

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ _____

Безруков Александр Владимирович, к.т.н., старший научный сотрудник,
доцент

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ _____

Стукалова Анна Сергеевна, старший преподаватель

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф. _____

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф. _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2 — способность разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
ПСК-6/23 — способность решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ
ПСК-7 — способность к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных
ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
ОПК-3 — способность к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
ОПК-7 — способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-8 — способность использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2

знания:

методы оценивания параметров сигналов, поступающих с измерительной аппаратуры, в условиях помех;

умения:

подбирать технические и программные средства и алгоритмы для получения эффективных оценок параметров сигналов;

навыки:

работа с современными аппаратными и программными средствами обработки сигналов измерительной аппаратуры в эксперименте и на процессе.

ПСК-6/23

знания:

методы оценивания параметров сигналов, поступающих с измерительной аппаратуры, в условиях помех;

средства и алгоритмы выполнения основных операций первичной обработки сигналов;

умения:

подбирать технические и программные средства и алгоритмы для получения эффективных оценок параметров сигналов измерительной аппаратуры в научном эксперименте и на процессе;

навыки:

работа с современными аппаратными и программными средствами обработки сигналов измерительной аппаратуры в эксперименте.

ПСК-7

знания:

основные методы первичной обработки сигналов;

методы оценивания параметров поступающих с измерительной аппаратуры сигналов в условиях помех;

умения:

применять на практике методы оценки факторов, влияющих на качество результатов обработки данных эксперимента;

навыки:

расчетных и исследовательских приемов работы;

работы с современными аппаратными и программными средствами обработки сигналов измерительной аппаратуры в эксперименте.

ОПК-2

знания:

основные математические принципы и физическую подоплеку цифровой обработки сигналов;

умения:

применять математический аппарат для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов;

навыки:

производить расчёт характеристик и параметров, необходимых для разработки алгоритмов.

ОПК-3

знания:

основные принципы цифровой обработки сигналов;

умения:

применять теоретические выводы теории для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов;

навыки:

практического применения теории цифровой обработки сигналов для реализации цифровых систем.

ОПК-4

знания:

основные задачи и средства цифровой обработки сигналов;

умения:

реализовывать базовые алгоритмы обработки сигналов;

навыки:

разрабатывать алгоритмы, структурные и функциональные схемы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие выполнение заданных требований.

ОПК-7

знания:

принципы, основные алгоритмы и устройства цифровой обработки сигналов;;

умения:

построение систем различных типов и обеспечение различных способов обработки информации;

навыки:

решения задач обработки данных с помощью средств вычислительной техники.

ОПК-8

знания:

математическое описание дискретных систем и сигналов и методы их дискретного преобразования;;

умения:

проводить математическое моделирование с помощью прикладных программ;

навыки:

реализовывать конкретные модели физических сигналов, проводить временной, спектральный анализ, расчет параметров фильтров по заданным требованиям с помощью прикладных программ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ РАДИОТЕХНИКА, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОСНОВЫ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ, КРИПТОГРАФИИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ НА ПЛИС, ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-5 — Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-8 — Способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач
- ПСК-1 — Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования
- ПСК-2 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
- ПСК-3 — Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
- ПСК-4 — Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ
- ПСК-5 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
- ПСК-6/23 — Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %							
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2	ПСК-6/23	ПСК-7	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7	ОПК-8
4	8	Раздел 1. Введение. 1.1 Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов. 1.2 Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4	8	Раздел 2. Дискретные сигналы. 2.1. Дискретизация непрерывных сигналов. Дискретизация как частный случай модуляции. Аналитическое описание дискретизированных сигналов. Спектры дискретизированных сигналов. 2.2. Z - преобразование дискретизированных сигналов. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости. Соотношение между плоскостью P и плоскостью Z. Z - преобразование. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов. Обратное Z - преобразование. Свойства Z - преобразования.	15	8	4	4	7	10	10	10	10	10	10	10	10
4	8	Раздел 3. Дискретные системы. 3.1. Основные свойства дискретных систем. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы. Разностные уравнения и передаточные функции. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Полюсы и нули передаточных функций. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой. 3.2. Формы реализации цифровых фильтров. Переход от передаточной	25	12	4	8	13	20	20	20	20	20	20	20	20

		функции к структуре фильтра. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.													
4	8	<p>Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров. Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров. 4.1. Синтез цифровых фильтров с конечной импульсной характеристикой. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации. 4.2. Синтез цифровых фильтров с бесконечной импульсной характеристикой. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые. Прямое Z - преобразование. Билинейное преобразование. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ. 4.3. Эффекты квантования и шумы в ЦФ. Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.</p>	20	10	6	4	10	20	20	20	20	20	20	20	20
4	8	<p>Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах. 5.1. Дискретное преобразование Фурье. Общие сведения. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по</p>	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10

		<p>времени. 5.2. Возможные применения алгоритмов БПФ. Дискретная свертка и ее вычисление. Круговая свертка. Линейная свертка. Методы быстрого вычисления свертки. Спектральный анализ с применением БПФ. некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов. 5.3. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов. Двумерные цифровые системы и сигналы. Двумерные разностные уравнения. Двумерное Z - преобразование. Двумерное ДПФ. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.</p>													
4	8	<p>Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов. 6.1. Цифровые методы детектирования сигналов. Построение синхронных цифровых детекторов. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала. Построение фазовых цифровых детекторов. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом. Влияние шумов на оценку фазы сигнала. 6.2. Преобразования спектра сигналов. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала. Восходящие и нисходящие дискретные системы. Экспандер и компрессор частоты дискретизации. 6.3. Гомоморфная обработка сигналов. Сущность гомоморфной обработки сигналов. Возможности применения гомоморфной обработки сигналов. Области применения гомоморфной обработки.</p>	10	4	4	0	6	10	10	10	10	10	10	10	10
4	8	<p>Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов. 7.1. Применение ЦОС для анализа, синтеза и передачи звуковых сигналов. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов. Обработка цифровых звуковых сигналов. Цифровая запись звуковых сигналов. Проблема передачи программ с помощью радиовещания. Влияние ошибок, возникающих при передаче на качество звука. 7.2. Применение ЦОС для анализа, синтеза и передачи речевых</p>	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10

		сигналов. Модель образования речи. Кратковременный спектральный анализ. Система анализа-синтеза речи, основанная на кратковременном спектральном анализе. Особенности анализа речи. Полосный вокодер. Формантный синтез речи. Системы речевого ответа для вычислительных машин. 7.3. Применение ЦОС в радиолокации. Реализация согласованного фильтра. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ. Радиолокатор с синтезированной апертурой.													
4	8	Раздел 8. Модуляция при передаче цифровой информации и многоскоростная обработка сигналов. 8.1. Модуляция и демодуляция. Квадратурная модуляция. Способы модуляции при передаче цифровой информации: частотная, амплитудная, фазовая, квадратурная, широтно-импульсная манипуляции. 8.2. Системы интерполяции и децимации. Передискретизация.	20	10	4	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Всего за 8 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Моделирование различных законов распределения случайных процессов. Визуализация и построение графиков.	4
2	Раздел 2. Дискретные сигналы.	Моделирование дискретного сигнала заданной формы, наложение на него шума, сформированного на практическом занятии 1. Выделение полезного сигнала с помощью метода накопления.	4
3	Раздел 3. Дискретные системы.	Построение АКФ и ВКФ по заданию. Применение ВКФ для поиска определенной части сигнала.	2
4		Выделение данных из файлов разных форматов с помощью фильтрации	4
5		Изучение эффектов возникающих при преобразовании аналогового сигнала в цифровую форму	2
6	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	Проектирование и исследование свойств КИХ и БИХ фильтров в пакете прикладных программ	4
7	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	Исследование свойств спектра дискретизированного сигнала и влияние фильтрации	4
8	Раздел 7. Применение методов цифровой	Моделирование применения согласованного фильтра в задачах радиолокации	2
9	обработки сигналов.	Реализация процедуры обработки радиосигнала линейным стационарным фильтром для выделения	2

		скрытой информации в цифровой форме	
10	Раздел 8. Модуляция при передаче цифровой информации и многоскоростная обработка сигналов.	Моделирование радиосигнала с угловой модуляцией по заданному закону и параметрами по варианту. Осуществление передискретизации для следующего блока обработки с заданными параметрами.	6
Всего за 8 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1	10
2	Раздел 2. Дискретные сигналы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2	7
3	Раздел 3. Дискретные системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3	13
4	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	10
5	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 5 с использованием рекомендуемой литературы	10
6	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы	6
7	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 7 с использованием рекомендуемой литературы	10
8	Раздел 8. Модуляция при передаче цифровой информации и многоскоростная обработка сигналов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 8 с использованием рекомендуемой литературы	10
Всего за 8 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8		ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ИПЗ	ДР	Контр.Р., ИПЗ	Тест, ИПЗ	ИПЗ	ДР	Контр.Р., ИПЗ	Тест, ИПЗ	Вопр. Экз, ИПЗ	ИПЗ	Тест	ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ИПЗ – индивидуальное практическое задание;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- контрольная работа;
- тест;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Безруков. . Основы цифровой обработки сигналов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
2. О. С. Вадутов. . Электроника. Математические основы обработки сигналов. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
3. С. Н. Воробьев. . Цифровая обработка сигналов. М.: Академия, 2013, 28 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов. М.: Питер, 2006, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Информационно-измерительные и управляющие системы;
2. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Mathcad Education - University Edition Term;
2. Matlab 2015a SP1;
3. NI Multisim - академическая версия.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Mathcad Education - University Edition Term;
4. Matlab 2015a SP1;
5. NI Multisim - академическая версия.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиотехнические системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2 способность разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

ПСК-6/23 способность решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ;

ПСК-7 способность к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных;

ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;

ОПК-3 способность к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-4 способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;

ОПК-7 способность понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-8 способность использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с цифровой обработкой сигналов при приеме и передаче информации, рассматриваются особенности и преимущества цифрового представления сигналов, изучение алгоритмов цифровых преобразований, реализация цифровой обработки

в телекоммуникационных, информационно-измерительных и радиофизических системах и ее применение в различных областях науки, техники и производства.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекционные занятия, практические занятия, самостоятельная работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в виде контрольных работ, рубежный контроль в форме успешного написания одной контрольной работы и итоговый контроль в форме экзамена.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- индивидуальное практическое задание;
- контрольная работа;
- тест;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1	О. С. Вадутов. . Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (1.1-1.2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Дискретные сигналы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2	О. С. Вадутов. . Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (2.2)	7
Итого по разделу 2		7
Раздел 3. Дискретные системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3	С. Н. Воробьев. . Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (4.1-4.5)	13
Итого по разделу 3		13
Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы	С. Н. Воробьев. . Цифровая обработка сигналов: М.: Академия, 2013 (9.1-9.2) А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10)	10
Итого по разделу 4		10
Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 5 с использованием рекомендуемой литературы	О. С. Вадутов. . Электроника. Математические основы обработки сигналов: Москва: Юрайт, 2020 (3.1-3.5) А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (1-10)	10
Итого по разделу 5		10
Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 6 с использованием рекомендуемой литературы	А. В. Безруков. . Основы цифровой обработки сигналов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (4-6)	6
Итого по разделу 6		6
Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 7 с использованием рекомендуемой литературы	Г.-Г. Штарк. . Применение вейвлетов для ЦОС: М.: Техносфера, 2007 (1-3)	10
Итого по разделу 7		10
Раздел 8. Модуляция при передаче цифровой информации и многоскоростная обработка		

сигналов.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 8 с использованием рекомендуемой литературы	А. Б. Сергиенко. . Цифровая обработка сигналов: М.: Питер, 2006 (8-10)	10
Итого по разделу 8		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- тест;
- индивидуальное практическое задание;
- контрольная работа;
- вопросы к экзамену;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Тест

Если студент не писал контрольную работу или написал ее с оценкой «неудовлетворительно», то для получения допуска к экзамену ему предлагается пройти тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если студент правильно ответил на 7 и более вопросов.

Индивидуальное практическое задание

Результаты выполнения практического задания оцениваются - зачтено/незачтено и количество баллов сообразно ответам защищающегося и технологической карте. Студент должен решить поставленную задачу и объяснить этапы решения.
Для допуска к экзамену необходимо выполнить все индивидуальные практические задания

Контрольная работа

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Контрольная работа №1 включает в себя задачу и два теоретических вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить одну задачу. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на теоретические вопросы.

Контрольная работа №2 включает в себя задачу и два теоретических вопроса. Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо правильно решить одну задачу. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на теоретические вопросы.

Перечень вопросов к контрольной работе №1

1. Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов.
2. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.
3. Дискретизация непрерывных сигналов.
4. Аналитическое описание дискретизированных сигналов.
5. Спектры дискретизированных сигналов.
6. Z - преобразование дискретизированных сигналов.
7. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала.
8. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости.
9. Соотношение между плоскостью P и плоскостью Z .
10. Z - преобразование.
11. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов.
12. Обратное Z - преобразование.
13. Свойства Z - преобразования.
14. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы.
15. Разностные уравнения и передаточные функции.
16. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
17. Полюсы и нули передаточных функций.

18. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.
19. Переход от передаточной функции к структуре фильтра.
20. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров.
21. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.
22. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ.
23. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры.
24. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
25. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.
26. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые.
27. Прямое Z - преобразование.
28. Билинейное преобразование.
29. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра.
30. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров.
31. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ.

Перечень вопросов к контрольной работе №2

1. Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ.
2. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ.
3. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ.
4. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.
5. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье.
6. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ.
7. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ.
8. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени.
9. Дискретная свертка и ее вычисление.
10. Круговая свертка. Линейная свертка.
11. Методы быстрого вычисления свертки.
12. Спектральный анализ с применением БПФ. некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
13. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
14. Двумерные цифровые системы и сигналы.
15. Двумерные разностные уравнения.
16. Двумерное Z - преобразование.
17. Двумерное ДПФ.
18. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.
19. Цифровые методы детектирования сигналов.
20. Построение синхронных цифровых детекторов.
21. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом.
22. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала.
23. Построение фазовых цифровых детекторов.
24. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом.
25. Влияние шумов на оценку фазы сигнала.
26. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала.
27. Восходящие и нисходящие дискретные системы.
28. Экспандер и компрессор частоты дискретизации.
29. Сущность гомоморфной обработки сигналов.
30. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов.
31. Обработка цифровых звуковых сигналов.
32. Цифровая запись звуковых сигналов.
33. Реализация согласованного фильтра.
34. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора.
35. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ.
36. Радиолокатор с синтезированной апертурой.

Вопросы к экзамену

1. Сравнение аналоговых и цифровых методов обработки сигналов.
2. Преимущества и недостатки цифровой обработки сигналов. Области применения и возможности ЦОС.
3. Дискретизация непрерывных сигналов.
4. Аналитическое описание дискретизированных сигналов.

5. Спектры дискретизированных сигналов.
6. Z - преобразование дискретизированных сигналов.
7. Преобразование Лапласа дискретизированного сигнала.
8. Представление дискретизированных сигналов в комплексной плоскости.
9. Соотношение между плоскостью P и плоскостью Z .
10. Z - преобразование.
11. Общие соотношения между сигналами и положениями полюсов.
12. Обратное Z - преобразование.
13. Свойства Z - преобразования.
14. Составные элементы дискретных систем. Уравнение дискретной системы.
15. Разностные уравнения и передаточные функции.
16. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
17. Полюсы и нули передаточных функций.
18. Устойчивость цифровых фильтров. Частотная характеристика и ее связь с передаточной функцией и импульсной характеристикой.
19. Переход от передаточной функции к структуре фильтра.
20. Каноническая и неканоническая формы реализации цифровых фильтров.
21. Последовательная, параллельная, биквадратная, каскадная формы реализации ЦФ.
22. Нерекурсивные ЦФ с линейной ФЧХ.
23. Минимально-фазовые нерекурсивные фильтры.
24. Основные этапы проектирования нерекурсивных фильтров.
25. Формулировка задач аппроксимации, критерии. Методы решения задач аппроксимации.
26. Основные принципы преобразования непрерывных фильтров в цифровые.
27. Прямое Z - преобразование.
28. Билинейное преобразование.
29. Аппроксимация в процессе синтеза рекурсивного цифрового фильтра.
30. Аналитические методы синтеза рекурсивных цифровых фильтров.
31. Определение передаточной функции рекурсивного цифрового фильтра с помощью билинейного преобразования на ПЭВМ.
32. Ошибки, связанные с конечной разрядностью АУ ЦФ.
33. Ошибки округления и усечения коэффициентов передаточных функций ЦФ.
34. Оценки шумов квантования выходного сигнала в ЦФ.
35. Оценка диапазона изменения сигнала в ЦФ.
36. Переход от обычного к дискретному преобразованию Фурье.
37. Свойства ДПФ. Алгоритм вычисления ДПФ.
38. Возможности применения алгоритма ДПФ для вычисления ОДПФ.
39. Понятие о быстром преобразовании Фурье. Свойства алгоритма БПФ с основанием 2 и прореживанием по времени.
40. Дискретная свертка и ее вычисление.
41. Круговая свертка. Линейная свертка.
42. Методы быстрого вычисления свертки.
43. Спектральный анализ с применением БПФ. некоторые характеристики спектрального анализа. Особенности спектрального анализа случайных процессов.
44. Двумерная обработка сигналов. Понятие о двумерной цифровой обработке сигналов.
45. Двумерные цифровые системы и сигналы.
46. Двумерные разностные уравнения.
47. Двумерное Z - преобразование.
48. Двумерное ДПФ.
49. Двумерные БИХ и КИХ фильтры.
50. Цифровые методы детектирования сигналов.
51. Построение синхронных цифровых детекторов.
52. Погрешность оценки амплитуды сигнала цифровым методом.
53. Влияние шумов на оценку амплитуды сигнала.
54. Построение фазовых цифровых детекторов.
55. Погрешность оценки фазы сигнала цифровым методом.
56. Влияние шумов на оценку фазы сигнала.
57. Перенос спектра сигнала. Инверсия спектра сигнала.
58. Восходящие и нисходящие дискретные системы.
59. Экспандер и компрессор частоты дискретизации.
60. Сущность гомоморфной обработки сигналов.
61. Влияние АЦП и ЦАП на качество звуковых сигналов.
62. Обработка цифровых звуковых сигналов.
63. Цифровая запись звуковых сигналов.

- 64. Реализация согласованного фильтра.
- 65. Пример системы цифровой обработки сигналов радиолокатора.
- 66. Цифровая обработка сигналов в системах СДЦ.
- 67. Радиолокатор с синтезированной апертурой.

Экзамен

На экзамене студенту предлагается 2 вопроса. При развернутом ответе на два вопроса студент получает "отлично", при неполном ответе на два вопроса - "хорошо", при полном ответе на один вопрос - "удовлетворительно".

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %								НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2	ПСК-6/23	ПСК-7	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК-7	ОПК-8	
4	8	Раздел 1. Введение.	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 2. Дискретные сигналы.	15	8	4	4	7	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 3. Дискретные системы.	25	12	4	8	13	20	20	20	20	20	20	20	20	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 4. Методы синтеза цифровых фильтров.	20	10	6	4	10	20	20	20	20	20	20	20	20	Контрольная работа, Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 5. Преобразование сигналов в дискретных системах.	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 6. Методы нелинейной цифровой обработки сигналов.	10	4	4	0	6	10	10	10	10	10	10	10	10	Тест, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 7. Применение методов цифровой обработки сигналов.	18	8	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Контрольная работа, Тест, Вопросы к экзамену, Индивидуальное практическое задание
4	8	Раздел 8. Модуляция при передаче цифровой информации и многоскоростная обработка сигналов.	20	10	4	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	Индивидуальное практическое задание, Тест
Всего за 8 семестр			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	34	76	100	100	100	100	100	100	100	100	

Критерии оценивания

ПСК-2

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Каким преобразованиям должен удовлетворять цифровой фильтр для безыскажённой передачи сигнала:
- Постоянство группового времени задержки
- Симметрия коэффициентов передаточной функции цифрового фильтра
- Конечность импульсной характеристики цифрового фильтра
- Бесконечность импульсной характеристики цифрового фильтра
- № 2
- $$H(e^{j\hat{\omega}}) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} b_i e^{j\hat{\omega}i}}{1 + \sum_{k=1}^{M-1} a_k e^{-j\hat{\omega}k}}$$
- Выражение называется _____ характеристикой
- № 3 Уравнение взаимосвязи между входным $x(nT)$ и выходным $y(nT)$ сигналами
- для ЛДС, заданной своей импульсной характеристикой $h(nT)$ задается уравнением, называемым формулой _____
- № 4 Расстояния между копиями спектра дискретизированного сигнала равно частоте _____
- № 5 Частотная характеристика есть фурье-изображение _____ характеристики
- № 6 Передаточная функция есть Z-изображение _____ характеристики
- № 7 Импульсная характеристика, описываемая разностным уравнением вида $y(n) = 2x(n) - x(n-1) - x(n-2)$ равна:
- № 8 Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал $[1, 1, 2]$, импульсная характеристика $[2, 1]$. Выходной сигнал равен
- № 9 Свойство инвариантности во времени присуще _____ системе
- № 10 Систему перпендикулярных функций с единичной нормой называют _____ системой
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Теорема Парсеваля говорит о:
- соответствии длительности сигнала и ширине спектра
- соответствии частоты дискретизации сигнала для однозначного дискретного восстановления
- соответствии мощности сигнала во временной и частотной области
- соответствии комплексного сигнала и преобразованного по Лапласу
- № 2 В спектре последовательности прямоугольных импульсов отсутствуют спектральные составляющие:
- на нулевой гармонике
- на гармониках, кратных длительности импульсов
- на гармониках, кратных скважности
- на гармониках, кратных частоте заполнения
- № 3 Косинус является:
- четной функцией

- нечетной функцией
- ортонормированной функцией
- апериодической функцией
- № 4 Какое определение справедливо для рекурсивного фильтра:
- Реакция фильтра $y(n)$ зависит только от входного воздействия $x(n)$
- Реакция фильтра $y(n)$ зависит от входного воздействия $x(n)$ и его предыстории $x(n-k)$
- Реакция фильтра $y(n)$ зависит от входного воздействия $x(n)$, его предыстории $x(n-k)$ и предыстории реакции $y(n-k)$
- № 5 Все определения справедливы
- При каком условии БИХ-фильтр второго порядка может быть представлен в последовательной структуре:
- Если полюсы фильтра вещественны
- Если полюсы фильтра комплексно сопряженные
- В обоих перечисленных случаях
- № 6 Ни в одном из перечисленных случаев
- При каких условиях в КИХ-фильтре невозможно получение линейной фазо-частотной характеристики:
- Групповое время задержки должно быть постоянным
- Коэффициенты передаточной функции симметричны
- Коэффициенты передаточной функции ассиметричны
- Коэффициенты передаточной функции антисимметричны
- № 7 Что является причиной происхождения собственных шумов цифрового фильтра:
- Аналого-цифровое преобразование, при котором квантуются дискретные сигналы
- Умножение цифровых сигналов, результат которого округляется или усекается
- Квантование коэффициентов цифровой системы (коэффициентов разностного уравнения или передаточной функции)
- № 8 Все перечисленные причины
- Какой эффект достигается при синтезе КИХ-фильтров методом окон:
- Уменьшение ширины переходной зоны
- Уменьшение уровня пульсаций
- Уменьшение ширины основного лепестка
- № 9 Все перечисленные эффекты
- Какими преимуществами обладает каноническая структура линейной дискретной системы:
- Уменьшает шумы квантования
- Упрощает схему за счёт уменьшения числа элементов задержки
- Упрощает схему за счет уменьшения (упрощения) элементов суммирования
- Упрощает схему за счет уменьшения числа элементов умножения на константу

№ 10	Спектральным анализом называется: Обработка сигналов, связанная с анализом их спектров Реализация алгоритма дискретного преобразования Фурье (ДПФ) Реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) Все ответы верны
ПСК-6/23	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Сигнал обладает спектром до 20 кГц. Какая частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова: 20 35 44 60
№ 2	Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях называется _____ характеристикой
№ 3	Систему перпендикулярных функций с единичной нормой называют _____ системой
№ 4	Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал [1,2,1], импульсная характеристика [1,2]. Выходной сигнал равен:
№ 5	Сдвиг прямоугольного импульса во времени приведет к изменению _____ спектра
№ 6	Цифровой фильтр с петлей обратной связи с выхода на вход называется _____
№ 7	Если длина последовательности $N=2^{16}$ степеней, то выигрыш от применения алгоритма БПФ составит ... раз? (берется отношение количества вычисляемых пар операций)
№ 8	Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях называется _____ характеристикой
№ 9	Нулем передаточной функции (ПФ) называется значение z , при котором _____ ПФ принимает нулевое значение
№ 10	Линейная дискретная система (ЛДС) является устойчивой, если все _____ ПФ находятся внутри окружности единичного радиуса z -плоскости
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	При каком способе представления чисел со знаком 1 в старшем разряде соответствует положительному числу: При представлении в прямом коде При представлении в дополнительном коде При представлении в обратном коде При представлении в смещенном коде
№ 2	Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного невозможно, если: Частота дискретизации равна ширине полосы спектра непрерывного сигнала Частота дискретизации равна двойной ширине полосы спектра непрерывного сигнала Частота дискретизации равна половине ширины спектра непрерывного сигнала Во всех перечисленных случаях
№ 3	Какими преимуществами обладает метод билинейного z -преобразования по сравнению с методом стандартного z -преобразования при синтезе БИХ-фильтров:

	Повышенная точность воспроизведения их во всем частотном диапазоне
	Не требуется увеличение частоты дискретизации для уменьшения ошибок наложения
	Пригодность для синтеза фильтров с произвольной частотной характеристикой (корректирующих фильтров)
№ 4	Пригодность для синтеза фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой Каким преимуществом не обладает цифровая система обработки по сравнению с аналоговой:
	Отсутствие проблемы согласования нагрузок
	Малые габариты и потребление
	Высокая точность преобразования
№ 5	Высокая стабильность характеристик Какая процедура называется дискретизацией:
	Прореживание отсчетов по времени
	Прореживание отсчетов по частоте
	Преобразование аналоговых отсчетов сигнала в цифровые
№ 6	Взятие мгновенных значений сигнала с заданным периодом Какая процедура называется квантованием:
	Прореживание отсчетов по времени
	Преобразование аналоговых отсчетов сигнала в цифровые
	Взятие мгновенных значений сигнала с заданным периодом
№ 7	Переход из временной области в частотную Какие ошибки аналогово-цифровой преобразования не являются следствием невыполнения теоремы Котельникова
	Шумы квантования
	Ошибки усечения
	Ошибки наложения (эйлайзинг)
№ 8	Все перечисленные ошибки При увеличении скважности последовательности прямоугольных импульсов:
	расширяется спектр
	сужается спектр
	увеличивается количество гармоник
№ 9	увеличивается амплитуда гармоник Какое из свойств дискретного преобразования Фурье (ДПФ) является основой алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ):
	Линейность
	Равенство Парсеваля
	Свойство сдвига (смещения) ДПФ
	Периодичность

№ 10	<p>Какую задачу выполняет весовая функция в задачах аппроксимации частотной характеристики цифрового фильтра:</p> <p>Распределяет ошибки по интервалам аппроксимации</p> <p>Минимизирует среднеквадратическое значение ошибки по всему интервалу аппроксимации</p> <p>Минимизирует максимальное значение ошибки по всему интервалу аппроксимации</p> <p>Выполняет все перечисленные задачи</p>
ПСК-7	
№ 1	<p><i>Вопросы открытого типа:</i></p> <p>Каким преобразованиям должен удовлетворять цифровой фильтр для безыскажённой передачи сигнала:</p> <p>Постоянство группового времени задержки</p> <p>Симметрия коэффициентов передаточной функции цифрового фильтра</p> <p>Конечность импульсной характеристики цифрового фильтра</p>
№ 2	<p>Бесконечность импульсной характеристики цифрового фильтра</p> <p>Сигнал, дискретный по времени, но непрерывный по уровню называют _____ сигналом</p>
№ 3	<p>Импульсная характеристика, описываемая разностным уравнением вида $y(n)=2x(n)-x(n-1)-1x(n-2)$ равна:</p>
№ 4	<p>Какая из систем, заданных разностным уравнением будет устойчива при любых входных воздействиях:</p> <p>$y(n)=x(n)+x(n-1)$</p> <p>$y(n)=x(n)+y(n-1)$</p> <p>$y(n)=x(n)+x(n-1)+x(n-2)$</p> <p>$y(n)=x(n)-x(n-1)+y(n-1)$</p>
№ 5	<p>Систему перпендикулярных функций с единичной нормой называют _____ системой</p>
№ 6	<p>Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал [1,1,2], импульсная характеристика [2,1]. Выходной сигнал равен</p>
№ 7	<p>Сигнал обладает спектром до 20 кГц. Какая частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова:</p> <p>20</p> <p>35</p> <p>44</p> <p>60</p>
№ 8	<p>Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал [1,2,1], импульсная характеристика [1,2]. Выходной сигнал равен:</p>
№ 9	<p>Цифровой фильтр с петлей обратной связи с выхода на вход называется _____</p>
№ 10	<p>Сдвиг прямоугольного импульса во времени приведет к изменению _____ спектра</p> <p><i>Вопросы закрытого типа:</i></p>
№ 1	<p>Линейная дискретная система обладает бесконечной импульсной характеристикой, если (БИХ ЛДС):</p> <p>Реакция системы зависит только от входных воздействий</p>

- Реакция системы зависит от входных воздействий и предыстории реакции
- Разностное уравнение системы не ниже второго порядка
- Ни одно из перечисленных свойств
- № 2 Линейная дискретная система (ЛДС) не требует проверки на устойчивость, если:
- ЛДС имеет нулевые начальные условия
- Импульсная характеристика ЛДС имеет характер затухающей функции времени
- ЛДС является рекурсивной
- № 3 Во всех случаях проверка на устойчивость требуется
- Частотной характеристикой $H(e^{j\omega})$ называется:
- Частотная зависимость отношения реакции к дискретному гармоническому воздействию в установленном режиме
- Частотная зависимость отношения амплитуды реакции к амплитуде дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме
- Частотная зависимость разности фаз реакции и дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме
- № 4 Частотный спектр реакции при произвольном входном воздействии
- Какое отношение соответствует понятию нормированная частота:
- Отношение текущей частоты к частоте дискретизации
- Отношение текущей частоты к длительности сигнала
- Отношение текущей частоты к периоду сигнала
- № 5 Ни одного из соотношений
- Импульсная характеристика это:
- Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях
- Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях
- Выходная реакция на единичный импульс при ненулевых начальных условиях
- № 6 Выходная реакция на функцию Бесселя при нулевых начальных условиях
- Переходная характеристика это:
- Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях
- Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях
- Выходная реакция на единичный импульс при ненулевых начальных условиях
- № 7 Выходная реакция на функцию Бесселя при нулевых начальных условиях
- Линейная дискретная система обладает конечной импульсной характеристикой (КИХ ЛДС), если:
- Реакция системы зависит только от входных воздействий $x(n)$
- Реакция системы зависит от входных воздействий и предыстории реакции $y(n-i)$
- Разностное уравнение системы не выше первого порядка
- № 8 Ни одно из перечисленных свойств
- Каким свойством не обладает алгоритм дискретного преобразования Фурье:

	Периодичности
	Аддитивности
	Однородности
	Инвариантности к задержке
№ 9	Какой эффект достигается при синтезе КИХ-фильтров методом окон: Уменьшение ширины переходной зоны Уменьшение уровня пульсаций Уменьшение ширины основного лепестка
№ 10	Все перечисленные эффекты Амплитудно-частотная характеристика это: Частотная зависимость амплитуды реакции к амплитуде дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме Частотная зависимость комплексной амплитуды реакции к комплексной амплитуде дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме Частотная зависимость разности фаз реакции и дискретного входного воздействия в установившемся режиме Все ответы верны
ОПК-2	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях называется _____ характеристикой
№ 2	Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях называется _____ характеристикой
№ 3	Длительность входного воздействия $x(u)$ и импульсная характеристика $h(u)$ линейной дискретной системы конечны и равны $5T$ и $7T$ соответственно. Чему равна длительность реакции $y(u)$, где T - интервал дискретизации
№ 4	Сигнал обладает спектром до 10 кГц. Какая минимальная частота дискретизации будет удовлетворять теореме Найквиста-Котельникова?
№ 5	Систему перпендикулярных функций с единичной нормой называют _____ системой
№ 6	Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал $[1, 2, 1]$, импульсная характеристика $[1, 2]$. Выходной сигнал равен:
№ 7	Сдвиг прямоугольного импульса во времени приведет к изменению _____ спектра
№ 8	Если длина последовательности $N=216$, то выигрыш от применения алгоритма БПФ составит ... раз? (берется отношение количества вычисляемых пар операций)
№ 9	Цифровой фильтр с петлей обратной связи с выхода на вход называется _____ фильтром
№ 10	При увеличении скважности последовательности прямоугольных импульсов количество гармоник _____
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Каким преимуществом не обладает цифровая система обработки по сравнению с аналоговой: Отсутствие проблемы согласования нагрузок Малые габариты и потребление Высокая точность преобразования Высокая стабильность характеристик
№ 2	Какая процедура называется дискретизацией:

	Прореживание отсчетов по времени
	Прореживание отсчетов по частоте
	Преобразование аналоговых отсчетов сигнала в цифровые
№ 3	Взятие мгновенных значений сигнала с заданным периодом Какая процедура называется квантованием:
	Прореживание отсчетов по времени
	Преобразование аналоговых отсчетов сигнала в цифровые
	Взятие мгновенных значений сигнала с заданным периодом
№ 4	Переход из временной области в частотную Какие ошибки аналогово-цифровой преобразования не являются следствием невыполнения теоремы Котельникова
	Шумы квантования
	Ошибки усечения
	Ошибки наложения (эйлайзинг)
№ 5	Все перечисленные ошибки Какое из свойств дискретного преобразования Фурье (ДПФ) является основой алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ):
	Линейность
	Равенство Парсеваля
	Свойство сдвига (смещения) ДПФ
№ 6	Периодичность Какое условие не является достаточным для безыскажённой передачи сигнала:
	Постоянство группового времени задержки цифрового фильтра (ЦФ)
	Симметрия коэффициентов передаточной функции (ПФ) ЦФ $vk=vm-k$, m -порядок фильтра
	Антисимметрия коэффициентов ПФ ЦФ
№ 7	Конечность импульсной характеристики ЦФ (КИХ ЦФ) Какую задачу выполняет весовая функция в задачах аппроксимации частотной характеристики цифрового фильтра:
	Распределяет ошибки по интервалам аппроксимации
	Минимизирует среднеквадратическое значение ошибки по всему интервалу аппроксимации
	Минимизирует максимальное значение ошибки по всему интервалу аппроксимации
№ 8	Выполняет все перечисленные задачи При каком способе представления чисел со знаком 1 в старшем разряде соответствует положительному числу:
	При представлении в прямом коде
	При представлении в дополнительном коде

	При представлении в обратном коде
	При представлении в смещенном коде
№ 9	Восстановление непрерывного сигнала из дискретизированного невозможно, если:
	Частота дискретизации равна ширине полосы спектра непрерывного сигнала
	Частота дискретизации равна двойной ширине полосы спектра непрерывного сигнала
	Частота дискретизации равна половине ширины спектра непрерывного сигнала
№ 10	Во всех перечисленных случаях
	Какими преимуществами обладает метод билинейного z-преобразования по сравнению с методом стандартного z-преобразования при синтезе БИХ-фильтров:
	Повышенная точность воспроизведения их во всем частотном диапазоне
	Не требуется увеличение частоты дискретизации для уменьшения ошибок наложения
	Пригодность для синтеза фильтров с произвольной частотной характеристикой (корректирующих фильтров)
	Пригодность для синтеза фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой
ОПК-3	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Эффект наложения спектров (эйлайзинг) отсутствует при дискретизации непрерывного входного сигнала, если соотношение частоты сигнала к частоте дискретизации меньше:
№ 2	При синтезе КИХ-фильтров методом окон уровень пульсаций _____
№ 3	Каким преобразованием должен удовлетворять цифровой фильтр для безыскажённой передачи сигнала:
	Постоянство группового времени задержки
	Симметрия коэффициентов передаточной функции цифрового фильтра
	Конечность импульсной характеристики цифрового фильтра
	Бесконечность импульсной характеристики цифрового фильтра
№ 4	Линейная дискретная система (ЛДС) является устойчивой, если все _____ ПФ находятся внутри окружности единичного радиуса z-плоскости
№ 5	Линейная дискретная система (ЛДС) является устойчивой, если все полюсы ПФ находятся _____ окружности единичного радиуса z-плоскости
№ 6	Линейная дискретная система (ЛДС) является устойчивой, если все полюсы ПФ находятся внутри _____ единичного радиуса z-плоскости
№ 7	Нормированная частота - это отношение текущей частоты к _____
№ 8	Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях называется
№ 9	Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях называют
№ 10	Полюсом передаточной функции (ПФ) называется значение z, при котором _____ принимает нулевое значение
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Импульсная характеристика это:
	Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях
	Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях
	Выходная реакция на единичный импульс при ненулевых начальных условиях
	Выходная реакция на функцию Бесселя при нулевых начальных условиях
№ 2	Переходная характеристика это:

	Отклик системы на дельта функцию при нулевых начальных условиях
	Реакция на единичный скачок при нулевых начальных условиях
	Выходная реакция на единичный импульс при ненулевых начальных условиях
№ 3	<p>Выходная реакция на функцию Бесселя при нулевых начальных условиях</p> <p>Линейная дискретная система обладает конечной импульсной характеристикой (КИХ ЛДС), если:</p> <p>Реакция системы зависит только от входных воздействий $x(n)$</p> <p>Реакция системы зависит от входных воздействий и предыстории реакции $y(n-i)$</p> <p>Разностное уравнение системы не выше первого порядка</p>
№ 4	<p>Ни одно из перечисленных свойств</p> <p>Линейная дискретная система обладает бесконечной импульсной характеристикой, если (БИХ ЛДС):</p> <p>Реакция системы зависит только от входных воздействий</p> <p>Реакция системы зависит от входных воздействий и предыстории реакции</p> <p>Разностное уравнение системы не ниже второго порядка</p>
№ 5	<p>Ни одно из перечисленных свойств</p> <p>Линейная дискретная система (ЛДС) не требует проверки на устойчивость, если:</p> <p>ЛДС имеет нулевые начальные условия</p> <p>Импульсная характеристика ЛДС имеет характер затухающей функции времени</p> <p>ЛДС является рекурсивной</p>
№ 6	<p>Во всех случаях проверка на устойчивость требуется</p> <p>Нулем передаточной функции (ПФ) называется значение z, при котором:</p> <p>ПФ достигает минимального значения</p> <p>ПФ достигает максимального значения</p> <p>Числитель ПФ принимает нулевое значение</p>
№ 7	<p>Знаменатель ПФ принимает нулевое значение</p> <p>Линейная дискретная система (ЛДС) является устойчивой, если:</p> <p>Все полюсы ПФ находятся внутри окружности единичного радиуса z-плоскости</p> <p>Все полюсы ПФ находятся на или вне окружности единичного радиуса z-плоскости</p> <p>Все нули ПФ находятся на окружности единичного радиуса z-плоскости</p>
№ 8	<p>Устойчивость ЛДС не определяется положением нулей полюсов на z-плоскости</p> <p>Частотной характеристикой $H(e^{j\omega})$ называется:</p> <p>Частотная зависимость отношения реакции к дискретному гармоническому воздействию в установленном режиме</p> <p>Частотная зависимость отношения амплитуды реакции к амплитуде дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме</p>

	Частотная зависимость разности фаз реакции и дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме
№ 9	<p>Частотный спектр реакции при произвольном входном воздействии</p> <p>Какими преимуществами обладает каноническая структура линейной дискретной системы:</p> <p>Уменьшает шумы квантования</p> <p>Упрощает схему за счёт уменьшения числа элементов задержки</p> <p>Упрощает схему за счет уменьшения (упрощения) элементов суммирования</p>
№ 10	<p>Упрощает схему за счет уменьшения числа элементов умножения на константу</p> <p>Что такое погрешность квантования:</p> <p>Вес младшего значащего разряда $Q=2^{-v}$</p> <p>Шаг квантования</p> <p>Разница значений дискретного и квантованного сигналов $\Delta = A_d - A_k$</p> <p>Все определения верны</p>
ОПК-4	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Ширина переходных зон амплитудно-частотных характеристик КИХ-фильтров при заданном порядке передаточной функции N тем шире, чем _____ частота дискретизации f_d
№ 2	Сигнал, дискретный по времени, но непрерывный по уровню называют _____ сигналом
№ 3	Какая из систем, заданных разностным уравнением будет устойчива при любых входных воздействиях:
	$y(n) = x(n) + x(n-1)$
	$y(n) = x(n) + y(n-1)$
	$y(n) = x(n) + x(n-1) + x(n-2)$
	$y(n) = x(n) - x(n-1) + y(n-1)$
№ 4	Систему перпендикулярных функций с единичной нормой называют _____ системой
№ 5	Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал $[1, 1, 2]$, импульсная характеристика $[2, 1]$. Выходной сигнал равен
№ 6	Сдвиг прямоугольного импульса во времени приведет к изменению _____ спектра
№ 7	Второй отсчет импульсной характеристики, описываемой разностным уравнением вида $y(n) = 7x(n) - 8x(n-1) + 3x(n-2) - 7x\{n-4\}$ равен:
№ 8	Пятый отсчет импульсной характеристики, описываемой разностным уравнением вида $y(n) = 8x(n) - 3x(n-1) + 1x(n-2) - 3x\{n-4\}$ равен:
№ 9	Уменьшение длительности импульса приведет к _____ спектра
№ 10	Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал $[4, 7, 2]$, импульсная характеристика $[4, 2]$. Третий отсчет выходного сигнала равен:
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	У четной функции:
	все слагаемые, кроме первого, равны нулю
	все косинусные составляющие равны нулю
	все синусные составляющие равны нулю
	все комплексные составляющие не равны нулю

№ 2	В спектре последовательности прямоугольных импульсов отсутствуют спектральные составляющие: на нулевой гармонике на гармониках, кратных длительности импульсов на гармониках, кратных скважности на гармониках, кратных частоте заполнения
№ 3	При увеличении скважности последовательности прямоугольных импульсов: расширяется спектр сужается спектр увеличивается количество гармоник увеличивается амплитуда гармоник
№ 4	Мерой коэффициента корреляции при выражении отношения векторов в виде скалярного произведения является: норма векторов расстояние между векторами угол между векторами произведение норм векторов
№ 5	Синус является: четной функцией нечетной функцией ортонормированной функцией апериодической функцией
№ 6	Какое определение справедливо для рекурсивного фильтра: Реакция фильтра $y(n)$ зависит только от входного воздействия $x(n)$ Реакция фильтра $y(n)$ зависит от входного воздействия $x(n)$ и его предыстории $x(n-k)$ Реакция фильтра $y(n)$ зависит от входного воздействия $x(n)$, его предыстории $x(n-k)$ и предыстории реакции $y(n-k)$
№ 7	Все определения справедливы Выполнение какого условия обеспечивает устойчивость фильтра: Фильтр является нерекурсивным Полюсы нерекурсивного фильтра находятся внутри единичной окружности на z -плоскости Импульсная характеристика фильтра имеет вид затухающей экспоненты Выполнение любого из перечисленных условий обеспечивает устойчивость фильтра
№ 8	При каком условии БИХ-фильтр второго порядка может быть представлен в последовательной структуре: Если полюсы фильтра вещественны

Если полюсы фильтра комплексно сопряженные

В обоих перечисленных случаях

Ни в одном из перечисленных случаев

№ 9 Свойство инвариантности во времени присуще:

линейной дискретной системе
физически реализуемой системе
нестационарной системе
линейной системе
стационарной системе
линейной дискретной системе

№ 10 Мерой коэффициента корреляции при выражении отношения векторов в виде скалярного произведения является:

произведение норм векторов
норма векторов
угол между векторами
расстояние между векторами

ОПК-7

Вопросы открытого типа:

№ 1 Цифровой фильтр с петлей обратной связи с выхода на вход называется

№ 2 Шум квантования имеет _____ распределение вероятности

№ 3 Если длина последовательности $N=256$, то выигрыш от применения алгоритма БПФ составит ... раз? (берется отношение количества вычисляемых пар операций)

№ 4 ПФ: $H(z) = (3z^2 + 4 - 3z) / (z^2 + 1 - z)$. Соответствующее разностное уравнение $y(n)=$:

№ 5 Какая из систем, заданных разностным уравнением будет устойчива при любых входных воздействиях:

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

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

$$y(n)=x(n)+x(n-1)+x(n-2)$$

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

№ 6 Пара взаимно-перпендикулярных векторов называется _____ базисом

№ 7 Сигнал, дискретный по времени, но непрерывный по уровню называют _____ сигналом

№ 8 _____ - это частотная зависимость амплитуды реакции к амплитуде дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме

№ 9 Каким свойством обладает алгоритм дискретного преобразования Фурье:

Периодичности

Аддитивности

Однородности

Инвариантности к задержке

№ 10 О соответствии мощности сигнала во временной и частотной области говорит теорема _____

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Для описания ЛДС в Z-области используют:

импульсную характеристику

переходную функцию

передаточную функцию

разностное уравнение

- № 2 Уменьшение длительности импульса приведет к:
- сужению спектра
 - расширению спектра
 - увеличению количества спектральных отсчетов
 - увеличению скважности
- № 3 При увеличении скважности последовательности прямоугольных импульсов:
- расширяется спектр
 - сужается спектр
 - увеличивается количество гармоник
 - увеличивается амплитуда гармоник
- № 4 Синус является:
- четной функцией
 - нечетной функцией
 - ортонормированной функцией
 - апериодической функцией
- № 5 Выполнение какого условия обеспечивает устойчивость фильтра:
- Фильтр является нерекурсивным
 - Полюсы нерекурсивного фильтра находятся внутри единичной окружности на z -плоскости
 - Импульсная характеристика фильтра имеет вид затухающей экспоненты
 - Выполнение любого из перечисленных условий обеспечивает устойчивость фильтра
- № 6 Как зависит ширина переходных зон амплитудно-частотных характеристик КИХ-фильтров при заданном порядке передаточной функции N от частоты дискретизации f_d :
- Чем выше частота дискретизации f_d , тем шире переходная зона
 - Чем выше частота дискретизации f_d , тем уже переходная зона
 - Ширина переходной полосы зависит только от порядка N передаточной функции
 - Все ответы неверны
- № 7 С какой целью при синтезе цифровых фильтров (ЦФ) используют оконную функцию:
- Для обеспечения устойчивости ЦФ
 - Для уменьшения ширины переходных зон амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)
 - Для снижения уровня пульсации АЧХ
 - Все ответы верны
- № 8 В каких случаях отсутствует эффект наложения спектров (эйлайзинг) при дискретизации непрерывного входного сигнала:
- частота входного сигнала меньше половины частоты дискретизации

	частота входного сигнала больше половины частоты дискретизации
	частота входного сигнала меняется в диапазоне
№ 9	<p>Наложение отсутствует во всех случаях</p> <p>Какими преимуществами обладает метод билинейного z-преобразования по сравнению с методом стандартного z-преобразования при синтезе БИХ-фильтров:</p> <p>Повышенная точность воспроизведения их во всем частотном диапазоне</p> <p>Не требуется увеличение частоты дискретизации для уменьшения ошибок наложения</p> <p>Пригодность для синтеза фильтров с произвольной частотной характеристикой (корректирующих фильтров)</p>
№ 10	<p>Пригодность для синтеза фильтров с линейной фазо-частотной характеристикой</p> <p>Какое из перечисленных свойств характерно для среднеквадратической меры аппроксимации частотной характеристики:</p> <p>Ошибка контролируется в каждой точке интервала аппроксимации</p> <p>Максимальное значение ошибки может достигаться в нескольких точках интервала аппроксимации</p> <p>Ни в одной точке интервала аппроксимации ошибка не превышает заданной</p> <p>В отдельных точках интервала аппроксимации ошибка может быть достаточно большой</p>
ОПК-8	
№ 1	<p>Вопросы открытого типа:</p> <p>Выражение</p> $H(z) = z\{h(n)\} = \sum_{n=0}^{\infty} h(n)z^{-n}$ <p>называется функцией _____</p>
№ 2	Интегрирование в частотной области соответствует умножению на:
№ 3	Если длина последовательности $N=2^{16}$ степени, то выигрыш от применения алгоритма БПФ составит ... раз? (берется отношение количества вычисляемых пар операций)
№ 4	ПФ: $H(z) = (4 + 3z) / (2z^2 + 1 - z)$. Соответствующее разностное уравнение $y(n)=$:
№ 5	Импульсная характеристика, описываемая разностным уравнением вида $y(n)=4x(n)+8x(n-1)-4x(n-2)$ равна:
№ 6	Входной сигнал и импульсная характеристика заданы отсчетами. Входной сигнал [1,2,1], импульсная характеристика [1,2]. Выходной сигнал равен:
№ 7	Сдвиг прямоугольного импульса во времени приведет к изменению _____ спектра
№ 8	У четной функции все _____ составляющие равны нулю
№ 9	Аналоговый сигнал не может быть описан в _____-области
№ 10	Каким свойством обладает z-преобразование:
	Линейность
	Свойством задержки
	Теорема о свертке
	Устойчивость
№ 1	<p>Вопросы закрытого типа:</p> <p>Для описания ЛДС в частотной области используют:</p> <p>передаточную функцию</p>

	частотную характеристику
	АЧХ
№ 2	импульсную характеристику Переходная характеристика есть: интеграл от импульсной производная от импульсной дельта-функция
№ 3	свертка с сигналом Мерой коэффициента корреляции при выражении отношения векторов в виде скалярного произведения является: норма векторов расстояние между векторами угол между векторами
№ 4	произведение норм векторов Что такое погрешность квантования: Вес младшего значащего разряда Шаг квантования Разница значений дискретного и квантованного сигналов
№ 5	Все определения верны В каком случае неприменим метод стандартного z-преобразования при синтезе / БИХ-фильтров: Требуется повышенные требования к точности воспроизведения их в заданном диапазоне частот Требуется линейность фазо-частотной характеристики Требуется синтез фильтров с произвольной амплитудно-частотной характеристикой
№ 6	В передаточной функции аналога-прототипа число нулей равно и больше числа полюсов Каким свойством обладают коэффициенты передаточной функции (ПФ) КИХ-фильтра со строго линейной фазо-частотной характеристикой (ФЧХ): Коэффициенты ПФ должны быть симметричны или асимметричны Коэффициенты ПФ должны быть положительны Коэффициенты ПФ должны быть асимметричны
№ 7	Ни одно из свойств не является признаком линейности ФЧХ Фазочастотная характеристика это: Частотная зависимость разности фаз реакции и дискретного гармонического воздействия в установившемся режиме Модуль частотной характеристики Частотная зависимость комплексной амплитуды реакции к комплексной амплитуде воздействия в установившемся режиме

- № 8 Все ответы верны
В спектре последовательности прямоугольных импульсов отсутствуют спектральные составляющие:
- на нулевой гармонике
 - на гармониках, кратных длительности импульсов
 - на гармониках, кратных скважности
 - на гармониках, кратных частоте заполнения
- № 9 Косинус является:
- четной функцией
 - нечетной функцией
 - ортонормированной функцией
 - апериодической функцией
- № 10 При каком условии БИХ-фильтр второго порядка может быть представлен в последовательной структуре:
- Если полюсы фильтра вещественны
 - Если полюсы фильтра комплексно сопряженные
 - В обоих перечисленных случаях
 - Ни в одном из перечисленных случаев