

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

« 31 » мая 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.О.19 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ***

*(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки/специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

*(код и наименование направления подготовки/специальности)*

Направленность (профиль) / специализация

Оптические системы и сети связи

*(наименование направленности (профиля) / специализации)*

Форма обучения очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*

Квалификация бакалавр

Краснодар 2024

Рабочая программа дисциплины Б1.О.19 «Цифровая обработка сигналов» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

---

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.П. Прохоров, канд. физ.-мат. наук,  
доцент кафедры оптоэлектроники



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.18 «Цифровая обработка сигналов» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 9 от 12 апреля 2024 г.


Заведующий кафедрой оптоэлектроники  
д-р техн. наук, профессор Н.А. Яковенко



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 5 от 18 апреля 2024 г.

Председатель УМК ФТФ  
д-р физ.-мат. наук, профессор Н.М. Богатов



подпись

Рецензенты:

Шевченко А.В., канд. физ.-мат. наук, ведущий специалист ООО «Южная аналитическая компания»

Исаев В.А., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «КубГУ»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является обеспечение базовой подготовки студентов в области методов, алгоритмов и средств цифровой обработки сигналов в радиоэлектронике, технике связи и смежных областях. При этом особое внимание уделяется изучению математического аппарата и основ теории цифровой обработки сигналов, методов проектирования алгоритмов цифровой обработки сигналов и расчета цифровых фильтров с использованием современных средств вычислительной техники.

### 1.2 Задачи дисциплины

Задачами освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» являются:

- изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов в части базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя: математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье;
- изучение основных этапов проектирования цифровых фильтров;
- изучение методов синтеза и анализа цифровых фильтров и их математического описания в виде структур;
- изучение современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.19 «Цифровая обработка сигналов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет.

Дисциплина логически и содержательно-методически связана с дисциплинами обязательной части Блока 1 «Математический анализ», «Физика», «Общий физический практикум» и дисциплин вариативной части Блока 1. Для освоения данной дисциплины необходимо владеть методами математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, решением алгебраических и дифференциальных уравнений; теории функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики; знать основные физические законы; уметь применять математические методы и физические законы для решения практических задач.

В результате изучения настоящей дисциплины студенты должны получить знания, имеющие не только самостоятельное значение, но и обеспечивающие базовую подготовку для усвоения дисциплин обязательной и вариативной частей Блока 1, обеспечивая согласованность и преемственность с этими дисциплинами при переходе к оптическим и цифровым технологиям.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<p>ИОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации</p> <p>ИОПК-1.2 Способен применять физические законы и математически методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ИОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы математического описания линейных дискретных систем;</li> <li>– основные этапы проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров;</li> <li>– методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры;</li> <li>– метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье;</li> <li>– алгоритм быстрого преобразования Фурье;</li> <li>– принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой.</li> </ul> <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;</li> <li>– задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;</li> <li>– обосновывать выбор типа цифрового фильтра, с конечной или бесконечной импульсной характеристикой;</li> <li>– синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;</li> <li>– обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;</li> <li>– вычислять дискретное преобразование Фурье дискретного сигнала с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье средствами компьютерного моделирования.</li> </ul> <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;</li> <li>– навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;</li> <li>– навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– навыками компьютерного вычисления дискретного преобразования Фурье на основе быстрого преобразования Фурье.</li> </ul>
<p><b>ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности</b></p>	
<p>ИОПК-3.1 Знает основные закономерности и принципы передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем</p>	<p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы математического описания линейных дискретных систем;</li> <li>– основные этапы проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров;</li> <li>– методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры;</li> </ul>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ИОПК-3.2 Способен решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники ИОПК-3.3 Владеет методами и навыками обеспечения информационной безопасности	<ul style="list-style-type: none"> <li>– метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье;</li> <li>– алгоритм быстрого преобразования Фурье;</li> <li>– принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой.</li> </ul> <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;</li> <li>– задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;</li> <li>– обосновывать выбор типа цифрового фильтра, с конечной или бесконечной импульсной характеристикой;</li> <li>– синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;</li> <li>– обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;</li> <li>– вычислять дискретное преобразование Фурье дискретного сигнала с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье средствами компьютерного моделирования.</li> </ul> <p>В результате обучения по дисциплины обучающиеся должны владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;</li> <li>– навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;</li> <li>– навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– навыками компьютерного вычисления дискретного преобразования Фурье на основе быстрого преобразования Фурье.</li> </ul>

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная	очно-заочная	заочная
		3 семестр (часы)		
<b>Контактная работа, в том числе:</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>46,2</b>	<b>46,2</b>		

занятия лекционного типа	16	16			
лабораторные занятия	30	30			
практические занятия	–	–			
семинарские занятия	–	–			
Указываются виды работ в соответствии с учебным планом	–	–			
<b>Иная контактная работа:</b>	–	–			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	9	9			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	–	–			
Контрольная работа	–	–			
Расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	–	–			
Реферат/эссе (подготовка)	–	–			
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	88,8	88,8			
Подготовка к текущему контролю	–	–			
<b>Контроль:</b>	–	–			
Подготовка к экзамену	–	–			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>46,2</b>	<b>46,2</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Сигналы и линейные системы	16,8	4	–	4	8,8
2	Дискретизация и дискретные преобразования сигналов	30	4	–	6	20
3	Фильтрация одномерных сигналов	44	4	–	10	30
4	Частотный анализ цифровых фильтров	44	4	–	10	30
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	42	16	–	30	88,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	9	–	–	6	–
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	–	–	–	–
	Подготовка к текущему контролю	–	–	–	–	–
	Общая трудоемкость по дисциплине	144	–	–	–	–

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Сигналы и линейные системы	Классификация сигналов. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Метрология сигналов. Линейное, нормированное, метрическое и гильбертово пространства сигналов. Фурье-преобразование сигналов и его свойства. Обобщенный ряд Фурье. Эффект Гиббса. Преобразование свертки. Корреляционные и спектральные соотношения. Динамическое и спектральное представление сигналов. Мощность и энергия сигналов. Энергетические спектры сигналов. Математическое описание шумов и помех. Характеристики помех. Линейные и инвариантные к сдвигу системы преобразования сигналов. Импульсный отклик и передаточные функции систем. Интеграл Дюамеля. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики систем.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; отчет по выполненным лабораторным работам; тестирование; реферат
2	Дискретизация и дискретные преобразования сигналов	Задачи и принципы дискретизации сигналов. Равномерная дискретизация. Спектр дискретного сигнала. Интерполяционный ряд Котельникова–Шеннона. Дискретизация с усреднением. Дискретизация спектров. Дискретизация по критерию наибольшего отклонения. Адаптивная дискретизация. Квантование сигналов. Децимация и интерполяция данных. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Непрерывное и дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование сигналов. Примеры z-преобразования. Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа. Свойства z-преобразования. Отображение z-преобразования. Аналитическая форма z-образов. Обратное z-преобразование. Дискретная свертка (конволюция). Уравнение дискретной свертки. Техника свертки. Автокорреляция и ее вычисление. Применения автокорреляционной функции. Вейвлет-преобразование и вейвлет-фильтрация. Программирование вейвлет-преобразований.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; отчет по выполненным лабораторным работам; тестирование; реферат
3	Фильтрация одномерных сигналов	Обработка цифровых сигналов. Ключевые операции цифровой обработки (линейная свертка, корреляция, линейная цифровая фильтрация, дискретные преобразования, модуляция сигналов). Области применения цифровой обработки сигналов. Цифровые фильтры. Нерекурсивные и рекурсивные фильтры. Импульсная реакция фильтров. Передаточные функции фильтров. Устойчивость фильтров. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка. Фильтрация случайных сигналов. Структурные схемы цифровых фильтров.	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; отчет по выполненным лабораторным работам; тестирование; реферат
4	Частотный анализ цифровых фильтров	Фильтры сглаживания. Метод наименьших квадратов. Фильтры МНК 1-го порядка. Импульсная реакция и частотная характеристика фильтра. Оптимизация сглаживания. Фильтры МНК 2-го порядка. Фильтры МНК 4-го порядка. Разностные фильтры и фильтры интегрирования. Фильтрация случайных сигналов. Спектры мощности случайных сигналов. Применение весовых функций. Эффект Гиббса и его	ответы на контрольные вопросы; выполнение практических заданий; отчет по выполненным

	<p>практические последствия при фильтрации.          Нейтрализация явления Гиббса в частотной области.          Основные весовые функции.          Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов НЦФ. Идеальные частотные фильтры. Импульсная реакция фильтров. Конечные приближения идеальных фильтров. Применение весовых функций. Гладкие частотные фильтры.          Дифференцирующие цифровые фильтры. Альтернативные методы расчета нерекурсивных цифровых фильтров.          Z-преобразование сигналов и его свойства. Примеры z-преобразования. Обратное z-преобразование. Применения z-преобразования.          Рекурсивные цифровые фильтры. Каскадная и параллельная форма РЦФ. Разработка рекурсивных цифровых фильтров. Режекторные и селекторные фильтры. Билинейное z-преобразование. Типы рекурсивных частотных фильтров. Низкочастотный фильтр Баттеруорта. Высокочастотный фильтр Баттеруорта. Полосовой фильтр Баттеруорта. Фильтры Чебышева.</p>	<p>лабораторным работам;          тестирование;          реферат</p>
--	---	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия)

Согласно учебному плану занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия) по данной дисциплине не предусмотрены.

### 2.3.3. Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Сигналы и линейные системы	<p>Классификация сигналов. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы.          Метрология сигналов. Линейное, нормированное, метрическое и гильбертово пространства сигналов.          Фурье-преобразование сигналов и его свойства. Обобщенный ряд Фурье. Эффект Гиббса. Преобразование свертки. Корреляционные и спектральные соотношения.          Динамическое и спектральное представление сигналов.          Мощность и энергия сигналов. Энергетические спектры сигналов. Математическое описание шумов и помех.          Характеристики помех.          Линейные и инвариантные к сдвигу системы преобразования сигналов. Импульсный отклик и передаточные функции систем. Интеграл Дюамеля. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики систем.</p>	<p>Отчет по лабораторной работе. Mathcad-программа численного расчета</p>
2	Дискретизация и дискретные преобразования сигналов	<p>Задачи и принципы дискретизации сигналов. Равномерная дискретизация. Спектр дискретного сигнала.          Интерполяционный ряд Котельникова–Шеннона.          Дискретизация с усреднением. Дискретизация спектров.          Дискретизация по критерию наибольшего отклонения.          Адаптивная дискретизация. Квантование сигналов.          Децимация и интерполяция данных.          Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье.          Непрерывное и дискретное преобразование Лапласа.          Z-преобразование сигналов. Примеры z-преобразования.          Связь с преобразованиями Фурье и Лапласа. Свойства z-преобразования. Отображение z-преобразования.</p>	<p>Отчет по лабораторной работе. Mathcad-программа численного расчета</p>



		Аналитическая форма z-образов. Обратное z-преобразование. Дискретная свертка (конволюция). Уравнение дискретной свертки. Техника свертки. Автокорреляция и ее вычисление. Применения автокорреляционной функции. Вейвлет-преобразование и вейвлет-фильтрация. Программирование вейвлет-преобразований.	
3	Фильтрация одномерных сигналов	Обработка цифровых сигналов. Ключевые операции цифровой обработки (линейная свертка, корреляция, линейная цифровая фильтрация, дискретные преобразования, модуляция сигналов). Области применения цифровой обработки сигналов. Цифровые фильтры. Нерекурсивные и рекурсивные фильтры. Импульсная реакция фильтров. Передаточные функции фильтров. Устойчивость фильтров. Частотные характеристики фильтров. Фазовая и групповая задержка. Фильтрация случайных сигналов. Структурные схемы цифровых фильтров.	Отчет по лабораторной работе. Mathcad-программа численного расчета
4	Частотный анализ цифровых фильтров	Фильтры сглаживания. Метод наименьших квадратов. Фильтры МНК 1-го порядка. Импульсная реакция и частотная характеристика фильтра. Оптимизация сглаживания. Фильтры МНК 2-го порядка. Фильтры МНК 4-го порядка. Разностные фильтры и фильтры интегрирования. Фильтрация случайных сигналов. Спектры мощности случайных сигналов. Применение весовых функций. Эффект Гиббса и его практические последствия при фильтрации. Нейтрализация явления Гиббса в частотной области. Основные весовые функции. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов НЦФ. Идеальные частотные фильтры. Импульсная реакция фильтров. Конечные приближения идеальных фильтров. Применение весовых функций. Гладкие частотные фильтры. Дифференцирующие цифровые фильтры. Альтернативные методы расчета нерекурсивных цифровых фильтров. Z-преобразование сигналов и его свойства. Примеры z-преобразования. Обратное z-преобразование. Применения z-преобразования. Рекурсивные цифровые фильтры. Каскадная и параллельная форма РЦФ. Разработка рекурсивных цифровых фильтров. Режекторные и селекторные фильтры. Билинейное z-преобразование. Типы рекурсивных частотных фильтров. Низкочастотный фильтр Баттеруорта. Высокочастотный фильтр Баттеруорта. Полосовой фильтр Баттеруорта. Фильтры Чебышева.	Отчет по лабораторной работе. Mathcad-программа численного расчета

### Лабораторные работы

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Моделирование линейных систем в системе Mathcad	4
2	2	Спектральный анализ в системе Mathcad	3
3	2	Программирование вейвлет-преобразований в системе Mathcad	3
4	3	Фильтрация зашумленных сигналов с использованием быстрого преобразования Фурье в системе Mathcad	5
5	3	Вейвлет-фильтрация зашумленных сигналов в системе Mathcad	5
6	4	Проектирование цифрового БИХ-фильтра методом билинейного преобразования в системе Mathcad	5

7	4	Проектирование цифрового КИХ-фильтра в системе Mathcad	5
Итого:			30

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

Лабораторные работы выполняются в мультимедийном классе специальных дисциплин в инженерно-математической системе MATHCAD с использованием встроенных в эту систему средств программирования и графической визуализации результатов численных расчетов.

По итогам выполнения каждой лабораторной работы студент составляет подробный письменный отчет, опираясь на который должен в беседе с преподавателем продемонстрировать знание теоретического и экспериментального материала, относящегося к работе. Проверка знаний студента основана на контрольных вопросах, приведенных в описании работы и дополнительных вопросах, касающихся соответствующих разделов основной дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

### **Лабораторная работа № 1.**

#### **Моделирование линейных систем в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучить методы моделирования линейных систем в пакете программ Mathcad;
- рассчитать и проанализировать амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) системы;
- найти отклик фильтра на ступенчатый сигнал – переходную характеристику фильтра;
- найти отклики фильтра на гармонические сигналы в полосе пропускания и полосе задерживания, оценить избирательные свойства фильтра;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет заверченный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

### **Лабораторная работа № 2.**

#### **Спектральный анализ в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучить методы анализа спектра сигналов в пакете программ Mathcad;
- выполнить запись и считывание файла, содержащего отсчеты сигнала;
- рассчитать и проанализировать спектры сигналов с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- рассчитать и проанализировать спектры непериодических сигналов с помощью преобразования Фурье;

- рассчитать и проанализировать спектры периодических сигналов с помощью дискретного ряда Фурье;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершенный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

### **Лабораторная работа № 3.**

#### **Фильтрация зашумленных сигналов с использованием быстрого преобразования Фурье в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучить методы математического моделирования шумов и помех;
- изучить методику работы с командами быстрого преобразования Фурье в системе Mathcad;
- освоить методику использования быстрого преобразования Фурье для фильтрации зашумленных сигналов;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершенный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

### **Лабораторная работа № 4.**

#### **Программирование вейвлет-преобразований в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучить методику программной визуализация вейвлетов типа «мексиканская шляпа»;
- изучить использование прямого вейвлет-преобразования и построения вейвлет-спектрограммы для меандра;
- выполнить вейвлет-разложение и реконструкцию типовых элементарных сигналов;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;

- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершенный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

#### **Лабораторная работа № 5.**

##### **Вейвлет-фильтрация зашумленных сигналов в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучить методы математического моделирования шумов и помех;
- изучить методику работы с командами вейвлет-преобразований в системе Mathcad;
- освоить методику использования вейвлет-преобразований для фильтрации зашумленных сигналов;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершенный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

#### **Лабораторная работа № 6.**

##### **Проектирование цифрового БИХ-фильтра методом билинейного преобразования в системе Mathcad.**

Цель работы:

- изучение метода билинейного преобразования и различных видов аппроксимации фильтров-прототипов;
- изучение особенностей синтеза БИХ-фильтров методом билинейного преобразования в пакете программ Mathcad;
- синтез передаточной функции цифрового фильтра (ЦФ) по аналоговому прототипу методом билинейного преобразования;
- исследование переходной и амплитудно-частотной (АЧХ) характеристик синтезированного фильтра.
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершенный программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

## Лабораторная работа № 7.

### Проектирование цифрового КИХ-фильтра в системе Mathcad.

Цель работы:

- изучение особенностей синтеза КИХ-фильтров в системе Mathcad;
- синтез КИХ-фильтра по алгоритму усреднения;
- синтез КИХ-фильтра методом весовых (оконных) функций;
- синтез КИХ-фильтра методом минимального среднего квадрата ошибки;
- исследование характеристик синтезированных фильтров;
- написать и отладить соответствующую программу численного расчета в инженерно-математической системе Mathcad.

В процессе выполнения работы студент, руководствуясь методическими указаниями к выполнению данной работы:

- определяет основные расчетные соотношения;
- разрабатывает алгоритм численного расчета;
- составляет соответствующую программу численного расчета в системе Mathcad;
- осуществляет отладку программы, используя типовые наборы входных данных, приведенные в задании к лабораторной работе;
- предоставляет завершённый программный код в формате компьютерной системы Mathcad (файл \*.xmcd) преподавателю для проверки и отвечает на вопросы преподавателя для получения зачета за выполненную работу.

#### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Согласно учебному плану курсовые работы (проекты) по данной дисциплине не предусмотрены.

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического материала), подготовка к текущей и промежуточной аттестации (зачёту, тестам и вопросам)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</li><li>2. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.</li><li>3. Матвеев Ю.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 166 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/43698">https://e.lanbook.com/book/43698</a></li><li>4. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2011. – 720 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/60986">https://e.lanbook.com/book/60986</a></li><li>5. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2016. – 528 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/87749">https://e.lanbook.com/book/87749</a></li><li>6. Басараб М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2007. – 544 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2215">https://e.lanbook.com/book/2215</a></li><li>7. Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006.</li></ol>

		<p>8. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006.</p> <p>9. Попов О.Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания [Электронный ресурс] / О.Б. Попов, С.Г. Рихтер. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2015. – 342 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94576">https://e.lanbook.com/book/94576</a></p> <p>10. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 750 с.</p> <p>11. Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС; [пер. с англ. Н.И. Смирновой, под ред. А.Г. Кюркчана]. – М.: Техносфера, 2007.</p>
2	Подготовка к практическим занятиям	<p>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p> <p>2. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.</p> <p>3. Матвеев Ю.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 166 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/43698">https://e.lanbook.com/book/43698</a></p> <p>4. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2011. – 720 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/60986">https://e.lanbook.com/book/60986</a></p> <p>5. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2016. – 528 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/87749">https://e.lanbook.com/book/87749</a></p> <p>6. Басараб М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2007. – 544 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2215">https://e.lanbook.com/book/2215</a></p> <p>7. Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006.</p> <p>8. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006.</p> <p>9. Попов О.Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания [Электронный ресурс] / О.Б. Попов, С.Г. Рихтер. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2015. – 342 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94576">https://e.lanbook.com/book/94576</a></p> <p>10. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 750 с.</p> <p>11. Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС; [пер. с англ. Н.И. Смирновой, под ред. А.Г. Кюркчана]. – М.: Техносфера, 2007.</p>
3	Подготовка к выполнению лабораторных работ. Оформление технического отчёта по лабораторным работам.	<p>1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов, утвержденные кафедрой оптоэлектроники, протокол № 6 от «01» марта 2017 г.</p> <p>2. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.</p> <p>3. Матвеев Ю.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 166 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/43698">https://e.lanbook.com/book/43698</a></p> <p>4. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2011. – 720 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/60986">https://e.lanbook.com/book/60986</a></p> <p>5. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2016. – 528 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/87749">https://e.lanbook.com/book/87749</a></p>

		<p>6. Басараб М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2007. – 544 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/2215">https://e.lanbook.com/book/2215</a></p> <p>7. Кристаллинский Р.Е., Кристаллинский В.Р. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006.</p> <p>8. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006.</p> <p>9. Попов О.Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания [Электронный ресурс] / О.Б. Попов, С.Г. Рихтер. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2015. – 342 с. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/94576">https://e.lanbook.com/book/94576</a></p> <p>10. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 750 с.</p> <p>11. Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС; [пер. с англ. Н.И. Смирновой, под ред. А.Г. Кюркчана]. – М.: Техносфера, 2007.</p>
--	--	--

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, лабораторный компьютерный практикум, разработка программ численного расчета основных характеристик, домашние задания, тестирование, защита лабораторных работ, консультации с преподавателем, самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к практическими занятиям, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовка к тестированию, зачету или экзамену). проблемное обучение, модульная технология, самостоятельная работа студентов.

Для проведения части лекционных занятий используются мультимедийные средства воспроизведения активного содержимого (занятия в интерактивной форме), позволяющего студенту воспринимать особенности изучаемой дисциплины, играющие решающую роль в понимании и восприятии, а также в формировании профессиональных компетенций. По ряду тем дисциплины лекции проходят в классическом стиле.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик,

мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

По изучаемой дисциплине студентам предоставляется возможность пользоваться учебно-методическими материалами и рекомендациями, размещенными в электронной информационно-образовательной среде Модульного Динамического Обучения КубГУ.

Таким образом, **основными образовательными технологиями, используемыми в учебном процессе, являются:** интерактивная лекция с мультимедийной системой и активным вовлечением студентов в учебный процесс; обсуждение сложных и дискуссионных вопросов и проблем и с последующим разбором этих вопросов на практических занятиях; лабораторные занятия – работа студентов в малых группах в режимах взаимодействия «преподаватель – студент», «студент – преподаватель», «студент – студент». При проведении практических и лабораторных учебных занятий предусмотрено развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме ответов на контрольные вопросы, выполнения практических и тестовых заданий, подготовке докладов-презентаций по темам рефератов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов для подготовки к зачету и решения задач.

##### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности ИОПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации ИОПК-1.2 Способен применять физические законы и математически методы для решения	<b>знать:</b> – методы математического описания линейных дискретных систем; – основные этапы проектирования цифровых фильтров; – основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров; – методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры; – метод математического описания дискретных	Рабочая тетрадь Лабораторная работа Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Реферат, доклад, сообщение, эссе Тест по теме, разделу	Вопросы на зачете 1–26



	<p>задач теоретического и прикладного характера ИОПК-1.3 Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>	<p>сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье;  – алгоритм быстрого преобразования Фурье;  – принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой.  <b>уметь:</b>  – объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;  – выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;  – задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;  – обосновывать выбор типа цифрового фильтра, с конечной или бесконечной импульсной характеристикой;  – синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;  – обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;  – выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;  – вычислять дискретное преобразование Фурье дискретного сигнала с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье средствами компьютерного моделирования.  <b>владеть:</b>  – навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;</p>		
--	---	--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;</li> <li>– навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– навыками компьютерного вычисления дискретного преобразования Фурье на основе быстрого преобразования Фурье.</li> </ul>		
2	<p>ОПК-3 Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности</p> <p>ИОПК-3.1 Знает основные закономерности и принципы передачи информации в инфокоммуникационных системах, основные виды сигналов, используемых в телекоммуникационных системах, особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем</p> <p>ИОПК-3.2 Способен решать задачи обработки данных с помощью средств вычислительной техники</p> <p>ИОПК-3.3 Владеет методами и навыками обеспечения информационной безопасности</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы математического описания линейных дискретных систем;</li> <li>– основные этапы проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров;</li> <li>– методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры;</li> <li>– метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье;</li> <li>– алгоритм быстрого преобразования Фурье;</li> <li>– принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания;</li> <li>– задавать требования к частотным характеристикам цифровых фильтров;</li> <li>– обосновывать выбор типа цифрового</li> </ul>	<p>Рабочая тетрадь Лабораторная работа Вопросы для устного (письменного) опроса по теме, разделу Реферат, доклад, сообщение, эссе Тест по теме, разделу</p>	<p>Вопросы на зачете 27–52</p>

		<p>фильтра, с конечной или бесконечной импульсной характеристикой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования;</li> <li>– обосновывать выбор структуры цифрового фильтра;</li> <li>– выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра;</li> <li>– вычислять дискретное преобразование Фурье дискретного сигнала с помощью алгоритмов быстрого преобразования Фурье средствами компьютерного моделирования.</li> </ul> <p><b><u>владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов;</li> <li>– навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем;</li> <li>– навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров;</li> <li>– навыками компьютерного вычисления дискретного преобразования Фурье на основе быстрого преобразования Фурье.</li> </ul>		
--	--	--	--	--

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Перечень вопросов и заданий**

1. Контрольные вопросы по учебной программе.
2. Практические задания по учебной программе.
3. Темы рефератов по учебной программе.
4. Тестовые задания по учебной программе.
5. Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)

## Контрольные вопросы по учебной программе

### Раздел 1.

1. Дайте определение понятий: величина, сигнал, измерение, измерительное преобразование, информация.
2. Классификация сигналов.
3. Виды детерминированных сигналов и их основные параметры.
4. Дайте определение дискретных, квантованных и непрерывных сигналов. Перечислите устройства квантования и дискретизации.
5. Дайте определение среднего, среднеквадратического, средневыпрямленного значений, коэффициентов амплитуды и формы сигнала.
6. Дайте определение «спектра сигнала» и примеры спектров простейших детерминированных сигналов.
7. Непериодические сигналы и их спектральная плотность.
8. Для каких видов непрерывных сигналов используется преобразование Фурье и ряд Фурье?
9. Дайте определение импульсной характеристики системы, ее связь с частотной характеристикой. Дать определение частотной характеристики.
10. Структуры сложных измерительных преобразователей, их частотные характеристики.
11. Теорема Котельникова и ее ограничения.
12. Математическое описание цифровых последовательностей, импульсная характеристика системы, условие устойчивости по импульсной характеристике.
13. Разностные уравнения систем, реализация цифрового фильтра на основе простейших элементов.
14. Связь между спектром непрерывного и дискретизированного сигнала, явление наложения спектров.
15. Как вычисляются прямое и обратное  $Z$ -преобразования для цифровых систем?
16. Применение  $Z$ -преобразования при описании цифровых систем. Структурные схемы цифровых фильтров.
17. Что такое ДВС (дискретная временная свертка)? Возможна ли практическая реализация рекурсивных фильтров на основе ДВС?
18. Как определяется импульсная характеристика цифрового фильтра, какие цифровые фильтры называют фильтрами БИХ и КИХ?
19. В соответствии с каким алгоритмом осуществляется обработка сигнала рекурсивным цифровым фильтром?
20. Какова взаимосвязь между импульсной характеристикой и коэффициентами нерекурсивных цифровых фильтров?
21. Как определяется  $Z$ -преобразование дискретных последовательностей, каковы его основные свойства и какую роль оно играет в теории цифровых фильтров?
22. Как определяется передаточная функция рекурсивного фильтра по его разностному уравнению?
23. Какой вид имеет нуль-полусная форма передаточной функции рекурсивного фильтра и каково ее практическое значение?
24. Как отображаются нули и полюсы цифрового фильтра на комплексной  $Z$ -плоскости и какую информацию о фильтре можно получить по картине его нулей и полюсов?
25. Какова структура и математическое описание прямой и канонической форм реализации рекурсивных звеньев второго порядка?
26. Какова структура и математическое описание нерекурсивного фильтра на основе ДВС?

27. Какой объем вычислительных операций выполняется в рекурсивном и нерекурсивном фильтрах при обработке одного отсчета сигнала?

## Раздел 2.

1. Какие преобразования сигналов имеют место в системе цифровой обработки аналоговых сигналов?

2. Что такое дискретный сигнал и дискретная последовательность?

3. В чем заключаются взаимосвязь и отличие спектров дискретного и аналогового сигналов?

4. Можно ли по известному спектру дискретного сигнала найти спектр соответствующего ему аналогового сигнала?

5. Как по известному спектру аналогового сигнала определить спектр соответствующего ему дискретного сигнала?

6. В чем заключается и как проявляется наложение спектров при дискретизации сигналов?

7. Из каких условий выбирается частота дискретизации аналоговых сигналов?

8. Им образом могут быть уменьшены искажения, связанные с дискретизацией сигнала?

9. Покажите, как преобразуется спектр периодического сигнала при дискретизации с частотой, меньшей частоты сигнала?

10. Что такое апертурная погрешность УВХ (устройства выборки и хранения) и АЦП?

11. Как изменяется спектр сигнала при цифроаналоговом преобразовании?

12. Как зависят искажения восстановления сигнала от частоты дискретизации и максимальной частоты его спектра в основной полосе?

13. Какова математическая модель квантования сигнала по уровню, т.е. алгоритм преобразования дискретного сигнала в дискретный квантованный?

14. Как определяется погрешность квантования дискретного квантованного сигнала?

15. Каков алгоритм преобразования дискретного квантованного сигнала в цифровой (алгоритм цифрового кодирования)?

16. При каком условии цифровой и дискретный сигналы математически адекватны?

17. Как выражаются погрешности квантования для цифрового сигнала, представленного в дробном формате?

18. Как определяется автокорреляционная функция и спектральная плотность шума квантования АЦП?

19. Из каких условий выбирается необходимая разрядность АЦП?

20. На сколько изменяется отношение мощности сигнала к мощности шума квантования при увеличении разрядности АЦП на 1 бит?

## Раздел 3.

1. В соответствии с каким алгоритмом осуществляется обработка сигнала рекурсивным цифровым фильтром?

2. Как определяется импульсная характеристика цифрового фильтра, какие цифровые фильтры называют фильтрами БИХ- и КИХ-типа?

3. Какой смысл имеют коэффициенты нерекурсивных цифровых фильтров?

4. Возможна ли практическая реализация рекурсивных фильтров на основе дискретной временной свертки?

5. Как определяется Z-преобразование дискретных последовательностей, каковы его основные свойства и какую роль оно играет в теории цифровых фильтров?

6. Как определяются передаточная функция и частотная характеристика цифрового фильтра и какова их связь с его импульсной характеристикой?

7. В чем особенности частотных характеристик цифровых фильтров и чем они

обусловлены?

8. Как определяется передаточная функция рекурсивного фильтра по его разностному уравнению?

9. Какой вид имеет нуль-полюсная форма передаточной функции рекурсивного фильтра и каково ее практическое значение?

10. Как отображаются нули и полюсы цифрового фильтра на комплексной  $Z$ -плоскости и какую информацию о фильтре можно получить по картине его нулей и полюсов?

11. Какие возможны формы реализации рекурсивных фильтров и как они описываются математически?

12. Каковы структура и математическое описание прямой и канонической форм реализации рекурсивных звеньев второго порядка?

13. Какова связь между коэффициентами и нулями – полюсами для каскадной и параллельной форм реализации РФ?

14. Какова структура и математическое описание нерекурсивного фильтра на основе ДВС (дискретной временной свертки)?

15. Каково условие линейности фазочастотной характеристики нерекурсивного фильтра?

16. Какой объем вычислительных операций выполняется в рекурсивном и нерекурсивном фильтрах при обработке одного отсчета сигнала?

17. Как аналитически может быть найден отклик рекурсивного и нерекурсивного фильтров на заданное входное воздействие?

18. Покажите, как найти отклик рекурсивного и нерекурсивного фильтров на сигнал типа единичный скачок в соответствии с алгоритмами обработки, которые они реализуют?

#### **Раздел 4.**

1. Каковы задачи и методы синтеза ЦФ по заданной частотной характеристике?

2. Что понимается под преобразующей функцией в методе синтеза РФ по аналоговому прототипу?

3. Каковы свойства билинейных преобразующих функции?

4. Как отображаются точки из комплексной  $P$ -плоскости на комплексную  $Z$ -плоскость при билинейном преобразовании?

5. Какова взаимосвязь между частотами аналогового и цифрового фильтров при билинейном преобразовании?

6. В чем преимущества применения обобщенных преобразований при синтезе РФ заданного типа (ФВЧ, ППФ, ПЗФ)?

(Цифровые фильтры со ступенчатообразной амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) – фильтры нижних частот (ФНЧ), верхних частот (ФВЧ), полосно-пропускающие (ППФ), полосно-заграждающие (ПЗФ), многополосные (МПФ), и ЦФ с произвольной частотной характеристикой.)

7. Как определяются требования к аналоговому фильтру-прототипу при синтезе РФ?

8. Каковы свойства и особенности аппроксимирующих функций, используемых при синтезе РФ по аналоговому прототипу?

9. От чего зависит порядок синтезируемого РФ в методе билинейного преобразования?

10. Как определяются нули и полюсы РФ по значению нулей и полюсов аналогового ФНЧ-прогонпа?

11. Как конструируется требуемая импульсная характеристика синтезируемого НФ в методе весовых функций?

12. Как связана частотная характеристика синтезируемого НФ с частотной характеристикой весовой функции?

13. Каковы параметры и типичный вид частотных характеристик весовых функций,

используемых при синтезе НФ?

14. Как связаны параметры частотной характеристики синтезируемого НФ с параметрами весовой функции?

15. Какие требования предъявляются к весовым функциям при синтезе НФ и почему?

16. В чем особенность и преимущество использования семейства весовых функций Кайзера для синтеза НФ?

17. Какую ФЧХ имеют НФ, синтезированные методами весовых функций и частотной выборки и почему?

18. Какую роль играют ДПФ и ОДПФ при синтезе НФ методом частотной выборки?

19. Как конструируется требуемая импульсная характеристика НФ в методе синтеза на основе частотной выборки?

20. Как обеспечивается требуемое качество аппроксимации при синтезе НФ методом частотной выборки?

21. Почему методы синтеза НФ на основе весовых функций и частотной выборки относятся к итерационным и каковы соответствующие им процедуры оптимизации?

22. Каковы возможные способы реализации НФ, синтезированных методами весовых функций и частотной выборки?

### Практические задания по учебной программе

1. Задан аналоговый сигнал типа прямоугольный импульс конечной длительности, равной 2000 мкс. Найти зависимость погрешности дискретизации сигнала от частоты дискретизации  $f_d$ . Показать спектры аналогового и дискретного сигналов.

2. Задан аналоговый прямоугольный радиоимпульс конечной длительности, равной 100 мкс, с частотой заполнения 100 кГц. Выбрать частоту дискретизации  $f_d$  из условия восстановления сигнала по его спектру с заданной точностью. Показать спектры аналогового и дискретного сигналов.

3. Задан аналоговый прямоугольный радиоимпульс длительностью 1 мс и частотой заполнения 20 кГц. Выбрать частоту дискретизации  $f_d$  из условия оценки амплитуды и фазы заполнения по его спектру с заданной точностью.

4. Задан аналоговый сигнал в виде последовательности прямоугольных импульсов длительностью 100 мкс и скважностью 1. Выбрать частоту дискретизации сигнала, необходимую и достаточную для оценки амплитуды и фазы основной гармоники сигнала с заданной точностью.

5. Задан сигнал с балансной амплитудной модуляцией, несущая частота сигнала 10 кГц, частота модуляции 100 Гц. Выбрать частоту дискретизации сигнала из условия оценки амплитуды и фазы модулирующего сигнала по его спектру с заданной точностью.

6. Задан аналоговый радиоимпульсный сигнал с прямоугольной огибающей, частотой заполнения 10 кГц, длительностью 1 мс, скважностью 10. Показать условия выбора частоты дискретизации и возможности оценки амплитуды и фазы заполнения сигнала.

7. Гармонический сигнал с частотой 50 Гц проходит через двухполупериодный выпрямитель. Выбрать минимальную частоту дискретизации, обеспечивающую точное измерение постоянной составляющей сигнала. Рассмотреть варианты дискретизации сигнала до и после дискретизации.

8. Дискретный случайный сигнал с полосой частот, не превышающей 4 кГц, подвергается операции возведения в квадрат и последующей фильтрации НЦФ с прямоугольной импульсной характеристикой (вычисление кратковременной энергии сигнала). Обосновать выбор частоты дискретизации сигнала, записать алгоритм обработки и частотную характеристику фильтра.

9. Через интегрирующую RC-цепь с постоянной времени 0.4 мс на вход АЦП

поступает однократный прямоугольный импульс длительностью 1 мс. Необходимо показать, как влияет наличие RC-цепи на выбор частоты дискретизации сигнала и возникающие при этом искажения.

10. Найти погрешность квантования постоянного напряжения  $U = 100$  мВ, вносимую АЦП разрядностью 3 бит и шкалой  $\pm 5,12$  В. Показать, каким образом можно уменьшить эту погрешность путем наложения шума, имеющего СКЗ  $\sigma_{ш} < (1/3)Q$ , и последующего усреднения ( $Q$  – шаг квантования по уровню).

11. Оценить предельное и среднеквадратичное значения погрешности квантования АЦП, имеющего разрядность 10 бит и динамический диапазон преобразуемых сигналов  $\pm 5,12$  В. Найти отношение сигнал-шум на выходе АЦП при обработке случайных сигналов. Определить шум квантования АЦП на выходе идеального цифрового ФНЧ с частотой среза 500 Гц при частоте дискретизации сигнала  $f_d = 8$  кГц.

12. Привести статистические и спектральные характеристики шума квантования АЦП разрядностью 8 бит и динамическим диапазоном преобразуемых сигналов  $\pm 5,12$  В. Найти максимальное отношение уровней сигнала и шума квантования на выходе АЦП при преобразовании нормального случайного сигнала. Оценить шум квантования АЦП на выходе нерекурсивного фильтра с прямоугольной импульсной характеристикой длиной  $N = 10$ .

13. На вход АЦП поступает гармонический сигнал с амплитудой  $U_M = 42$  В, частотой 1 кГц, и шум, имеющий СКЗ  $\sigma_{ш} = 100$  мкВ и равномерную спектральную плотность в полосе 100 кГц; частота дискретизации 25 кГц. Найти спектральную плотность шума и отношение С/Ш на входе и выходе цифрового полосового фильтра с центральной частотой  $f_0 = 1$  кГц и полосой пропускания 500 Гц. Показать спектр сигнала и шума на выходе фильтра и входе-выходе АЦП. Найти мощность шума квантования АЦП на выходе фильтра при разрядности АЦП 8 бит.

14. Оценить искажения, возникающие при преобразовании гармонического сигнала из цифровой формы в аналоговую с помощью ЦАП, если частота дискретизации равна 3 кГц, а частота сигнала изменяется в пределах  $(0,1 \div 1)$  кГц. Каким образом можно уменьшить эти искажения? Определить требования к аналоговому ФНЧ на выходе ЦАП.

15. Синтезировать РЦФ типа ФНЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 1 мс на основе дифференциального уравнения цепи. Частота дискретизации 8 кГц. Сравнить их частотные характеристики.

16. Синтезировать РЦФ типа ФНЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 10 мс путем дискретизации импульсной характеристики цепи с частотой дискретизации 4 кГц. Сравнить их частотные характеристики.

17. Синтезировать РЦФ типа ФНЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 2 мс с помощью билинейного преобразования; частота дискретизации равна 5 кГц. Сравнить их частотные характеристики.

18. Синтезировать НЦФ типа ФНЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 4 мс путем дискретизации и усечения импульсной характеристики. Сравнить частотные характеристики аналогового и цифрового фильтров: частота дискретизации равна 8 кГц.

19. Синтезировать НЦФ типа ФНЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 8 мс путем дискретизации его частотной характеристики. Сравнить их частотные характеристики. Частота дискретизации равна 8 кГц.

20. Синтезировать РЦФ типа ФВЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 100 мс на основе дифференциального уравнения цепи. Сравнить их частотные характеристики. Частота дискретизации равна 1 кГц.

21. Синтезировать РЦФ типа ФВЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 50 мс путем дискретизации импульсной характеристики цепи. Частота дискретизации равна 2 кГц. Сравнить частотные характеристики фильтров.

22. Синтезировать РЦФ типа ФВЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с



постоянной времени 20 мс с помощью билинейного преобразования. Сравнить их частотные характеристики. Частота дискретизации 4 кГц.

23. Синтезировать НЦФ типа ФВЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 10 мс путем дискретизации усечения импульсной характеристики. Сравнить их частотные характеристики. Частота дискретизации равна 5 кГц.

24. Синтезировать НЦФ типа ФВЧ по аналоговому RC-прототипу первого порядка с постоянной времени 25 мс путем дискретизации его частотной характеристики. Сравнить их частотные характеристики. Частота дискретизации равна 10 кГц.

25. Синтезировать РЦФ типа ФНЧ по нормализованному аналоговому ФНЧ-прототипу, имеющему пару комплексно-сопряженных полюсов, равных  $-0,1 \pm i0,5$ . Записать передаточные функции аналогового и цифрового фильтров, качественно определить вид их АЧХ.

26. Найти коэффициенты и передаточную функцию РЦФ типа ФВЧ, соответствующего аналоговому ФНЧ-прототипу, имеющему один вещественный полюс, равный  $-0,2$ . Определить импульсные характеристики обоих фильтров.

27. Синтезировать цифровой рекурсивный фильтр 2-го порядка, имеющий резонансную частоту 1 кГц, коэффициент передачи  $K_0 = 10$ . Частота дискретизации 10 кГц.

### Темы рефератов по учебной программе

1. Z-преобразование сигналов и его свойства. Примеры z-преобразования. Обратное z-преобразование. Применения z-преобразования.

2. Дискретная свертка (конволюция). Техника свертки. Автокорреляция и ее вычисление.

3. Вейвлет-преобразование и вейвлет-фильтрация. Программирование вейвлет-преобразований.

4. Фильтрация случайных сигналов.

5. Нейтрализация эффекта Гиббса. Основные весовые функции.

6. Альтернативные методы расчета нерекурсивных цифровых фильтров.

7. Разработка рекурсивных цифровых фильтров.

8. Билинейное z-преобразование.

### Тестовые задания по учебной программе

Тестовые задания состоят из теоретических вопросов по тематическим разделам рабочей программы учебной дисциплины. Во всех вопросах каждого теста предполагается выбор одного из предложенных возможных ответов.

Система оценок выполнения контрольного тестирования:

– «отлично» – количество правильных ответов от 85% до 100%;

– «хорошо» – количество правильных ответов от 70% до 84%;

– «удовлетворительно» – количество правильных ответов от 55% до 69%.

1. В каких целях применяется дополнительный код?

– для кодирования чисел с фиксированной запятой;

– для кодирования целых чисел;

– для кодирования мантиссы вещественных чисел;

– для кодирования порядка вещественных чисел.

2. В каких целях применяется прямой код?

– для кодирования чисел с фиксированной запятой;

– для кодирования целых чисел;

– для кодирования мантиссы вещественных чисел;

– для кодирования порядка вещественных чисел.

3. В каких целях применяется смещенный код?

- для кодирования чисел с фиксированной запятой;
- для кодирования целых чисел;
- для кодирования мантиссы вещественных чисел;
- для кодирования порядка вещественных чисел.

4. В каком случае гармонический сигнал может быть адекватно представлен дискретными отсчетами?

- если его частота не превышает частоту Найквиста;
- если его частота больше частоты Найквиста;
- если его частота равна частоте Найквиста.

5. В чем заключается принцип стационарности для системы обработки сигналов с постоянными параметрами?

- произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы;
- значение выходного сигнала в любой момент времени точно известно;
- принцип стационарности означает, что система имеет линейную передаточную функцию;
- реакция на сумму сигналов равна сумме реакций на эти сигналы, поданные на вход по отдельности.

6. В чем заключается принцип суперпозиции для линейной системы обработки сигналов?

- произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы;
- значение выходного сигнала в любой момент времени точно известно;
- принцип суперпозиции означает, что система имеет линейную передаточную функцию;
- реакция на сумму сигналов равна сумме реакций на эти сигналы, поданные на вход по отдельности.

7. В чем заключается разница между дискретными и цифровыми сигналами?

- цифровой сигнал является математическим описанием дискретного сигнала;
- значение дискретного сигнала считается известным абсолютно точно, а цифровой сигнал имеет погрешность;
- цифровой сигнал представляет собой спектр дискретного сигнала.

8. В чем заключается соотношение неопределенности для длительности сигнала и ширины его спектра?

- база сигнала не может быть меньше единицы;
- база сигнала не может превышать единицу;
- база сигнала ограничена сверху.

9. Если частота гармонического сигнала больше частоты Найквиста, то

- дискретные отсчеты позволяют правильно восстановить аналоговый сигнал;
- дискретные отсчеты позволяют восстановить аналоговый сигнал с той же частотой, но амплитуда и фаза восстановленного сигнала могут быть искажены;
- восстановленный по дискретным отсчетам аналоговый сигнал будет так же гармоническим, но с иной частотой.

10. Если частота гармонического сигнала меньше частоты Найквиста, то  
– дискретные отсчеты позволяют правильно восстановить аналоговый сигнал;  
– дискретные отсчеты позволяют восстановить аналоговый сигнал с той же частотой, но амплитуда и фаза восстановленного сигнала могут быть искажены;  
– восстановленный по дискретным отсчетам аналоговый сигнал будет так же гармоническим, но с иной частотой.

11. Если частота гармонического сигнала равна частоте Найквиста, то  
– дискретные отсчеты позволяют правильно восстановить аналоговый сигнал;  
– дискретные отсчеты позволяют восстановить аналоговый сигнал с той же частотой, но амплитуда и фаза восстановленного сигнала могут быть искажены;  
– восстановленный по дискретным отсчетам аналоговый сигнал будет так же гармоническим, но с иной частотой.

12. Значения какого сигнала при теоретическом описании считаются известными абсолютно точно?  
– аналогового;  
– дискретного;  
– цифрового.

13. Значения какого сигнала при теоретическом описании считаются известными с конечной точностью?  
Аналогового  
Дискретного  
Цифрового

14. К какому типу сигналов относятся сигналы, переносящие информацию?  
Детерминированный  
Вероятностный  
Гармонический  
Периодический

15. К какому типу сигналов относятся шумы?  
Детерминированный  
Вероятностный  
Гармонический  
Периодический

16. Как называется выходная реакция дискретного фильтра на единичный импульс?  
Передающая функция  
Амплитудная характеристика  
Импульсная характеристика

17. Как называется модуль комплексного коэффициента передачи линейной системы?  
Амплитудно-частотная характеристика  
Фазово-частотная характеристика  
Амплитудно-фазовая характеристика  
Коэффициент передачи

18. Как называется половина частоты дискретизации аналогового сигнала?  
Частота Найквиста

Частота Котельникова  
Круговая частота  
Циклическая частота

19. Как называется преобразование аналогового сигнала в систему отсчетов?

Дискретизация  
Квантование  
Оцифровка

20. Как называется преобразование отсчетов сигнала в числа?

Дискретизация  
Квантование  
Оцифровка

21. Как называется произведение эффективных значений длительности сигнала и ширины спектра?

База сигнала  
Период сигнала  
Гармоника  
Свертка

22. Как называется реакция системы на поданную на вход дельта-функцию?

Переходная характеристика системы  
Импульсная характеристика системы

23. Как называется реакция системы на поданную на вход функцию единичного скачка?

Переходная характеристика системы  
Импульсная характеристика системы

24. Как называется сигнал с ограниченной энергией?

Случайный сигнал  
Детерминированный сигнал  
Сигнал с интегрируемым квадратом  
Финитный сигнал

25. Как называется сигнал, значение которого в любой момент времени представляет собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью?

Случайный сигнал  
Детерминированный сигнал  
Сигнал с интегрируемым квадратом  
Финитный сигнал

26. Как называется сигнал, значение которого в любой момент времени точно известно?

Случайный сигнал  
Детерминированный сигнал  
Сигнал с интегрируемым квадратом  
Финитный сигнал

27. Как называется сигнал, который представлен набором чисел, являющихся

значениями сигнала в отдельные моменты времени?

- Детерминированный
- Случайный
- Аналоговый
- Дискретный
- Цифровой

28. Как называется сигнал, который представляет собой значения непрерывного сигнала в отдельные моменты времени?

- Детерминированный
- Случайный
- Аналоговый
- Дискретный
- Цифровой

29. Как называется сигнал, который является непрерывной функцией времени?

- Детерминированный
- Случайный
- Аналоговый
- Дискретный
- Цифровой

30. Как называется сигнал, существующий на конечном временном интервале?

- Случайный сигнал
- Детерминированный сигнал
- Сигнал с интегрируемым квадратом
- Финитный сигнал

31. Как называется фаза комплексного коэффициента передачи линейной системы?

- Амплитудно-частотная характеристика
- Фазово-частотная характеристика
- Амплитудно-фазовая характеристика
- Коэффициент передачи

32. Как называется формула, связывающая уровень выходного сигнала дискретного фильтра с некоторым количеством входных отсчетов и некоторым количеством предыдущих выходных отсчетов?

- Алгоритм дискретной фильтрации
- Передаточная функция дискретного фильтра
- Теорема Котельникова

33. Как называются значения сигнала в отдельные (дискретные) моменты времени?

- Амплитудами
- Квантами
- Отсчетами

34. Как называются системы обработки сигналов, у которых произвольная произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы?

- Детерминированные
- Линейные
- Стационарные

35. Как называются системы обработки сигналов, у которых реакция на сумму сигналов равна сумме реакций на эти сигналы, поданные на вход по отдельности?

Детерминированные

Линейные

Стационарные

36. Как спектр дискретизированного сигнала связан со спектром исходного непрерывного сигнала?

Спектр дискретизированного сигнала совпадает со спектром непрерывного сигнала

Спектр дискретизированного сигнала представляет собой бесконечный ряд сдвинутых копий спектра исходного непрерывного сигнала

37. Какая из приведенных ниже формул описывает работу дискретного нерекурсивного фильтра?

$$y(k) = x(k) + 0,5y(k-1)$$

$$y(k) = x(k) + x(k-1)$$

38. Какая из приведенных ниже формул описывает работу дискретного рекурсивного фильтра?

$$y(k) = x(k) + 0,5y(k-1)$$

$$y(k) = x(k) + x(k-1)$$

39. Какая связь существует между длительностью сигнала и шириной его Фурье-спектра?

Чем короче сигнал, тем шире его спектр

Чем короче сигнал, тем уже его спектр

Чем шире сигнал, тем шире его спектр

Чем шире сигнал, тем уже его спектр

40. Какие системы обработки сигналов называются линейными?

Линейными называются системы, у которых реакция на сумму сигналов равна сумме реакций на эти сигналы, поданные на вход по отдельности

Линейными называются системы, имеющие линейную передаточную функцию

Линейными называются системы, имеющие линейный коэффициент усиления

Линейными называются системы, у которых произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы

41. Какие системы обработки сигналов называются стационарными?

Стационарными называются системы, у которых произвольная задержка подаваемого на вход сигнала приводит лишь к такой же задержке выходного сигнала, не меняя его формы

Стационарными называются системы, для которых значение выходного сигнала сигнала в любой момент времени точно известно

Стационарными называют системы, имеющие линейную передаточную функцию

Стационарными называются системы, у которых реакция на сумму сигналов равна сумме реакций на эти сигналы, поданные на вход по отдельности

42. Каким образом обеспечивается линейность и стационарность дискретных фильтров?

Производимые фильтром математические операции ограничиваются сложением и умножением на константы

Наличием обратной связи  
Использованием полосового фильтра на входе

43. Какова размерность дельта-функции?

Дельта-функция имеет размерность своего аргумента

Дельта-функция имеет размерность, обратную размерности своего аргумента

Дельта-функция имеет размерность времени

Дельта-функция имеет размерность частоты

44. Какой способ представления отрицательных чисел используется при кодировании мантиссы вещественного числа?

Прямой код

Дополнительный код

Обратный код

Смещенный код

45. Какой способ представления отрицательных чисел используется при кодировании порядка вещественного числа?

Прямой код

Дополнительный код

Обратный код

Смещенный код

46. Какой способ представления отрицательных чисел используется при кодировании целых чисел?

Прямой код

Дополнительный код

Обратный код

Смещенный код

47. Какой способ представления отрицательных чисел используется при кодировании чисел с фиксированной запятой?

Прямой код

Дополнительный код

Обратный код

Смещенный код

48. При каком условии возможно точное восстановление непрерывного сигнала по дискретным отсчетам?

Дискретизируемый сигнал соответствует условиям Дирихле

Дискретизируемый сигнал является периодическим

Частота дискретизации должна не менее чем в два раза превышать верхнюю граничную частоту в спектре сигнала

Частота дискретизации должна равняться верхней граничной частоте в спектре сигнала

49. Работу какого фильтра описывает формула  $y(k) = x(k) + 0,5y(k-1)$ ?

Рекурсивного

Нерекурсивного

50. Работу какого фильтра описывает формула  $y(k) = x(k) + x(k-1)$ ?

Рекурсивного

Нерекурсивного

51. Сколько гармоник имеет Фурье-спектр гармонического сигнала?

Ни одной

Одну

Бесконечно много

52. Чем обусловлено появление ложных частот при дискретизации непрерывного сигнала?

Недостаточно высокой частотой дискретизации

Непериодическим характером дискретизируемого сигнала

Несоответствием дискретизируемого сигнала условиям Дирихле

53. Чем обусловлены искажения сигнала, возникающие при квантовании?

Ограниченностью разрядной сетки при кодировании чисел

Белым шумом в дискретных фильтрах

54. Что называется базой сигнала?

Эффективная ширина спектра

Эффективное значение длительности сигнала

Произведение эффективных значений длительности сигнала и ширины спектра

Расстояние между импульсами

55. Что такое алгоритм дискретной фильтрации?

Передающая функция дискретного фильтра

Формула, описывающая разложение аналогового сигнала в ряд по базису Котельникова

Формула, связывающая уровень выходного сигнала дискретного фильтра с некоторым количеством входных отсчетов и некоторым количеством предыдущих выходных отсчетов

56. Что такое аналоговый сигнал?

Аналоговый сигнал является непрерывной функцией времени

Аналоговый сигнал представляет собой значения непрерывного сигнала в отдельные моменты времени

Аналоговый сигнал – это набор чисел, представляющих собой значения сигнала в отдельные моменты времени

57. Что такое детерминированный сигнал?

Значение детерминированного сигнала в любой момент времени представляет собой случайную величину

Значение детерминированного сигнала в любой момент времени точно известно

Детерминированный сигнал – это сигнал с ограниченной энергией

Детерминированный сигнал существует на конечном временном интервале

58. Что такое дискретизация сигнала?

Преобразование аналогового сигнала в последовательность отсчетов

Преобразование отсчетов сигнала в числа

Разбиение сигнала на линейные участки

Выделение экстремумов сигнала

59. Что такое дискретный сигнал?



Дискретный сигнал является непрерывной функцией времени  
Дискретный сигнал представляет собой значения непрерывного сигнала в отдельные моменты времени

Дискретный сигнал – это набор чисел, представляющих собой значения сигнала в отдельные моменты времени

60. Что такое импульсная характеристика дискретной системы?

Реакция системы на единичный импульс

Передаточная функция дискретной системы

Формула, выражающая произвольный сигнал через линейную комбинацию единичных отсчетов

61. Что такое импульсная характеристика системы обработки сигналов?

Реакция системы на поданную на вход дельта-функцию

Реакция системы на поданную на вход функцию единичного скачка

62. Что такое квантование сигнала?

Преобразование аналогового сигнала в импульсный

Преобразование отсчетов сигнала в числа

Разбиение сигнала на линейные участки

Выделение экстремумов сигнала

63. Что такое нерекурсивный дискретный фильтр?

Нерекурсивный фильтр суммирует входные и некоторое количество предыдущих выходных отсчетов сигнала, умножая их при этом на постоянные весовые коэффициенты

Нерекурсивный фильтр суммирует некоторое число входных отсчетов, умножая их на постоянные весовые коэффициенты

64. Что такое отсчеты сигнала?

Экстремумы сигнала

Значения сигнала в отдельные (дискретные) моменты времени

Амплитуды гармоник Фурье-спектра

65. Что такое переходная характеристика системы обработки сигналов?

Реакция системы на поданную на вход дельта-функцию

Реакция системы на поданную на вход функцию единичного скачка

66. Что такое рекурсивный дискретный фильтр?

Рекурсивный фильтр суммирует входные и некоторое количество предыдущих выходных отсчетов сигнала, умножая их при этом на постоянные весовые коэффициенты

Рекурсивный фильтр суммирует некоторое число входных отсчетов, умножая их на постоянные весовые коэффициенты

67. Что такое сигнал?

С математической точки зрения сигнал – это функция

В электронике сигнал – это зависимость напряжения от времени

Сигнал – это сообщение, передаваемое электронными средствами связи

Сигнал – это любое сообщение

68. Что такое сигнал с интегрируемым квадратом?

Значение сигнала с интегрируемым квадратом в любой момент времени представляет собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с

некоторой вероятностью

Значение сигнала с интегрируемым квадратом в любой момент времени точно известно

Сигнал с интегрируемым квадратом – это сигнал с ограниченной энергией

Сигнал с интегрируемым квадратом существует на конечном временном интервале

69. Что такое случайный сигнал?

Значение случайного сигнала в любой момент времени представляет собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью

Значение случайного сигнала в любой момент времени точно известно

Случайный сигнал – это сигнал с ограниченной энергией

Случайный сигнал существует на конечном временном интервале

70. Что такое стационарный случайный процесс?

Это сигнал, который можно представить в виде суммы синусоид со случайно изменяющейся начальной фазой

Это процесс, статистические характеристики которого одинаковы во всех временных сечениях

Это процесс, реализации которого являются периодическими функциями

71. Что такое финитный сигнал?

Значение финитного сигнала в любой момент времени представляет собой случайную величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью

Значение финитного сигнала в любой момент времени точно известно

Финитный сигнал – это сигнал с ограниченной энергией

Финитный сигнал существует на конечном временном интервале

72. Что такое цифровой сигнал?

Цифровой сигнал является непрерывной функцией времени

Цифровой сигнал представляет собой значения непрерывного сигнала в отдельные моменты времени

Цифровой сигнал – это набор чисел, представляющих собой значения сигнала в отдельные моменты времени

73. Что такое частота Найквиста?

Частота дискретизации аналогового сигнала

Половина частоты дискретизации аналогового сигнала

Двойная частота дискретизации аналогового сигнала

74. Что такое эргодический случайный процесс?

Это сигнал, который можно представить в виде суммы синусоид со случайно изменяющейся начальной фазой

Это процесс, для любых характеристик которого усреднение по множеству реализаций эквивалентно усреднению по времени одной, теоретически бесконечно длинной, реализации

Это процесс, реализации которого являются периодическими функциями

75. Наименование помехи, которая перемножается с сигналом:

А) мультипликативная;

Б) аддитивная;

В) комбинированная.

76. Наименование помехи, которая суммируется с сигналом:

- А) аддитивная;
- Б) мультипликативная;
- В) комбинированная.

77. Сигнал, непрерывно изменяющийся и по аргументу, и по значению:

- А) аналоговый;
- Б) дискретно-аналоговый;
- В) цифровой.

78. Структурная схема передатчика системы связи содержит блоки:

- А) источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство;
- Б) источник сообщения, кодер, модулятор, генератор переносчика, демодулятор;
- В) источник сообщения, декодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

79. Структурная схема приемника системы связи содержит блоки:

- А) входное устройство, демодулятор, декодер, получатель сообщения;
- Б) выходное устройство, модулятор, декодер, получатель сообщения;
- В) входное устройство, демодулятор, кодер, получатель сообщения.

80. Сигнал, изменяющийся дискретно и по аргументу, и по значению:

- А) цифровой;
- Б) дискретно-аналоговый;
- В) аналого-дискретный.

81. Периодические сигналы:

- А)  $s(t) = s(t + T)$ ;
- Б)  $s(t) = U \cdot \sin(2\pi/T)$ ;
- В)  $s(t) = at$ .

82. Шумы и помехи в канале связи представляют собой ... процессы.

- А) случайные;
- Б) полезные;
- В) детерминированные;
- Г) регулярные.

83. Сигналы, значения которых можно предсказать с вероятностью 1:

- А) детерминированные;
- Б) квазидетерминированные;
- В) случайные;
- Г) шумовые.

84. Сигналы, значения которых нельзя предсказать точно:

- А) стохастические;
- Б) детерминированные;
- В) неслучайные.

85. Модулятор и демодулятор образуют:

- А) модем;
- Б) кодер;

В) декодер.

86. Спектральная плотность мощности белого шума:

- А) равномерная;
- Б) периодическая;
- В) непостоянная;
- Г) импульсная.

87. Кодер и декодер образуют:

- А) кодек;
- Б) модулятор;
- В) демодулятор;
- Г) модем.

88. Операцию детектирования осуществляет:

- А) детектор;
- Б) модулятор;
- В) кодер;
- Г) декодер.

89. Аналитическое выражение для сигнала АМ следующее:

- А)  $u(t) = Um[1 + Ma \cdot a(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)]$ ;
- Б)  $u(t) = U_m \cos \left( \omega_0 t + k \int_0^t a(\tau) d\tau + \varphi_0 \right)$ ;
- В)  $u(t) = Um \cos[\omega_0 t + ka(\tau) + \varphi_0]$ ;
- Г)  $u(t) = ka(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ .

90. Структурная схема передатчика системы связи содержит блоки:

- А) источник сообщения, декодер, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство;
- Б) источник сообщения, кодер, демодулятор, генератор переносчика, выходное устройство;
- В) источник сообщения, кодек, модулятор, генератор переносчика, выходное устройство.

91. Структурная схема приемника системы связи содержит блоки:

- А) входное устройство, демодулятор, кодер, получатель сообщения;
- Б) входное устройство, демодулятор, кодек, получатель сообщения;
- В) входное устройство, модем, декодер, получатель сообщения.

92. Сигнал, изменяющийся дискретно и по аргументу, и по значению:

- А) аналоговый;
- Б) дискретно-аналоговый;
- В) аналого-дискретный.

93. Периодические сигналы:

- А)  $s(t) = at$ ;
- Б)  $s(t) = \text{sh}(2\pi t/T)$ ;
- В)  $s(t) = a/t$ .

94. Шумы и помехи в канале связи представляют собой ... процессы.

- А) регулярные;

- Б) полезные;
- В) детерминированные.

95. Модулятор и демодулятор образуют:

- А) кодек;
- Б) источник сообщения;
- В) декодер.

96. Операцию детектирования осуществляет:

- А) декодер;
- Б) модулятор;
- В) кодер.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (зачет)**

1. Классификация сигналов. Аналоговые, дискретные, цифровые сигналы. Преобразования типа сигналов.
2. Линейные и инвариантные к сдвигу системы преобразования сигналов. Импульсный отклик и передаточные функции систем.
3. Мощность и энергия сигналов. Функции корреляции сигналов.
4. Математическое описание шумов и помех.
5. Динамическое представление сигналов.
6. Спектральное представление сигналов.
7. Эффект Гиббса и его параметры. Подавление эффекта Гиббса.
8. Непрерывные преобразования Фурье и Лапласа.
9. Свойства преобразования Фурье. Спектры типовых сигналов.
10. Равномерная дискретизация. Спектр дискретного сигнала. Теорема Котельникова-Шеннона.
11. Дискретизация с усреднением. Дискретизация спектров. Соотношение спектров одиночного и периодического сигналов.
12. Дискретизация по критерию наибольшего отклонения. Адаптивная дискретизация. Квантование сигналов.
13. Дискретное преобразование Фурье. Алгоритмы дискретного преобразования Фурье.
14. Быстрое преобразование Фурье, основные понятия и алгоритмы БПФ.
15. Дискретное преобразование Лапласа.
16. Z-преобразование. Прямое и обратное z-преобразование. Свойства z-преобразования.
17. Преобразование свертки и его свойства. Спектры мощности. Корреляционные функции сигналов.
18. Дискретная свертка (конволюция). Техника свертки. Автокорреляция и ее вычисление.
19. Wavelet-преобразования и wavelet фильтрация сигналов.
20. Ключевые операции цифровой обработки сигналов.
21. Нерекурсивные цифровые фильтры.
22. Рекурсивные цифровые фильтры.
23. Импульсные реакции и передаточные функции цифровых фильтров.
24. Частотные характеристики цифровых фильтров и их свойства.
25. Фазовая и групповая задержка сигналов. Корреляция входа и выхода фильтров.
26. Структурные схемы цифровых фильтров.
27. Фильтры сглаживания МНК 1-го порядка. Коэффициенты, импульсная реакция и частотная характеристика данных фильтров.

28. Модификация фильтров МНК 1-го порядка и оптимизация сглаживания.
29. Фильтры МНК 2-го порядка и их частотные характеристики.
30. Фильтры МНК 4-го порядка. Расчет фильтра по частотной характеристике.
31. Разностные фильтры и фильтры интегрирования.
32. Фильтрация случайных сигналов.
33. Эффект Гиббса и его практические последствия при фильтрации.
34. Нейтрализация эффекта Гиббса. Основные весовые функции.
35. Нерекурсивные частотные цифровые фильтры. Типы фильтров. Методика расчетов НЦФ.
36. Идеальные частотные фильтры. Импульсная реакция фильтров.
37. Конечные приближения идеальных фильтров. Применение весовых функций.
38. Гладкие частотные фильтры.
39. Дифференцирующие цифровые фильтры.
40. Альтернативные методы расчета нерекурсивных цифровых фильтров.
41. Z-преобразование сигналов и системных функций.
42. Свойства z-преобразования и примеры z-преобразования.
43. Обратное z-преобразование.
44. Применения z-преобразования.
45. Основные принципы рекурсивной фильтрации.
46. Разработка рекурсивных цифровых фильтров.
47. Режекторные и селекторные фильтры.
48. Билинейное z-преобразование.
49. Типы рекурсивных частотных фильтров.
50. Низкочастотный фильтр Баттеруорта.
51. Высокочастотный фильтр Баттеруорта.
52. Полосовой фильтр Баттеруорта.

### **Критерии оценивания результатов обучения**

#### **Критерии оценивания по зачету:**

«зачтено»:

студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять материал, иллюстрируя его примерами, выполнил все лабораторные работы компьютерного практикума, представил разработанные программы численного расчета.

«не зачтено»:

материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по соответствующему вопросу, довольно ограниченный объем знаний программного материала, не выполнены лабораторные работы компьютерного практикума, не представлены разработанные программы численного расчета.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

1. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013.

2. Матвеев Ю.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. – 166 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/43698>

3. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2011. – 720 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/60986>

4. Умняшкин, С.В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2016. – 528 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/87749>

5. Басараб М.А. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях [Электронный ресурс] / М.А. Басараб, В.К. Волосюк, О.В. Горячкин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2007. – 544 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/2215>

6. Кристалинский Р.Е., Кристалинский В.Р. Преобразования Фурье и Лапласа в системах компьютерной математики. – М.: Горячая линия–Телеком, 2006.

7. Оппенгейм А.В., Шафер Р.В. Цифровая обработка сигналов. – М.: Техносфера, 2006.

8. Попов О.Б. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания [Электронный ресурс] / О.Б. Попов, С.Г. Рихтер. – Электрон. дан. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2015. – 342 с. – Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/94576>

9. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 750 с.

10. Штарк Г.-Г. Применение вейвлетов для ЦОС; [пер. с англ. Н.И. Смирновой, под ред. А.Г. Кюркчана]. – М.: Техносфера, 2007.

## 5.2. Периодическая литература

Указываются печатные периодические издания из «Перечня печатных периодических изданий, хранящихся в фонде Научной библиотеки КубГУ» <https://www.kubsu.ru/ru/node/15554>, и/или электронные периодические издания, с указанием адреса сайта электронной версии журнала, из баз данных, доступ к которым имеет КубГУ:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks <https://link.springer.com/>
17. «Лекториум ТВ» <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;



5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>;
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал «Русский язык» <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал «Учеба» <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект «Об образовании в Российской Федерации». Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий [http://mschool.kubsu.ru/](http://mschool.kubsu.ru;)
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

### **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Лекция является одной из форм изучения теоретического материала по дисциплине. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных подходов и теорий. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте применяют сокращение слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникающие в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения.

Одним из основных видов деятельности студента является самостоятельная работа, которая включает в себя изучение лекционного материала, учебников и учебных пособий, подготовки к выполнению лабораторных работ и оформлению технических отчётов по ним, а также подготовки к практическим занятиям изучением краткой теории в задачниках и решении домашних заданий.

Методика самостоятельной работы предварительно разъясняется преподавателем и в последующем может уточняться с учетом индивидуальных особенностей студентов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять равномерно на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения программы, которая содержит основные требования к знаниям, умениям и навыкам обучаемых.

Обязательно следует вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе установочных занятий. Затем следует приступать к изучению отдельных разделов и тем в порядке, предусмотренном программой.

Получив представление об основном содержании раздела, темы, необходимо изучить материал по теме, изложенный в учебнике. Целесообразно составить краткий конспект или схему, отображающую смысл и связи основных понятий данного раздела и включенных в него тем (или более продуктивно – дополнить конспект лекции). Обязательно следует записывать возникшие вопросы, на которые не удалось ответить самостоятельно.

Необходимо изучить список рекомендованной литературы и убедиться в её наличии в личном пользовании или в подразделениях библиотеки в бумажном или электронном виде. Всю основную учебную литературу желательно изучать с составлением конспекта. Чтение литературы, не сопровождаемое конспектированием, мало результативно. Цель написания конспекта по дисциплине – сформировать навыки по поиску, отбору, анализу и формулированию учебного материала. Эти навыки обязательны для любого специалиста с высшим образованием независимо от выбранного направления. Написание конспекта должно быть творческим – нужно не переписывать текст из источников, но пытаться кратко излагать своими словами содержание ответа, при этом максимально его структурируя и используя символы и условные обозначения (в этом Вам помогут вопросы, выносимые на зачет и тестирование). Копирование и заучивание неосмысленного текста трудоемко и по большому счету не имеет познавательной и практической ценности. При работе над конспектом обязательно выявляются и отмечаются трудные для самостоятельного изучения вопросы, с которыми уместно обратиться к преподавателю при посещении занятий и консультаций, либо в индивидуальном порядке. При чтении учебной и научной литературы необходимо всегда следить за точным и полным пониманием значения терминов и содержания понятий, используемых в тексте. Всегда следует уточнять значения по словарям или энциклопедиям, при необходимости записывать.

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования так называемого «электронного портфеля студента».

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Цифровая обработка сигналов».

Контроль осуществляется посредством тестирования студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- выполнение семестровой контрольной работы по индивидуальным вариантам;
- усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний, получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы и осуществляемое путем написания реферативных работ;
- консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов»

также относится электронный вариант учебного пособия по данной дисциплине, включающий в себя:

- лекционный курс дисциплины «Цифровая обработка сигналов»;
- контрольные вопросы по каждому разделу учебной дисциплины;
- список задач по каждому разделу учебной дисциплины.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

К практическим занятиям необходимо готовиться предварительно, до начала занятия. Необходимо ознакомиться с краткой теорией в рекомендованном задачнике по соответствующей теме и проработать примеры решений разобранных в задачнике упражнений. В ходе подготовки, так же следует вести конспектирование, а возникшие вопросы задать ведущему преподавателю в начале практического занятия или в консультационной форме.

К лабораторным работам следует подготовиться предварительно, ознакомившись с краткой, но специфической теорией, размещенной в соответствующей методичке. Рекомендуется ознакомиться заранее и с методическими рекомендациями по проведению соответствующей лабораторной работы, и в случае необходимости провести предварительные расчёты.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (ауд. <u>205с, 209с</u> )	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W), № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций,	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: Аудитория оснащенная тремя меловыми или маркерными	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.).

<p>текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. 205с, 206с, 207с, 209с )</p>	<p>досками, презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 209с (проектор EPSON EB-1776W), № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).</p>	<p>2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).  3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.  4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.  5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).  6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).</p>
<p>Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория 205с</p>	<p>Мебель: учебная мебель  Технические средства обучения: Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения и работы: презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).</p>	<p>1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.).  2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).  3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.  4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.  5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).  6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбоксами (© The MathWorks).</p>
<p>Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)</p>	<p>Мебель: учебная мебель  Технические средства обучения: Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения и работы: презентационной техникой (проектор, экран, компьютер / ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО), а также достаточным количеством посадочных мест: № 205с (проектор SANYO PLC-SW20A).</p>	<p>1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.).  2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).  3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.  4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.  5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation).  6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK</p>

		с необходимыми тулбксами (© The MathWorks).
--	--	---

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбксами (© The MathWorks).
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. <u>205C</u> )	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corp.). 2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation). 3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет. 4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран. 5. Система компьютерной математики MATHCAD с необходимыми пакетами расширений (© Parametric Technology Corporation). 6. Система компьютерной математики MATLAB + SIMULINK с необходимыми тулбксами (© The MathWorks).