синтеза сигналов заданного вида (речевых, радиолокационных, аудио и др.). Определение требований к элементам базовых структур системы ЦОС.	2	0	0
4	8	Структурная и параметрическая оптимизация системы ЦОС, разработка рабочей и реализационной структуры системы	4	0	0

5	8	Разработка граф-схем алгоритмов аппаратно-программной реализации системы с многоскоростной квадратурной обработкой сигналов.	2	0	0
6	8	Реализация процессора ЦОС на базе ЦСП	4	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Ознакомительное занятие по содержанию лабораторного практикума и его программному обеспечению. Инструктаж по технике безопасности	2	0	0
2	1	Лабораторная работа 1. Исследование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую.	6	6	0
3	2	Лабораторная работа 2. Синтез и исследование рекурсивных цифровых фильтров.	6	6	0
4	2	Лабораторная работа 3. Синтез и исследование нерекурсивных цифровых фильтров.	6	6	0
5	3	Лабораторная работа 4. Спектральный и корреляционный анализ сигналов на основе дискретного преобразования Фурье.	8	0	0
6	4	Лабораторная работа 5. Исследование цифровой фильтрации и спектрального анализа сигналов в MatLab.	8	0	0

7	5	Лабораторная работа 6. Исследование методов цифровой обработки сигналов по исходным данным систем многоканальной телефонии.	8	0	0
8	5	Лабораторная работа 7. Исследование методов цифровой обработки сигналов по исходным данным систем многоканальной частотной телеграфии.	10	0	0
9	6	Лабораторная работа 8. Исследование методов полосового анализа и синтеза случайных сигналов.	10	0	0
10	7	Лабораторная работа 9. Программирование цифровых сигнальных процессоров.	8	0	0
Итого			72	18	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Глинченко А.С.	Цифровая обработка сигналов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Глинченко А. С.	Цифровая обработка сигналов: методическое обеспечение аудиторных занятий и самостоятельной работы	Красноярск: СФУ, 2012

Л1.2	Сергиенко А. Б.	Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для студентов вузов по направлению 210300 "Радиотехника"	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2013
Л1.3	Глинченко А. С.	Цифровая обработка сигналов: курс лекций	Красноярск: ИПК СФУ, 2008
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Сергиенко А. Б.	Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для студентов вузов	Санкт-Петербург: Питер, 2003
Л2.2	Солонина А. И., Улахович Д. А., Арбузов С. М., Соловьева Е. Б., Гук И. И.	Основы цифровой обработки сигналов: курс лекций: учеб. пособие	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003
Л2.3	Глинченко А. С.	Цифровая обработка сигналов: учебное пособие	Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2005
Л2.4	Солонина А. И., Клионский Д. М., Меркучева Т. В., Перов С. Н.	Цифровая обработка сигналов и MATLAB: учебное пособие для студентов вузов, обучающимся по направлению 210700 "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" квалификации "бакалавр" и "магистр"	Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Глинченко А. С.	Цифровая обработка сигналов: методические указания по самостоятельной работе	Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ, 2008
Л3.2	Глинченко А.С.	Цифровая обработка сигналов: метод. указ. по самостоят. работе	Красноярск: ИПК СФУ, 2008
Л3.3	Глинченко А.С.	Цифровая обработка сигналов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2008

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Официальный сайт корпорации Altera	www.altera.com
Э2	Официальный сайт корпорации Xilinx	www.xilinx.com
Э3	Официальный сайт компании Analog Devices	http://www.analog.com
Э4	Официальный сайт компании Agilent Technologies	www.agilent.com
Э5	Официальный сайт компании National Instruments, или NI (NASDAQ: NATI)	www.ni.com

Э6	Официальный сайт компании Texas Instrument	www.ti.com
Э7	Официальный сайт компании Motorola	www.motorola.com

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В данном разделе даются сведения, представляемые обучаемым, в которых содержится необходимая им информация об организации учебного процесса по дисциплине и требованиях к ее освоению.

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» тематически состоит из трех модулей: модуль 1 – «Базовые методы и алгоритмы ЦОС»; модуль 2 – «Системные методы ЦОС»; модуль 3 – «Методы и средства реализации ЦОС».

К модулю 1 относятся разделы курса 1 – 4, к модулю 2 – разделы 5 – 7, к модулю 3 – раздел 8.

Лекционные занятия по дисциплине проводятся в 8-м семестре и охватывают содержание всех ее модулей. В этом же семестре сдается экзамен.

Лабораторные работы по курсу разбиты на 2 группы. В лабораторных работах 1 – 5 первой группы, выполняемых в 8-м семестре, исследуются базовые методы и алгоритмы ЦОС. Лабораторные работы 6 – 9 второй группы по исследованию системных методов ЦОС и методов и средств реализации ЦОС выполняются в 9-м семестре.

В 9-м семестре проводятся практические занятия по тематике курсовой работы и выполняется курсовая работа.

Успешное освоение дисциплины ЦОС основывается на изучении теоретического материала в рамках лекционных занятий и самостоятельной работы, закреплении и апробации его путем выполнения лабораторных работ и применения для разработки конкретной системы ЦОС в рамках практических занятий и курсовой работы.

На основе знания теоретического материала по теме лабораторных работ обучаемый должен представлять ожидаемые результаты лабораторного исследования и уметь самостоятельно проверить и обосновать их правильность. Это является условием своевременного выполнения и защиты лабораторных работ в соответствии с установленным графиком учебного процесса по дисциплине. Обучаемый может самостоятельно проверить освоение материала по теме лабораторной работы по приводимым в методических указаниях контрольным вопросам. Ответы на них должны быть привязаны к лабораторной работе и подтверждаться ее результатами.

Критерием качества выполнения курсовой работы является принятие оптимальных решений на всех этапах проектирования системы ЦОС.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	1. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
9.1.2	2. Среда графического программирования LabVIEW.
9.1.3	3. Программные средства собственной разработки (программы синтеза цифровых фильтров (4), программа структурного моделирования систем ЦОС SDCAD, программа спектрально-корреляционного анализа сигналов SCANA).

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	1.Электронно-библиотечная система СФУ[Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://bik.sfu-kras.ru
9.2.2	2.Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы http://ibooks.ru/
9.2.3	
9.2.4	

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебный класс ПЭВМ класса Pentium III информационно-вычислительного центра ИИФиРЭ СФУ.

Устройства ввода-вывода (сбора данных) для разработки и реализации систем ЦОС на базе ПЭВМ.

Модули разработки и реализации систем ЦОС на основе ЦСП.

Проектор, подключенный к компьютеру с операционной системой Windows и Microsoft Office.

Презентация дисциплины (196 слайдов).