

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования  
П. Е. Троян  
«\_\_\_» 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цифровая обработка сигналов**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Направление подготовки / специальность: 11.03.01 Радиотехника**

**Направленность (профиль) / специализация: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

**Форма обучения: заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

**Факультет: ФДО, Факультет дистанционного обучения**

**Кафедра: РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**

**Курс: 5**

**Семестр: 9**

**Учебный план набора 2018 года**

**Распределение рабочего времени**

<b>№</b>	<b>Виды учебной деятельности</b>	<b>9 семестр</b>	<b>Всего</b>	<b>Единицы</b>
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
4	Всего контактной работы	24	24	часов
5	Самостоятельная работа	111	111	часов
6	Всего (без экзамена)	135	135	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	3.Е.

**Контрольные работы: 9 семестр - 2**

**Экзамен: 9 семестр**

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шелупанов А.А.  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.02.2018  
Уникальный программный ключ:  
c53e145e-8b20-45aa-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ «\_\_» 20\_\_ года, протокол №\_\_\_.

Разработчики:

доцент каф. ТУ \_\_\_\_\_ М. И. Курячий  
доцент каф. ТУ \_\_\_\_\_ Е. В. Зайцева

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТУ \_\_\_\_\_ Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина  
Заведующий выпускающей каф.  
РСС \_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) \_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова  
доцент кафедры телевидения и управления (ТУ) \_\_\_\_\_ А. Н. Булдаков

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

Изучение основ фундаментальной теории цифровой обработки сигналов (ЦОС) в части базовых методов и алгоритмов ЦОС, инвариантных относительно физической природы сигнала, и включающих в себя: математическое описание (математические модели) линейных дискретных систем (ЛДС) и дискретных сигналов, включая дискретное и быстрое преобразование Фурье (ДПФ и БПФ).

### **1.2. Задачи дисциплины**

- Основные этапы проектирования цифровых фильтров (ЦФ); синтез и анализ ЦФ и их математическое описание в виде структур; оценку шумов квантования в ЦФ с фиксированной точкой (ФТ); принципы построения многоскоростных систем ЦОС. Изучение современных средств компьютерного моделирования базовых методов и алгоритмов ЦОС.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, Многоканальные цифровые системы передачи, Проектирование средств передачи, приема и обработки сигналов (ГПО-4), Радиотехнические цепи и сигналы, Цифровые устройства и микропроцессоры.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-6 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** - 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 сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ); - алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки; - принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; - принципы построения систем однократной интерполяции и децимации;
- **уметь** - 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, КИХ или БИХ (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 ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования; - объяснять принципы построения систем однократной интерполяции и децимации.
- **владеть** - навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов; - навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем; - навыками компьютерного проектирования цифровых фильтров; - навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ.

## **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Контактная работа (всего)	24	24
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	111	111
Подготовка к контрольным работам	63	63
Оформление отчетов по лабораторным работам	13	13
Подготовка к лабораторным работам	5	5
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	30	30
Всего (без экзамена)	135	135
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Цифровые цепи и сигналы.	1	0	4	12	13	ОПК-6, ПК-6
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование.	1	0		12	13	ОПК-6, ПК-6
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами.	2	0		10	12	ОПК-6, ПК-6
4 Нелинейные эффекты в ЦФ.	2	0		13	15	ОПК-6, ПК-6
5 Синтез цифровых фильтров.	2	0		14	16	ОПК-6, ПК-6
6 Цифровая обработка изображений.	2	4		24	30	ОПК-6, ПК-6
7 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов. Цифровое сжатие видеосигналов.	2	4		26	32	ОПК-6, ПК-6
Итого за семестр	12	8	4	111	135	
Итого	12	8	4	111	135	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Цифровые цепи и сигналы.	Цифровые сигналы. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Циф- ровые системы обработки сигналов.	1	ОПК-6, ПК-6
	Итого	1	
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z- преобразование.	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Алгоритмы функционирования и формы реализации- линейных цифровых фильтров.	1	ОПК-6, ПК-6
	Итого	1	
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами.	Системная (передаточная) функция фильтра в Z-форме. Импульсная и пере- ходная характеристики. Частотные харак- теристики цифровых фильтров. Группо- вое время запаздывания. Устойчивость цифровых фильтров. Точностные характе- ристики цифровых фильтров.	2	ОПК-6, ПК-6
	Итого	2	
4 Нелинейные эффекты в ЦФ.	Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах. Эффекты квантования. Ошибки квантования в ЦРФ. Методы борьбы с не- линейными эффектами в рекурсивных ЦФ. Точность и эффективность цифровых вычислений с сохранением остатков. Особенности построения каналов сложения с использованием ЦФ.	2	ОПК-6, ПК-6
	Итого	2	
5 Синтез цифровых фильтров.	Синтез цифровых устройств для обра- ботки одномерных данных. Синтез ЦФ по методу инвариантного преобразованияим- пульсной характеристики. Синтез цифро- вых фильтров методом отображения диф- ференциалов. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования. Метод синтеза ЦФ с использованием Z форм. Частотные преобразования, приме- няемые при синтезе цифровых фильтров. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ. Метод частотной выбор- ки. Метод временных окон.	2	ОПК-6, ПК-6
	Итого	2	

6 Цифровая обработка изображений.	Некоторые особые двумерные последовательности. Многомерные системы. Базовые операции, используемые в многомерных системах. Линейные и инвариантные к сдвигу многомерные системы.	2	ОПК-6, ПК-6
	Итого		
7 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов. Цифровое сжатие видеосигналов.	Оператор двумерного «скользящего среднего». Лапласиан для «восьми соседей». Оператор выделения линий (контуров) в изображении. Оператор двойного дифференцирования. Оператор выделения малоразмерных объектов из шумови фонов, подчиняющихся нормальному закону распределения. Градиентные операторы выделения перепадов яркости в различных пространственных направлениях.	2	ОПК-6, ПК-6
	Итого		
Итого за семестр			12

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства							+
2 Многоканальные цифровые системы передачи	+						+
3 Проектирование средств передачи, приема и обработки сигналов (ГПО-4)	+	+	+				
4 Радиотехнические цепи и сигналы					+	+	+
5 Цифровые устройства и микропроцессоры			+	+	+		

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	

ОПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
6 Цифровая обработка изображений.	Цифровая обработка двумерных сигналов	4	ОПК-6, ПК-6
	Итого	4	
7 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов. Цифровое сжатие видеосигналов.	Цифровая фильтрация изображений. Цифровые методы коррекции изображений.	4	ОПК-6, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
9 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-6, ПК-6
2	Контрольная работа	2	ОПК-6, ПК-6
Итого		4	

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Цифровые цепи и сигналы.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен

	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	12		
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).Z-преобразование.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	3	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	12		
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	10		
4 Нелинейные эффекты в ЦФ.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	13		
5 Синтез цифровых фильтров.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	14		
6 Цифровая обработка изображений.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	3		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	5		
	Подготовка к контрольным работам	11		
	Итого	24		
7 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов. Цифровое сжатие видеосигналов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	5	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Подготовка к контроль-	11		

	nym работам			
	Итого	26		
	Выполнение контрольной работы	4	ОПК-6, ПК-6	Контрольная работа
Итого за семестр		111		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		120		

## **10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**

Не предусмотрено РУП.

## **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2002. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 04.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Введение в специальности [Электронный ресурс]: "Аудиовизуальная техника", "Бытовая радиоэлектронная аппаратура": Учебное пособие / А. Н. Дементьев, В. А. Кормилин, И. Н. Пустынский, В. А. Шалимов - 2012. 87 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 04.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2002. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 04.09.2018).

2. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов : электронный курс / М. И. Курячий. – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

#### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

##### **Для лиц с нарушениями зрения:**

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

##### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Дополнительно к профессиональным базам данных рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyyh>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- MS Office версий 2010 (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
- OpenOffice

#### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

**Состав оборудования:**

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

**Перечень программного обеспечения:**

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Что такое время преобразования ( $t_{\text{преобр}}$ ) для АЦП?
  - a) интервал времени от начала преобразования до его конца;
  - b) интервал времени от установившегося аналогового значения до преобразованного аналогового значения;
  - c) интервал времени от задания аналогового скачка до значения установившегося цифрового кода;
  - d) интервал времени от задания цифрового скачка до значения установившегося цифрового кода;
2. В АЦП происходит:
  - a) квантование по уровню, дискретизация по времени, кодирование двоичным кодом;
  - b) только квантование по уровню;
  - c) только дискретизация по времени;
  - d) только дискретизация по времени и кодирование двоичным кодом.
3. Система называется стационарной или инвариантной во времени, если:
  - a) её параметры не изменяются во времени;
  - b) в ней выполняется принцип суперпозиции;

с) в ней текущий отчет сигнала формируется из предыдущих отчетов и текущего отчета входного сигнала;

д) нет правильного ответа.

4. Что называется линейной цифровой системой?

а) система, у которой выходной отклик  $y(nT)$  ограничен при каждом ограниченном входном воздействии;

б) система, в которой текущий отсчет выходного сигнала формируется из предыдущих отчетов входного и выходного сигнала;

с) система, в которой выполняется принцип суперпозиции;

д) физически – реализуемая система.

5. Какому фильтру соответствует разностное уравнение:

$$y(nT)=x(nT)+E[Ky(nT-T)]n>=0$$

а) ЦФ с округлением данных;

б) ЦФ с округлением остатков от выполнения арифметических операций;

с) ЦФ с усечением данных;

д) ЦФ с усечением остатков от выполнения арифметических операций.

6. Шумы, возникающие в цифровых фильтрах, обусловлены:

а) не точным заданием значений нулей системной функции;

б) не точным заданием значений полюсов системной функции;

с) округлением результатов арифметических операций;

д) изменением напряжения питания.

7. Какого типа синтеза ЦФ нет?

а) Синтеза по методу инвариантного преобразования ИХ;

б) Синтеза по методу отображения интегралов;

с) Синтеза по методу отображения дифференциалов;

д) Синтеза с использованием Z-форм.

8. В методе инвариантного преобразования импульсной характеристики частота дискретизации выбирается исходя из:

а) допустимого перекрытия “хвостов” АЧХ;

б) допустимого перекрытия ФЧХ;

с) теоремы Котельникова (теоремы отсчетов);

д) условия требуемой неравномерности АЧХ.

9. Какова форма окна Дирихле в методе временных окон?

а) треугольная; б) прямоугольная;

с) квадратная; д) гауссианская.

10. Временные окна необходимы:

а) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке  $\omega = 0$ ;

б) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке  $\omega = 2\pi/T$ ;

с) для уменьшения изрезанности АЧХ вблизи крутых склонов;

д) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке  $\omega = \pi/T$ .

11. Наименьшая изрезанность АЧХ получается при использовании временного окна:

а) Дирихле;

б) Бартлетта;

с) Хэмминга;

д) Ханна.

12. Вычислители первых и вторых разностей не пропускают постоянную составляющую, потому что они являются:

а) цифровыми интеграторами;

б) цифровыми дифференциаторами;

с) накапливающими сумматорами;

d) полосовыми фильтрами.

13. Цифровой интегратор (накапливающий сумматор) условно устойчивый фильтр, потому что:

- a) сумма отсчетов импульсной характеристики равна бесконечности;
- b) сумма отсчетов импульсной характеристики конечна;
- c) дисперсия выходного шума конечна;
- d) отклик на единичный импульс неограниченно возрастает.

14. Цифровой сглаживающий фильтр – это фильтр:

- a) нижних частот; b) верхних частот;
- c) полосовой фильтр; d) режекторный фильтр.

15. Какое утверждение верно:

- a) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – нечетна;
- b) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – четна;
- c) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – четна;
- e) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – нечетна.

16. Оператор цифровой системы имеет вид:  $y(nT)=nTx(nT+T)$ . К какому типу относится данная система?

- a) нелинейная;
- b) физически нереализуемая;
- c) стационарная;
- d) физически реализуемая.

17. Указать физически реализуемую систему:

- a)  $y(nT)=x(nT-T)-y(nT+2T)$
- b)  $y(nT)=x(nT+T)-y(nT+2T)$
- c)  $y(nT)=x(nT-T)-y(nT-2T)$
- d)  $y(nT)=x(nT+T)-y(nT-2T)$

18. Какой из фильтров является всегда рекурсивным?

- a) КИХ-фильтр;
- b) БИХ-фильтр;
- c) КИХ-фильтр и БИХ - фильтр;
- d) Правильного ответа нет.

19. Какому фильтру соответствует разностное уравнение:

$$y(nT)=x(nT)+E[Ky(nT-T)+0,5]n \geq 0$$

- a) ЦФ с округлением данных;
- b) ЦФ с округлением остатков от выполнения арифметических операций;
- c) ЦФ с усечением данных;
- d) ЦФ с усечением остатков от выполнения арифметических операций.

Ответ: a)

20. Комплексная частотная характеристика получается путем подстановки в системную функцию  $H(z)$  выражения для  $z$ :

- a)  $z=\exp(jwT)$ ; b)  $z=\exp(-jwT)$ ;
- c)  $z=\exp(jwnT)$ ; d)  $z=\exp(jwnT)$ .

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. В АЦП происходит:

- a) квантование по уровню, дискретизация по времени, кодирование двоичным кодом;
- b) только квантование по уровню;
- c) только дискретизация по времени;
- d) только дискретизация по времени и кодирование двоичным кодом.

2. Система называется стационарной или инвариантной во времени, если:

- a) её параметры не изменяются во времени;
  - b) в ней выполняется принцип суперпозиции;
  - c) в ней текущий отчет сигнала формируется из предыдущих отчетов и текущего отчета входного сигнала;
  - d) нет правильного ответа.
3. Что называется линейной цифровой системой?
- a) система, у которой выходной отклик  $y(nT)$  ограничен при каждом ограниченном входном воздействии;
  - b) система, в которой текущий отсчет выходного сигнала формируется из предыдущих отчетов входного и выходного сигнала;
  - c) система, в которой выполняется принцип суперпозиции;
  - d) физически – реализуемая система.
4. Какой из фильтров является всегда рекурсивным?
- a) КИХ-фильтр;
  - b) БИХ-фильтр;
  - c) КИХ-фильтр и БИХ - фильтр;
  - d) Правильного ответа нет.
5. Шумы, возникающие в цифровых фильтрах, обусловлены:
- a) не точным заданием значений нулей системной функции;
  - b) не точным заданием значений полюсов системной функции;
  - c) округлением результатов арифметических операций;
  - d) изменением напряжения питания.
6. Какого типа синтеза ЦФ нет?
- a) Синтеза по методу инвариантного преобразования ЧХ;
  - b) Синтеза по методу отображения интегралов;
  - c) Синтеза по методу отображения дифференциалов;
  - d) Синтеза с использованием Z-форм.
7. В методе инвариантного преобразования импульсной характеристики частота дискретизации выбирается исходя из:
- a) допустимого перекрытия “хвостов” АЧХ;
  - b) допустимого перекрытия ФЧХ;
  - c) теоремы Котельникова (теоремы отсчетов);
  - d) условия требуемой неравномерности АЧХ.
8. Какова форма окна Бартлетта в методе временных окон?
- a) треугольная; b) прямоугольная;
  - c) квадратная; d) гауссоидальная.
9. Наименьшая изрезанность АЧХ получается при использовании временного окна:
- a) Дирихле;
  - b) Бартлетта;
  - c) Хэмминга;
  - d) Ханна.
10. Вычислители первых и вторых разностей не пропускают постоянную составляющую, потому что они являются:
- a) цифровыми интеграторами;
  - b) цифровыми дифференциаторами;
  - c) накапливающими сумматорами;
  - d) полосовыми фильтрами.
11. Цифровой интегратор (накапливающий сумматор) условно устойчивый фильтр, потому что:
- a) сумма отсчетов импульсной характеристики равна бесконечности;
  - b) сумма отсчетов импульсной характеристики конечна;
  - c) дисперсия выходного шума конечна;
  - d) отклик на единичный импульс функцию неограниченно возрастает.
12. Количество отсчетов импульсной характеристики цифрового интегратора равно:

a)  $M$  – отсчетов; b)  $M + 1$  – отсчет; c)  $M - 1$  – отсчет; d)  $2M$  – отсчетов.

13. Цифровой сглаживающий фильтр – это фильтр:

a) нижних частот; b) верхних частот;

c) полосовой фильтр; d) режекторный фильтр.

14. Какое утверждение верно:

a) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – нечетна;

b) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – четна;

c) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – четна;

e) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – нечетна.

15. Какой фильтр лучше использовать для устранения импульсного шума:

a) медианный

b) лапласиан

c) скользящее среднее

16. Для чего используются незаполненные маски:

a) для уменьшения вычислительных операций

b) для выделения медленно изменяющихся изображений

c) для улучшения качества фильтрации

17. При помощи какой обработки выделение малоразмерного объекта на фоне с резкими перепадами яркости дает лучшие результаты:

a) линейной

b) нелинейной

c) как линейной, так и нелинейной

18. Какой элемент необходим для реализации оператора :

a) ОЗУ

b) регистр

c) ультразвуковая линия задержки

19. Каким методом лучше повысить производительность двумерного ЦФ:

a) увеличить количество регистров

b) увеличить размер ОЗУ

c) увеличить количество АЛУ

20. Какой фильтр является нелинейным:

a) лапласиан

b) скользящее среднее

c) медианный

#### **14.1.3. Темы контрольных работ**

1. Найти Z-преобразование сигнала, состоящего из двух отсчетов  $x(0) = a$  и  $x(T) = b$ .

2. Для обработки сигнала в виде пяти одинаковых отсчетов (дискретизированный прямоугольный импульс) используется согласованный цифровой фильтр, импульсная характеристика которого совпадает по форме с сигналом. Определить системную функцию фильтра и алгоритмы фильтрации в рекурсивной и нерекурсивной формах реализации. Найти сигнал на выходе фильтра (первые 10 отсчетов).

3. Найти Z-преобразование серии из N равных отсчетов, равных a.

4. При подаче на вход цифрового фильтра единичного импульса на выходе получается последовательность  $\{1; 1/2; 1/4; \dots; 1/2n; \dots\}$ . Найти импульсную характеристику и системную функцию фильтра. Записать алгоритм цифровой фильтрации и изобразить схему фильтра.

#### **14.1.4. Темы лабораторных работ**

Цифровая обработка двумерных сигналов

Цифровая фильтрация изображений. Цифровые методы коррекции изображений.

#### **14.1.5. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление сту-

дентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;

- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

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

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.