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 УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электромагнитная совместимость критичной аппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	84	84	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69465

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. – 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.10.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 69465

ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности	Знает принципы поиска и обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства с помощью: математического описания линейных дискретных систем; проектирования цифровых фильтров; основных методов синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров для обеспечения информационной безопасности
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов; выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности	Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления путем составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов; выполнять компьютерное моделирование структуры цифрового фильтра; навыками вычислять ДПФ дискретного сигнала с помощью алгоритмов БПФ средствами компьютерного моделирования
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 69465

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Знает методы: математического описания цифровых фильтров в виде структуры; математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ); построения алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки; оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; построения систем однократной интерполяции и децимации используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем
	ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Умеет выполнять моделирование процессов с учетом выбора типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой); синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования
	ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Владеет навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ; компьютерного проектирования цифровых фильтров

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	84	84
Подготовка к тестированию	9	9
Подготовка к контрольной работе	7	7
Подготовка к зачету	18	18
Подготовка к устному опросу / собеседованию	10	10
Подготовка к письменному опросу	7	7
Выполнение индивидуального задания	4	4

Согласована на портале № 69465

Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	5	5
Написание отчета по лабораторной работе	8	8
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	2	2	-	4	8	ОПК-3, ПК-1
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	2	2	-	12	16	ОПК-3, ПК-1
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	4	2	4	13	23	ОПК-3, ПК-1
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	4	4	-	6	14	ОПК-3, ПК-1
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	4	2	4	14	24	ОПК-3, ПК-1
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	2	2	-	6	10	ОПК-3, ПК-1
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	4	4	4	12	24	ОПК-3, ПК-1
8 Двумерные линейные фильтры	4	-	4	17	25	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	26	18	16	84	144	
Итого	26	18	16	84	144	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 69465

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, ПК-1
	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, ПК-1
	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, ПК-1
	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, ПК-1
	Итого	4	

Согласована на портале № 69465

5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез ЦФ по методам инвариантного преобразования импульсной характеристики, отображения дифференциалов, билинейного преобразования, z-форм	4	ОПК-3, ПК-1
	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	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
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, ПК-1
	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, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		26	
Итого		26	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 69465

1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Дискретные сигналы и системы	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	Z-преобразование	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Анализ линейных стационарных систем	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Примеры расчета характеристик ЦФ	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Исследование точностных характеристик ЦФ	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Освоение методов синтеза ЦФ	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Основы цифрового представления изображений	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Представление и преобразование двумерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
8 Двумерные линейные фильтры	Цифровая обработка двумерных сигналов	4	ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

Согласована на портале № 69465

Итого	16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	4		
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	2	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Выполнение индивидуального задания	4	ОПК-3, ПК-1	Индивидуальное задание
	Итого	12		

Согласована на портале № 69465

3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	1	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	13		
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	6		

Согласована на портале № 69465

5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	14		
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	6		

Согласована на портале № 69465

7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-3, ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-3, ПК-1	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ОПК-3, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к зачету	2	ОПК-3, ПК-1	Зачёт
	Итого	12		
8 Двумерные линейные фильтры	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	4	ОПК-3, ПК-1	Устный опрос / собеседование
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к зачету	5	ПК-1	Зачёт
	Итого	17		
Итого за семестр		84		
Итого		84		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 69465

ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Письменный опрос, Тестирование, Устный опрос / собеседование
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Письменный опрос, Тестирование, Устный опрос / собеседование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
5 семестр				
Зачёт	0	0	20	20
Защита отчета по лабораторной работе	0	3	12	15
Индивидуальное задание	0	10	0	10
Контрольная работа	10	0	0	10
Устный опрос / собеседование	0	0	5	5
Письменный опрос	0	5	0	5
Лабораторная работа	0	3	12	15
Тестирование	5	5	0	10
Отчет по лабораторной работе	0	0	10	10
Итого максимум за период	15	26	59	100
Нарастающим итогом	15	41	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Согласована на портале № 69465

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

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. 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.).

3. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов / А. Л. Магазинникова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 132 с. — ISBN 978-5-507-46133-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/298514.

7.2. 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.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровая обработка сигналов : методические указания / А. И. Стариковский, Е. В. Солдатов, Г. А. Милорадов, К. В. Авдеев. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 2 — 2023. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/331673.

2. Стариковский, А. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. И. Стариковский, Н. А. Стариковская, Е. В. Солдатов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 2 — 2023. — 120 с. — ISBN 978-5-7339-1682-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/329009.

3. Смит, С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников : учебник / С. Смит. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 720 с. — ISBN 978-5-94120-145-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/60986.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц

Согласована на портале № 69465

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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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:

- 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.;
- Принтер EPSON;
- Магнитно-маркерная (переносная);
- Магнитно-маркерная (напольная);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- ImageJ;
- ImatestMaster V4.5;
- Scilab;

Согласована на портале № 69465

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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:

- 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.;
- Принтер EPSON;
- Магнитно-маркерная (переносная);
- Магнитно-маркерная (напольная);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- ImageJ;
- ImatestMaster V4.5;

8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.5. 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,

Согласована на портале № 69465

аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 69465

3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 69465

5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 69465

7 Представление и преобразование двумерных сигналов	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Письменный опрос	Примерный перечень вопросов для письменного опроса
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Двумерные линейные фильтры	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Устный опрос / собеседование	Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков

Согласована на портале № 69465

3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. 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:

Согласована на портале № 69465

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:
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;

Согласована на портале № 69465

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

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Математическое описание линейных дискретных систем.
2. Проектирование цифровых фильтров.
3. Основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров
4. Математическое описание цифровых фильтров в виде структуры
5. Математическое описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ)
6. Построение алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки
7. Оценка шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой
8. Построение систем однократной интерполяции и децимации

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Дискретные сигналы и системы
2. Z-преобразование
3. Анализ линейных стационарных систем
4. Примеры расчета характеристик ЦФ
5. Исследование точностных характеристик ЦФ
6. Освоение методов синтеза ЦФ
7. Основы цифрового представления изображений
8. Пространственные методы улучшения изображений

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Математическое моделирование:
1. цифровых фильтров в виде структуры;
2. алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки;
3. линейных дискретных систем;
4. частотно-избирательных цифровых фильтров;
5. изменение параметров любого из представленных фильтров.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для устного опроса / собеседования

1. 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.

Согласована на портале № 69465

Квантование и дискретизация. Оценка качества цифровых сигналов.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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».

9.1.6. Примерный перечень вопросов для письменного опроса

1. Интервальное дифференцирование в системах цифровой обработки изображений.
2. Рекурсивная обработка изображений в неортогональных (наклонных) направлениях. Примеры построения рекурсивных апертур.
3. Ранговая обработка изображений. Медианный фильтр.
4. Одномерный экстремальный фильтр для выделения малоразмерного объекта из фона.
5. Двумерный экстремальный фильтр с апертурой 7*7 для выделения малоразмерного объекта из фона (вар. 1 – по минимум первых разностей).
6. Двумерный экстремальный фильтр с апертурой 7*7 для выделения малоразмерного объекта из фона (вар. 2 – по минимуму сигнала).

9.1.7. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. 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).
2. Базовые операции и сигналы, используемые при обработке изображений.
3. Линейные и инвариантные к сдвигу системы цифровой обработки изображений (ЦОИ). Примеры линейных и нелинейных, инвариантных и неинвариантных к сдвигу систем ЦОИ.
4. Алгоритм двумерной линейной фильтрации. Разностное уравнение – y(n1,n2), импульсная характеристика – h(n1,n2), системная функция – H(z1,z2).
5. Структурная схема двумерного нерекурсивного фильтра.

9.1.8. Темы лабораторных работ

1. Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов
2. Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов
3. Представление и преобразование двумерных сигналов
4. Цифровая обработка двумерных сигналов

Согласована на портале № 69465

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 69465

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 № 69465

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 23 от «15» 2 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТУ	А.Н. Булдаков	Согласовано, d65c269c-f546-4509-b920-73aeef59fee4
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	М.И. Курячий	Разработано, e7ffd129-c005-41bd-8607-1fb503697055

Согласована на портале № 69465