МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. В. Сенченко
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Цифровая обработка сигналов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Защита информации в системах связи и управления**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФБ, Факультет безопасности**
Кафедра: **БИС, Кафедра безопасности информационных систем**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2020 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	62	62	часов
5	Самостоятельная работа	46	46	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 7 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 52939

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «10» 12 2019 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ст. преподватель каф. ТУ	_____	А. В. Бусыгина
доцент каф. ТУ	_____	М. И. Курячий

Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	_____	Т. Р. Газизов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФБ	_____	Е. М. Давыдова
Заведующий выпускающей каф. БИС	_____	Е. Ю. Костюченко

Эксперты:

Доцент кафедры комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем (КИБЭВС)	_____	К. С. Сарин
Доцент кафедры телевидения и управления (ТУ)	_____	А. Н. Булдаков

Согласована на портале № 52939

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

- Изучение основных этапов проектирования цифровых фильтров (ЦФ);
- Изучение синтеза и анализа ЦФ и их математического описания в виде структур;
- Освоение методов оценки шумов квантования в ЦФ с фиксированной точкой (ФТ);
- Освоение принципов 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.Б.07.03) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Моделирование систем и сетей телекоммуникаций, Теория радиотехнических сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование защищенных телекоммуникационных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-3 способностью применять положения теорий электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, цифровой обработки сигналов, информации и кодирования, электрической связи для решения профессиональных задач;
- ПК-2 способностью формулировать задачи, планировать и проводить исследования, в том числе эксперименты и математическое моделирование, объектов, явлений и процессов телекоммуникационных систем, включая обработку и оценку достоверности их результатов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** методы математического описания линейных дискретных систем; - основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотноизбирательных 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

Согласована на портале № 52939

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
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	62	62
Лекции	28	28
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	46	46
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	8	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	2	2	0	5	9	ОПК-3, ПК-2
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлет-преобразование	2	2	0	5	9	ОПК-3, ПК-2
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	4	2	4	7	17	ОПК-3, ПК-2
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	4	2	0	3	9	ОПК-3, ПК-2
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	4	2	4	7	17	ОПК-3, ПК-2
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	4	2	0	3	9	ОПК-3, ПК-2
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	4	2	4	7	17	ОПК-3, ПК-2
8 Двумерные линейные фильтры	4	4	4	9	21	ОПК-3, ПК-2

Согласована на портале № 52939

Итого за семестр	28	18	16	46	108	
Итого	28	18	16	46	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Цифровые сигналы. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Цифровые системы обработки сигналов. Роль и место речевых (звуковых) и видеотехнологий в современном мире. Физическое содержание одномерных и двумерных сигналов. Квантование и дискретизация. Оценка качества цифровых сигналов. Цифровой анализспектральных и временных характеристик сигналов	2	ОПК-3
	Итого	2	
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	Ортогональные преобразования сигналов и алгоритмы их быстрого вычисления. Вычисление спектров Фурье для дискретных сигналов. Свойства спектров дискретных сигналов. Преобразование Фурье – метод ортогонального преобразования. Выбор базиса – ключевая проблема при решении прикладных задач. Ортогональное косинусное преобразование, свойства, области применения. Понятие о вейвлет-преобразованиях	2	ОПК-3
	Итого	2	
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных ЦФ. Системная (передаточная) функция фильтра в z-форме. Импульсная и переходная характеристики. Дискретная свертка. Частотные характеристики ЦФ. Групповое время запаздывания. Устойчивость ЦФ. Точностные характеристики ЦФ. Погрешности и качество цифровых аудио- и видеосигналов	4	ОПК-3
	Итого	4	
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Эффекты квантования. Ошибки квантования в рекурсивных ЦФ. Методы борьбы с нелинейными эффектами в рекурсивных ЦФ. Точность и эффективность цифровых вычислений с сохранением остатков. Особенности построения каналов слежения с использованием ЦФ	4	ОПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 52939

5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез ЦФ по методам инвариантного преобразования импульсной характеристики, отображения дифференциалов, билинейного преобразования, z-форм	4	ОПК-3
	Итого	4	
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Методы частотных преобразований. Общие частотные преобразования ЦФ по Константинидису. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ. Метод частотной выборки. Метод временных окон. Кепстральный анализ и гомоморфная обработка аудиосигналов	4	ОПК-3
	Итого	4	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Ортогональная и гексагональная структуры дискретизации изображения. Особые двумерные последовательности. Многомерные системы. Базовые операции используемые в многомерных системах. Линейные и инвариантные к сдвигу многомерные системы	4	ОПК-3
	Итого	4	
8 Двумерные линейные фильтры	Двумерные операторы «скользящего среднего», «лапласиана», «выделения линий (контуров) в изображении», «двойного дифференцирования», «малоразмерных объектов из шумов и фонов», «пространственных градиентов в изображении».	4	ОПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		28	

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	8
Предшествующие дисциплины								
1 Моделирование систем и сетей телекоммуникаций	+		+				+	+
2 Теория радиотехнических сигналов	+	+	+	+				
Последующие дисциплины								
1 Проектирование защищенных телекоммуникационных систем	+						+	+

Согласована на портале № 52939

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
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-2		+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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
7 семестр			
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Представление и преобразование двумерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
8 Двумерные линейные фильтры	Цифровая обработка двумерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Дискретные сигналы и системы	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 52939

2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	Z-преобразование	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Анализ линейных стационарных систем	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Примеры расчета характеристик ЦФ	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Исследование точностных характеристик ЦФ	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Освоение методов синтеза ЦФ	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Основы цифрового представления изображений	2	ОПК-3, ПК-2
	Итого	2	
8 Двумерные линейные фильтры	Пространственные методы улучшения изображений	2	ОПК-3, ПК-2
	Пространственные методы улучшения изображений	2	
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

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
7 семестр				
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционно-	1		

Согласована на портале № 52939

Вейвлетпреобразование	го материала			
	Итого	5		
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-2	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
8 Двумерные линейные фильтры	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ПК-2	Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 52939

	Итого	9		
Итого за семестр		46		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		82		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа	5	7	8	20
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	15	27	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	42	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)

Согласована на портале № 52939

3 (удовлетворительно) (зачтено)	70 - 74	D (удовлетворительно)
	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов с грифом УМО. – Томск: ТУСУР, 2009. – 190 с. – ISBN 978-5-86889-286-8. – 60 экз. (анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (50)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.)
2. Цифровое телевидение в видеоинформационных системах: монография / А.Г. Ильин, Г.Д. Казанцев, А.Г. Костевич, М.И. Курячий, И.Н. Пустынский, В.А.Шалимов. – Томск: ТУСУР, 2010. – 465 с. – ISBN 978-5-86889-540-1. – 50 экз. (анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (40)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Цифровая обработка сигналов: Пер. с англ. / А.В. Оппенгейм, Р.В. Шафер; пер.: С.А. Кулешов; ред. пер.: А.С. Ненашев. – М.: Техносфера, 2006. – 855 с. – 70 экз. (анл (8), счз1 (1), счз5 (1), аул (60)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Цифровая обработка изображений: пер. с англ. / Р.С. Гонсалес, Р.Э. Вудс; пер. П.А. Чочиа. – М.: Техносфера, 2005. – 1070 с. – ISBN 5-94836-028-8. – 11 экз. (анл (3), счз1 (1), счз5 (1), аул (6)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 11 экз.)
3. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB: Пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс; пер. : В.В. Чепыжов. – М.: Техносфера, 2006. – 615 с. – ISBN 5-94836092-X. – 30 экз. (анл (5), счз1 (1), счз5 (1), аул (23)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)
4. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/176119#1 (дата обращения: 19.11.2021).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Цифровая обработка сигналов» (5 семестр) специальности «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (код 210700.62) / А. А. Гельцер, Е. В. Рогожников, Р. Р. Абенов - 2013. 25 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3464 (дата обращения: 19.11.2021).
2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания по проведению практических занятий / М. Е. Антипин - 2014. 5 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3894 (дата обращения: 19.11.2021).
3. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / М. Е. Антипин - 2014. 4 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3895 (дата обращения: 19.11.2021).

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;

Согласована на портале № 52939

– 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. https://elibrary.ru
2. https://ieeexplore.ieee.org
3. https://rd.springer.com
4. https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

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 для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория видеоинформационных технологий и цифрового телевидения

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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. 47, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Ci3 (9 шт.);
- Телевизор Samsung LTD 19 (8 шт.);
- Осциллограф GOS-620 (8 шт.);
- Телевизор настенный Samsung LED 55 (8 шт.);
- ТВ камера ACV-9002SCH Color (8 шт.);
- Макет (5 шт.);
- Напольная маркерная доска;
- Платы цифровой обработки сигналов на базе сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем: Xilinx Kintex-7 FPGA KC705 Evaluation Kit, Xilinx Zynq-7000;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– AVAST Free Antivirus

– Adobe Acrobat Reader

– Google Chrome

– Scilab

– Средство разработки приложений для плат цифровой обработки сигналов на базе сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем: Vivado HL WebPACK (Device Limited)

Согласована на портале № 52939

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория видеоинформационных технологий и цифрового телевидения

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), 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. 47, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Ci3 (9 шт.);
- Телевизор Samsung LTD 19 (8 шт.);
- Осциллограф GOS-620 (8 шт.);
- Телевизор настенный Samsung LED 55 (8 шт.);
- ТВ камера ACV-9002SCH Color (8 шт.);
- Макет (5 шт.);
- Напольная маркерная доска;
- Платы цифровой обработки сигналов на базе сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем: Xilinx Kintex-7 FPGA KC705 Evaluation Kit, Xilinx Zynq-7000;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Google Chrome
- Scilab
- Средство разработки приложений для плат цифровой обработки сигналов на базе сигнальных процессоров и программируемых логических интегральных схем: Vivado HL WebPACK (Device Limited)

13.1.4. 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

Согласована на портале № 52939

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 (tпреобр) 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;

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

d) нет правильного ответа.

4. 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.

5.Какому фильтру соответствует разностное уравнение:

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

6. Шумы, возникающие в цифровых фильтрах, обусловлены:

Согласована на портале № 52939

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.
7. Какого типа синтеза ЦФ нет?
a) Синтеза по методу инвариантного преобразования ИХ;
b) Синтеза по методу отображения интегралов;
c) Синтеза по методу отображения дифференциалов;
d) Синтеза с использованием Z-форм.
8. 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.
9. Какова форма окна Дирихле в методе временных окон?
a) треугольная;
b) прямоугольная;
c)квадратная;
d) гауссоидальная.
10. Временные окна необходимы:
a) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = 0;
b) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = 2 /T;
c) для уменьшения изрезанности АЧХ в близи крутых склонов;
d) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = /T.
11. Наименьшая изрезанность АЧХ получается при использовании временного окна:
a) Дирихле;
b) Бартлетта;
c) Хэмминга;
d) Ханна.
12. 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.
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 – не-

Согласована на портале № 52939

четна.

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>=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

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 вопросы

1. Дискретизация и квантование сигналов. Функция квантования. Связь числа уровней квантования N и разрядности шины m. Пример АЦП параллельного действия (АЦП К1107ПВ1).

2. Определение цифрового фильтра. Стационарность, линейность, физическая реализуемость, устойчивость. Примеры разностных уравнений.

3.Базовые операции и сигналы, используемые в цифровых фильтрах. Аналитическая запись дискретной последовательности через ЕИ – . Приведите пример.

4. Прямое и обратное z-преобразования. Свойства линейности. Теорема о запаздывании. Примеры z-преобразований (ЕИ, ЕС, Кn), их физическая интерпретация.

5. Привести с доказательством теоремы о свертке последовательностей и перемножении последовательностей (комплексная свёртка).

6. Вывести выражения равенства Парсеваля для дискретных сигналов во временной области, частотной области и в области z-образов.

7. Начальное и конечное значения последовательности, сумма членов последовательности. Привести примеры.

8. Разностное уравнение ЛЦФ. Параметры ЛЦФ. Алгоритм функционирования линейного цифрового фильтра.

9. Основные формы реализации цифровых фильтров (ЦФ). Сравнение реализаций цифровых фильтров. Показать идентичность прямой и канонической форм реализации ЛЦФ.

10. Основные характеристики линейных цифровых фильтров с постоянными параметрами. Вывести выражение для системной функции исходя из разностного уравнения для цифрового фильтра.

11. Дискретная свёртка. Формулы дискретной свёртки. Пример вычисления дискретной свёртки с помощью графического алгоритма. Длина свёртки. Приведите пример использования дискретной свертки при вычислении отклика цифрового фильтра.

Согласована на портале № 52939

12. Точностные характеристики ЦФ. Общая характеристика погрешностей, возникающих в ЦФ. Подходы к оценке погрешностей.

Приведите пример оценки погрешностей в выбранном Вами цифровом фильтре.

13. Точки возникновения погрешностей при округлении результатов. Как составляются локальные системные функции? Формулы для вычисления погрешностей (локальных и суммарной). Приведите пример.

14. Накапливающий сумматор с ограниченным временем суммирования. Структурная схема, системная функция – H(z), разностное уравнение – y(nT), импульсная характеристика – h(nT). Прохождение шума АЦП через ЦФ.

15. Сглаживающий фильтр. Структурная схема, системная функция – H(z), разностное уравнение – y(nT), импульсная характеристика – h(nT), переходная характеристика – g(nT). Прохождение шума АЦП через ЦФ.

16. Универсальная базовая ячейка (интегрирующий выход). Структурная схема, системная функция – H(z), разностное уравнение – y(nT), импульсная характеристика – h(nT). Прохождение шума АЦП через ЦФ.

17. Ошибки, возникающие в цифровых рекурсивных фильтрах из-за квантования данных. Расчёт ошибок при прямой и канонической формах реализации ЦРФ первого порядка по вероятностному подходу. Рекомендации по использованию прямой и канонической форм

реализации ЦРФ.

18. Цифровой рекурсивный фильтр первого порядка с оператором квантования данных. Режимы округления, усечения, учёта остатков. Сравнение реализаций между собой и с дискретным фильтром. Предельные циклы (приведите пример).

19. Метод инвариантного преобразования импульсной характеристики. Пример синтеза цифрового резонатора. Нули и полюса H(z).

20. Метод отображения дифференциалов. Недостатки метода. Пример синтеза цифрового режекторного фильтра.

21. Метод билинейного преобразования (БЛП). Связь аналоговых и цифровых частот. Пример синтеза цифрового интегратора.

22. Метод синтеза цифровых фильтров с использованием z-форм. Достоинства и недостатки метода.

23. Частотные преобразования по Константинидису (ФНЧ ФНЧ1, ФНЧ ФВЧ, ФНЧ ПФ, ФНЧ РФ).

24. Метод синтеза цифровых фильтров с использованием временных окон. Окна Дирихле, Хемминга, Бартлетта, Ханна, Блэкмана, Кайзера. Сравните характеристики данных окон между собой. Часть III. Цифровая обработка изображений (ЦОИ)

25. Базовые операции и сигналы, используемые при обработке изображений.

26. Линейные и инвариантные к сдвигу системы цифровой обработки изображений (ЦОИ). Примеры линейных и нелинейных, инвариантных и неинвариантных к сдвигу систем ЦОИ.

27. Алгоритм двумерной линейной фильтрации. Разностное уравнение – y(n1,n2), импульсная характеристика – h(n1,n2), системная функция – H(z1,z2).

28. Структурная схема двумерного нерекурсивного фильтра.

29. Наиболее распространенные типы масок и соответствующие им обработки.

30. Интервальное интегрирование в системах цифровой обработки изображений.

31. Интервальное дифференцирование в системах цифровой обработки изображений.

32. Рекурсивная обработка изображений в неортогональных (наклонных) направлениях. Примеры построения рекурсивных апертур.

33. Ранговая обработка изображений. Медианный фильтр.

34. Одномерный экстремальный фильтр для выделения малоразмерного объекта из фона.

35. Двумерный экстремальный фильтр с апертурой 7*7 для выделения малоразмерного объекта из фона (вар. 1 – по минимум первых разностей).

36. Двумерный экстремальный фильтр с апертурой 7*7 для выделения малоразмерного объекта из фона (вар. 2 – по минимуму сигнала).

14.1.3. Темы контрольных работ

Дискретные сигналы и системы

Согласована на портале № 52939

Z-преобразование
Анализ линейных стационарных систем
Примеры расчета характеристик ЦФ
Исследование точностных характеристик ЦФ
Освоение методов синтеза ЦФ
Основы цифрового представления изображений
Пространственные методы улучшения изображений

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Цифровые сигналы. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Цифровые системы обработки сигналов. Роль и место речевых (звуковых) и видеотехнологий в современном мире. Физическое содержание одномерных и двумерных сигналов. Квантование и дискретизация. Оценка качества цифровых сигналов. Цифровой анализ

спектральных и временных характеристик сигналов

Ортогональные преобразования сигналов и алгоритмы их быстрого вычисления. Вычисление спектров Фурье для дискретных сигналов. Свойства спектров дискретных сигналов. Преобразование Фурье – метод ортогонального преобразования. Выбор базиса – ключевая проблема при решении прикладных задач. Ортогональное косинусное преобразование, свойства, области применения. Понятие о вейвлетпреобразованиях

Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных ЦФ. Системная (передаточная) функция фильтра в z-форме. Импульсная и переходная характеристики. Дискретная свертка. Частотные характеристики ЦФ. Групповое время запаздывания. Устойчивость ЦФ. Точностные характеристики ЦФ. Погрешности и качество цифровых аудио- и видеосигналов

Эффекты квантования. Ошибки квантования в рекурсивных ЦФ. Методы борьбы с нелинейными эффектами в рекурсивных ЦФ. Точность и эффективность цифровых вычислений с сохранением остатков. Особенности построения каналов слежения с использованием ЦФ

Синтез ЦФ по методам инвариантного преобразования импульсной характеристики, отображения дифференциалов, билинейного преобразования, z-форм

Методы частотных преобразований. Общие частотные преобразования ЦФ по Константинидису. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ. Метод частотной выборки. Метод временных окон. Кепстральный анализ и гомоморфная обработка аудиосигналов

Ортогональная и гексагональная структуры дискретизации изображения. Особые двумерные последовательности. Многомерные системы. Базовые операции используемые в многомерных системах. Линейные и инвариантные к сдвигу многомерные системы

Двумерные операторы «скользящего среднего», «лапласиана», «выделения линий (контуров) в изображении», «двойного дифференцирования», «малоразмерных объектов из шумов и фонов», «пространственных градиентов в изображении».

14.1.5. Темы лабораторных работ

Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов
Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов
Цифровая обработка двумерных сигналов

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	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 52939

зрения	опрос по терминам	(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.

Согласована на портале № 52939