

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Татарский Да



20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**

Аппаратные средства цифровой фильтрации Б1.В.ДВ.9

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Колчев А.А.

**Рецензент(ы):**

Стенин Ю.М.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № \_\_\_\_ от "\_\_\_\_" \_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный № 66617

Казань

2017

## **Содержание**

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Колчев А.А. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем , AAKolchev@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины 'Аппаратные средства цифровой фильтрации' являются освоение методов обработки информационных данных в современных системах регистрации и накопления данных, изучение методов реализации эффективных алгоритмов преобразования и анализа информационных данных аппаратными средствами. Получение студентами знаний в области преобразования сигналов, их обработки, построение цифровых фильтров с заданными характеристиками, обладание навыками проведения анализа характеристик сигналов. Усвоение информации об аппаратных способах реализации цифровых фильтров.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел 'Вариативная часть'. Осваивается на четвертом курсе (8 семестр).

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки

В результате освоения дисциплины студент:

### 1. должен знать:

Принципы использования теоремы Котельникова, прямое и обратное Фурье-преобразование сигналов, методы обработки сигналов с ограниченным спектром, принципы дискретизации сигналов и восстановление сигналов, методы анализа и характеристики радиотехнических цепей, принципы расчета цифровых фильтров и их практическая реализация в виде алгоритмов и с использованием аппаратных средств. Принципов построения аппаратных средств обработки сигналов.

### 2. должен уметь:

Совершать прямое и обратное Фурье-преобразование сигналов, получать сигналы с ограниченным спектром, восстанавливать сигналы по их отсчетам, рассчитывать параметры цифровых фильтров и выполнять их практическую реализацию в виде алгоритмов и с применением аппаратных средств. Рассчитывать параметры базовых схем при аппаратной реализации ЦФ.

### 3. должен владеть:

Навыками обработки аналоговых и цифровых сигналов, пользоваться прямым и обратным Фурье-преобразованием сигналов, навыками обработки сигналов с ограниченным спектром и восстановления сигналов по их отсчетам, принципами расчета параметров цифровых фильтров и выполнять их практическую реализацию в виде алгоритмов и с применением аппаратных средств.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике

#### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### **4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

##### **Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы анализа сигналов. Аналоговые и цифровые системы.	8	1-2	4	0	0	Дискуссия
2.	Тема 2. Разложение сигналов в ряд Фурье. Характеристики линейных систем.	8	3-4	4	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Описание линейных систем	8	5	4	0	0	Устный опрос
4.	Тема 4. Дискретные сигналы. Аналого-цифровое преобразование.	8	6-7	4	0	0	Письменное домашнее задание
5.	Тема 5. Спектральный анализ в дискретном исполнении. Перенос спектра.	8	8	4	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Цифровые фильтры. Принцип действия цифровых фильтров.	8	9-12	8	0	0	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Сигнальные процессоры. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel.	8	13-16	8	0	0	Дискуссия
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			36	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### **Тема 1. Основы анализа сигналов. Аналоговые и цифровые системы.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основы анализа сигналов. Аналоговые системы. Виды сигналов. Формы представления сигналов. Комплексная форма представления сигналов.

##### **Тема 2. Разложение сигналов в ряд Фурье. Характеристики линейных систем.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Ортонормированный базис. Разложение сигналов в ряд Фурье. Преобразование Фурье и его свойства. Характеристики линейных систем: импульсная и переходная характеристики; комплексный коэффициент передачи.

##### **Тема 3. Описание линейных систем**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Способы описания систем. Описание линейных систем с помощью дифференциальных уравнений. Спектральный и временной подходы к прохождению сигнала через линейную аналоговую систему.

##### **Тема 4. Дискретные сигналы. Аналого-цифровое преобразование.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Дискретные сигналы. Дискретизация по амплитуде, по времени и по частоте.

Аналого-цифровое преобразование. Теорема о выборках Котельникова?Шеннона и ее

использование на практике. Перенос выводов теоремы о выборках на область частот.

Дискретное преобразование Фурье. Взаимные соответствия перехода из временной области в частотную и обратно.

##### **Тема 5. Спектральный анализ в дискретном исполнении. Перенос спектра.**

###### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Спектральный анализ в дискретном исполнении. Фильтрация сигнала в частотной области.

Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритм БПФ с прореживанием по времени.

Перенос спектра.

##### **Тема 6. Цифровые фильтры. Принцип действия цифровых фильтров.**

###### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

Цифровые фильтры. Понятие z-преобразования. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье. Свойства z-преобразования. Принцип действия цифровых фильтров. Фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Частотный коэффициент передачи цифрового фильтра, системная функция. Примеры перехода от аналогового прототипа к цифровому фильтру.

##### **Тема 7. Сигнальные процессоры. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel.**

###### **лекционное занятие (8 часа(ов)):**

**Сигнальные процессоры.** Структура сигнального процессора, реализующего алгоритм цифровой фильтрации с КИХ и БИХ. Реализация БПФ и цифровой фильтрации на микроконтроллерах общего назначения. Идеология микроконтроллерных систем. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel. Назначение функциональных блоков. Система прерываний. Таймеры. Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь. Примеры программирования AVR микроконтроллера, реализующего алгоритм БПФ и логику работы цифрового фильтра с БИХ.

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основы анализа сигналов. Аналоговые и цифровые системы.	8	1-2	домашнее задание	2	отчет
				подготовка к дискуссии	2	дискуссия
2.	Тема 2. Разложение сигналов в ряд Фурье. Характеристики линейных систем.	8	3-4	домашнее задание	2	отчет
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Описание линейных систем	8	5	домашнее задание	2	отчет
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Дискретные сигналы. Аналого-цифровое преобразование.	8	6-7	домашнее задание	2	отчет
				подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Спектральный анализ в дискретном исполнении. Перенос спектра.	8	8	домашнее задание	2	отчет
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Цифровые фильтры. Принцип действия цифровых фильтров.	8	9-12	домашнее задание	4	отчет
				подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
7.	Тема 7. Сигнальные процессоры. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel.	8	13-16	домашнее задание	2	отчет
				подготовка к дискуссии	2	дискуссия
Итого					30	

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Современное компьютерное оборудование позволяющее реализовать программы высокого уровня сложности и проводить анализ сигналов в реальном времени. Освоение дисциплины "Аппаратные средства цифровой фильтрации" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и современных образовательных технологий с использованием в учебном процессе современной компьютерной техники и программных продуктов.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Основы анализа сигналов. Аналоговые и цифровые системы.**

дискуссия , примерные вопросы:

Темы: Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов. Математические модели дискретных сигналов. Основы анализа сигналов. Аналоговые системы. Комплексная форма представления сигналов. отчет , примерные вопросы:

Темы: Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов. Математические модели дискретных сигналов. Основы анализа сигналов. Аналоговые системы. Комплексная форма представления сигналов.

### **Тема 2. Разложение сигналов в ряд Фурье. Характеристики линейных систем.**

отчет , примерные вопросы:

Темы: Спектр дискретного сигнала. Связь между спектрами дискретного и аналогового сигналов. Явление наложения спектров. Разложение сигналов в ряд Фурье. Преобразование Фурье и его свойства. Характеристики линейных систем: импульсная и переходная характеристики; комплексный коэффициент передачи.

устный опрос , примерные вопросы:

Вопросы: Спектр дискретного сигнала. Связь между спектрами дискретного и аналогового сигналов. Явление наложения спектров. Разложение сигналов в ряд Фурье. Преобразование Фурье и его свойства. Характеристики линейных систем: импульсная и переходная характеристики; комплексный коэффициент передачи.

### **Тема 3. Описание линейных систем**

отчет , примерные вопросы:

Темы: Описание линейных систем с помощью дифференциальных уравнений. Спектральный и временной подходы к прохождению сигнала через линейную аналоговую систему. Цифровые фильтры на основе разностных. Уравнений и дискретной временной свертки. Определение и классификация дискретных систем. Методы математического описания линейных дискретных систем во временной области и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе. Методы математического описания сигналов дискретных систем на комплексной плоскости (в частотной области).

устный опрос , примерные вопросы:

Темы: Описание линейных систем с помощью дифференциальных уравнений. Спектральный и временной подходы к прохождению сигнала через линейную аналоговую систему. Цифровые фильтры на основе разностных. Уравнений и дискретной временной свертки. Определение и классификация дискретных систем. Методы математического описания линейных дискретных систем во временной области и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе. Методы математического описания сигналов дискретных систем на комплексной плоскости (в частотной области).

### **Тема 4. Дискретные сигналы. Аналого-цифровое преобразование.**

домашнее задание , примерные вопросы:

Темы: Определение и оценка методической погрешности, вызываемой дискретизацией сигнала по времени практические особенности дискретизации сигнала. Условия выбора частоты дискретизации. Квантование сигналов по уровню. Дискретные сигналы. Дискретизация по амплитуде, по времени и по частоте. Аналого-цифровое преобразование. Теорема о выборках Котельникова?Шеннона и ее использование на практике.

отчет , примерные вопросы:

Темы: Определение и оценка методической погрешности, вызываемой дискретизацией сигнала по времени практические особенности дискретизации сигнала. Условия выбора частоты дискретизации. Квантование сигналов по уровню. Дискретные сигналы. Дискретизация по амплитуде, по времени и по частоте. Аналого-цифровое преобразование. Теорема о выборках Котельникова?Шеннона и ее использование на практике.

### **Тема 5. Спектральный анализ в дискретном исполнении. Перенос спектра.**

отчет , примерные вопросы:

Спектральный анализ в дискретном исполнении. Фильтрация сигнала в частотной области. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритм БПФ с прореживанием по времени. Перенос спектра. Перенос выводов теоремы о выборках на область частот. Дискретное преобразование Фурье. Взаимные соответствия перехода из временной области в частотную и обратно. Условия выбора разрядности АЦП инструментальные погрешности преобразования аналог код. Условие математической адекватности дискретного и цифрового сигналов. Преобразование сигнала из цифровой формы в аналоговую.

устный опрос , примерные вопросы:

Спектральный анализ в дискретном исполнении. Фильтрация сигнала в частотной области. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Алгоритм БПФ с прореживанием по времени. Перенос спектра. Перенос выводов теоремы о выборках на область частот. Дискретное преобразование Фурье. Взаимные соответствия перехода из временной области в частотную и обратно. Условия выбора разрядности АЦП инструментальные погрешности преобразования аналог код. Условие математической адекватности дискретного и цифрового сигналов. Преобразование сигнала из цифровой формы в аналоговую.

### **Тема 6. Цифровые фильтры. Принцип действия цифровых фильтров.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Прямая форма реализации нерекурсивных фильтров. Передаточная функция и частотная характеристика нерекурсивного фильтра. Нерекурсивные фильтры с линейной фазочастотной характеристикой. Синтез цифровых фильтров по заданной частотной. Задачи и методы синтеза цифровых фильтров. Синтез рекурсивных фильтров по аналоговому прототипу. Метод билинейного преобразования. Синтез нерекурсивных фильтров методом весовых функций. Синтез нерекурсивных фильтров методом частотной выборки. Численные методы синтеза цифровых фильтров.

отчет , примерные вопросы:

Цифровые фильтры. Понятие z-преобразования. Связь z-преобразования с преобразованиями Лапласа и Фурье. Свойства z-преобразования. Принцип действия цифровых фильтров. Фильтр с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ). Частотный коэффициент передачи цифрового фильтра, системная функция. Примеры перехода от аналогового прототипа к цифровому фильтру. Передаточная функция и частотная характеристика дискретной системы. Передаточные функции рекурсивных цифровых фильтров. Частотные характеристики рекурсивных фильтров. Формы реализации рекурсивных фильтров.

### **Тема 7. Сигнальные процессоры. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel.**

дискуссия , примерные вопросы:

Сигнальные процессоры. Структура сигнального процессора, реализующего алгоритм цифровой фильтрации с КИХ и БИХ. Реализация БПФ и цифровой фильтрации на микроконтроллерах общего назначения. Идеология микроконтроллерных систем. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel. Назначение функциональных блоков. Система прерываний. Таймеры. Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь. Примеры программирования AVR микроконтроллера, реализующего алгоритм БПФ и логику работы цифрового фильтра с БИХ.

отчет , примерные вопросы:

Сигнальные процессоры. Структура сигнального процессора, реализующего алгоритм цифровой фильтрации с КИХ и БИХ. Реализация БПФ и цифровой фильтрации на микроконтроллерах общего назначения. Идеология микроконтроллерных систем. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel. Назначение функциональных блоков. Система прерываний. Таймеры. Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь. Примеры программирования AVR микроконтроллера, реализующего алгоритм БПФ и логику работы цифрового фильтра с БИХ.

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Вопросы к зачету

1. Импульсная характеристика АФ, ее использование для нахождения реакции АФ на произвольный входной сигнал. Пример. Условие физической реализуемости.
2. Передаточная функция ЦФ общего вида.
3. Классификация сигналов и фильтров.
4. Переходная характеристика АФ, ее связь с импульсной характеристикой, реакция АФ на произвольный сигнал.
5. Связь структуры разностного уравнения и передаточной функции ЦФ.
6. Динамическая форма представления сигнала (на основе функции включения).
7. Частотный коэффициент передачи АФ, его связь с импульсной характеристикой АЧХ и ФЧХ. Пример.
8. Прямой метод синтеза ЦФ.
9. Динамическая форма представления сигнала ( на основе  $\Delta$ - функции).
10. Спектральный метод анализа АФ. Нахождение выхода АФ. "ГВЗ". Типы частотно-избирательных фильтров.
11. Пространство сигналов, норма сигнала.
12. Операторный метод - передаточная функция АФ, ее свойства, нахождение выходного сигнала.
13. Метрическое пространство сигналов.
14. Синтез ФНЧ по заданной АЧХ ( на примере фильтра Баттервортса).
15. Свойство линейности стационарности АФ.
16. Скалярное произведение и энергия сигнала.
17. Теория ортогональных сигналов. Обобщенный ряд Фурье.
18. Цифровые фильтры, алгоритм, разновидности.
19. Периодические сигналы, ряд Фурье.
20. Анализ ЦФ на основе импульсной характеристики. Пример.
21. Нуль - полюсная диаграмма фильтра Баттервортса n-го порядка.
22. Формы рядов Фурье.
23. Анализ ЦФ на основе передаточной функции. Пример.
24. Условие физической реализуемости фильтра.
25. Преобразование Фурье. Спектральная плотность.
26. Анализ ЦФ на основе дифференциального уравнения. Сравнение РЦФ и НЦФ.

27. Сигнал с ограниченным спектром. Формула Рэлея (обобщенная).
  28. Формы реализации ЦФ.
  29. Ряд Котельникова.
  30. Частотная характеристика ЦФ. Пример. Нуль - полюсная диаграмма.
  31. Типы частотно-избирательных фильтров.
  32. Теорема Котельникова. Ошибки аппроксимации по Котельникову.
  33. Синтез ЦФ методом инвариантности импульсной характеристики. Пример. ЦФ 2-го порядка.
  34. Синтез ЦФ методом билинейного Z - преобразования. Пример.
  35. Восстановление сигнала по Котельникову.
  36. Прямой метод синтеза ЦФ (для нерекурсивных фильтров, через  $h(nT)$ ).
  37. Дискретное преобразование Фурье. ДПФ и его свойства.
  38. Прямой метод, Метод частотной выборки. Временные окна.
  39. Обратное дискретное преобразование Фурье (ОДПФ).
  40. Согласованный ЦФ во временной или частотной области.
  41. Быстрое ДПФ.
  42. Каноническая форма реализации ЦФ.
  43. Z - преобразование и его свойства. Обратное Z - преобразование.
  44. Сигнальные процессоры.
  45. Структура сигнального процессора, реализующего алгоритм цифровой фильтрации с КИХ и БИХ.
  46. Реализация БПФ и цифровой фильтрации на микроконтроллерах общего назначения.
  47. Структурная схема 8-разрядного AVR микроконтроллера фирмы Atmel.
  48. Назначение функциональных блоков.
  49. Система прерываний. Таймеры.
  50. Аналоговый компаратор. Аналого-цифровой преобразователь.
- САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (СРС)** включает следующие виды работ:
- изучение теоретического лекционного материала;
  - проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
  - реализация индивидуальных заданий в виде компьютерной программы;
  - подготовка к контрольным и проверочным работам.

### **7.1. Основная литература:**

1. Подлесный, С. А. Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011. - 352 с. - ISBN 978-5-7638-2263-2. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=441113> ЭБС "Знаниум"
2. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. ? 3-е изд. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2011. ? 768 с. ? (Учебная литература для вузов). - ISBN 978-5-9775-0606-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=354905> ЭБС "Знаниум"
3. Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. ? СПб.: БХВ-Петербург, 2008. ? 814 с.: ил. ? (Учебное пособие) - ISBN 978-5-9775-0259-7. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=350520> ЭБС "Знаниум"

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Периферийные устройства вычислительной техники: Учебное пособие / Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 432 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (п) ISBN 978-5-91134-594-5, 700 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=424031> ЭБС "Знаниум"

2. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 614 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006703-2, 600 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=405030> ЭБС "Знаниум"

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Введение в цифровую фильтрацию - <http://www.geokniga.org/books/2882>

Методология построения ЦФ - [http://kit-e.ru/articles/circuit/2009\\_10\\_108.php](http://kit-e.ru/articles/circuit/2009_10_108.php)

Полезное ПО - <http://www.sm.bmstu.ru/sm5/n4/oba/proz3.html>

Сигнальные процессоры в ЦФ - [http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/02\\_07/stat\\_120.htm](http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/02_07/stat_120.htm)

Цифровая фильтрация - [http://www.ccas.ru/DCM/Chichag/2\\_FILTER/H2VC.htm](http://www.ccas.ru/DCM/Chichag/2_FILTER/H2VC.htm)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Аппаратные средства цифровой фильтрации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Лекционный зал с доской и мультимедийным проектором. Компьютерный зал на 9 рабочих мест для проведения практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Колчев А.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.

Рецензент(ы):

Стенин Ю.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_ 201 \_\_\_\_ г.