

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.Б.24 Цифровая обработка сигналов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования

Направленность (профиль)

25.05.03 специализация N 2 "Инфокоммуникационные системы на  
транспорте и их информационная защита":

Форма обучения

очная

Год набора

2018

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## **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**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как</b>	

<b>средством управления информацией</b>	
ОПК-5: способностью использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией	Методы, способы, средства получения, хранения, переработки информации Работать с компьютером Основными методами, способами, средствами получения, хранения, переработки информации
<b>ПК-27: готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования</b>	
ПК-27: готовностью к участию в выполнении опытно-конструкторских разработок транспортного радиоэлектронного оборудования	общие принципы и средства реализации ЦОС; составить техническое задание на разработку устройства или системы ЦОС; средствами разработки аппаратного и программного обеспечения ЦОС, реализуемой на основе ПЛИС, ЦСП или ПЭВМ.
<b>ПК-4: готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем</b>	
ПК-4: готовностью участвовать в модернизации транспортного радиоэлектронного оборудования, формировать рекомендации по выбору и замене его элементов и систем	методы синтеза цифровых фильтров и оценки точности ЦОС; методы многоскоростной и многоканальной обработки сигналов;  выбрать наиболее эффективные алгоритмы обработки сигналов;  разработать схемотехническое и программное обеспечение для реализации ЦОС на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), ЦСП или ПЭВМ;

#### **1.4 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)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,5 (126)</b>		
занятия лекционного типа	1 (36)		
практические занятия	0,5 (18)		
лабораторные работы	2 (72)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>3,5 (126)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Да		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Введение в цифровую обработку</b>									
	1. Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. *Моделирование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и обратно.	2							
	2. Ознакомительное занятие по содержанию лабораторного практикума и его программному обеспечению. Инструктаж по технике безопасности					2			
	3. Лабораторная работа 1. Исследование преобразований сигналов из аналоговой формы в цифровую и из цифровой в аналоговую.					6			
	4. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
	5. Теоретическое обучение							16	
<b>2. Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области, формы структурной</b>									

1. Цифровые фильтры. Методы математического описания во временной и частотной области. *Графический способ определения частотной характеристики рекурсивных цифровых фильтров.	2							
2. Формы структурной реализации цифровых фильтров. Алгоритмы программной реализации цифровых фильтров. *Сравнение прямых и обращенных структур цифровых фильтров.	2							
3. Лабораторная работа 2. Синтез и исследование рекурсивных цифровых фильтров.					6			
4. Лабораторная работа 3. Синтез и исследование нерекурсивных цифровых фильтров.					6			
5. Теоретическое обучение							16	
6. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
<b>3. Методы синтеза и обеспечения точности цифровых фильтров.</b>								
1. 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							
2. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров по заданной частотной характеристике методами весовых функций и частотной выборки. *Численные методы синтеза цифровых фильтров.	2							

3. 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.	2							
4. Лабораторная работа 4. Спектральный и корреляционный анализ сигналов на основе дискретного преобразования Фурье.					8			
5. Синтез цифровых фильтров. Анализ преобразований тестовых сигналов в исследуемой системе ЦОС, временные и частотные диаграммы сигналов. Структурное моделирование системы ЦОС.			4					
6. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
7. Теоретическое обучение							16	
<b>4. Методы спектрально-корреляционного анализа сигналов</b>								
1. Методы спектрально-корреляционного анализа сигналов на основе дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Анализ амплитудного и фазового спектра сигналов (гармонический анализ сигналов). *Скольльзящее ДПФ на основе гребенки фильтров.	2							
2. 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.	2							



3. Алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ) и их применение для цифровой фильтрации и спектрального анализа сигналов. *Сравнение эффективности алгоритмов БПФ с разными основаниями.	2							
4. Лабораторная работа 5. Исследование цифровой фильтрации и спектрального анализа сигналов в MatLab.					8			
5. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
6. Теоретическое обучение							12	
<b>5. Многоскоростные системы ЦОС.</b>								
1. 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							
2. 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							
3. Лабораторная работа 6. Исследование методов цифровой обработки сигналов по исходным данным систем многоканальной телефонии.					8			
4. Лабораторная работа 7. Исследование методов цифровой обработки сигналов по исходным данным систем многоканальной частотной телеграфии.					10			

5. Оценка требуемой скорости обработки, разрядности и объема памяти процессора ЦОС для базовых вариантов системы			2					
6. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
7. Теоретическое обучение							6	
<b>6. Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов.</b>								
1. 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							
2. 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							
3. Лабораторная работа 8. Исследование методов полосового анализа и синтеза случайных сигналов.					10			
4. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
5. Теоретическое обучение							8	
<b>7. Многоканальные системы ЦОС. Методы многоканального полосового анализа и синтеза сигналов.</b>								

1. 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							
2. 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							
3. Системы анализа-синтеза сигналов на основе кратковременного преобразования Фурье. Полосные вокодеры. *Оценка частоты основного тона и признака тон-шум в полосных вокодерах.	2							
4. Лабораторная работа 9. Программирование цифровых сигнальных процессоров.					8			
5. 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					
6. Составление отчетов по лабораторным работам							4	
7. Теоретическое обучение							4	

<b>8. Общие задачи и способы реализации ЦОС. Цифровые сигнальные процессоры.</b>								
1. 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							
2. 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							
3. Структурная и параметрическая оптимизация системы ЦОС, разработка рабочей и реализационной структуры системы			4					
4. Разработка граф-схем алгоритмов аппаратно-программной реализации системы с многоскоростной квадратурной обработкой сигналов.			2					
5. Реализация процессора ЦОС на базе ЦСП			4					
6. Курсовая работа							20	
7.								
Всего	36		18			72		126

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: методическое обеспечение аудиторных занятий и самостоятельной работы (Красноярск: СФУ).
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для студентов вузов по направлению 210300 "Радиотехника"(Санкт-Петербург: БХВ-Петербург).
3. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: курс лекций (Красноярск: ИПК СФУ).
4. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие для студентов вузов(Санкт-Петербург: Питер).
5. 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).
6. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие (Красноярск: ИПЦ КГТУ).
7. 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).
8. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов: методические указания по самостоятельной работе(Красноярск: Информационно-полиграфический комплекс [ИПК] СФУ).
9. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов: метод. указ. по самостоят. работе(Красноярск: ИПК СФУ).
10. Глинченко А.С. Цифровая обработка сигналов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
11. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов. Лабораторные работы по исследованию системных методов и средств реализации цифровой обработки сигналов: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).
12. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов. Лабораторные работы по исследованию базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).
13. Глинченко А. С. Цифровая обработка сигналов. Курсовая работа и практические занятия: учебно-методическое пособие(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Система MatLab 6(7.3) + Simulink 5 (учебная).
2. Среда графического программирования LabVIEW.

3. Программные средства собственной разработки (программы синтеза цифровых фильтров (4), программа структурного моделирования систем ЦОС SDCAD, программа спектрально-корреляционного анализа сигналов SCANA).

#### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. 1.Электронно-библиотечная система СФУ[Электронный ресурс]: - Режим доступа: <http://bik.sfu-kras.ru>
2. 2.Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы <http://ibooks.ru/>
- 3.
- 4.

#### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### **6 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).