МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Цифровое телерадиовещание**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28		28	часов
Практические занятия	14		14	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	50	54	104	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	72	216	часов
	4	2	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	6
Курсовой проект	7

Томск

Согласована на портале № 61909

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).

Индекс дисциплины: Б1.В.08.

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 № 61909

ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает методы математического описания цифровых фильтров в виде структуры; - метод математического описания дискретных сигналов с помощью дискретного преобразования Фурье (ДПФ); - методы математического описания линейных дискретных систем; - основные этапы проектирования цифровых фильтров; - основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет обосновывать выбор типа цифрового фильтра, КИХ или БИХ (с конечной или бесконечной импульсной характеристикой); - синтезировать цифровой фильтр и анализировать его характеристики средствами компьютерного моделирования; - 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.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками компьютерного моделирования линейных дискретных систем; - навыками составления математических моделей линейных дискретных систем и дискретных сигналов.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 61909

ПКР-3. Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	ПКР-3.1. Знает основы сетевых технологий, нормативно-техническую документацию, требования технических регламентов, международные и национальные стандарты в области качественных показателей работы видеокоммуникационного оборудования	Знает алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) Кули-Тьюки; - принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; - принципы построения систем однократной интерполяции и децимации;
	ПКР-3.2. Умеет работать с программным обеспечением, используемым при обработке информации инфокоммуникационных систем и их составляющих	Умеет 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.
	ПКР-3.3. Владеет навыками анализа оперативной информации о запланированных и аварийных работах, связанных с прерыванием предоставления услуг видеосвязи, контроля их качества	Владеет навыками компьютерного вычисления ДПФ на основе БПФ.

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 6 зачетных единиц, 216 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	
		6 семестр	7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	58	18
Лекционные занятия	28	28	
Практические занятия	14	14	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовой проект	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	104	50	54
Подготовка к тестированию	9	9	
Подготовка к контрольной работе	7	7	
Подготовка к устному опросу / собеседованию	7	7	

Согласована на портале № 61909

Подготовка к письменному опросу	8	8	
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	5	5	
Написание отчета по лабораторной работе	8	8	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6	
Написание отчета по курсовому проекту	54		54
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	216	144	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	4	2

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.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	2	2	-	-	2	6	ПКР-3, ОПК-2
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	2	2	-	-	6	10	ПКР-3, ОПК-2
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	4	2	4	-	10	20	ПКР-3, ОПК-2
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	4	2	-	-	4	10	ПКР-3, ОПК-2
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	4	2	4	-	10	20	ПКР-3, ОПК-2
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	4	2	-	-	4	10	ПКР-3, ОПК-2
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	4	2	4	-	8	18	ПКР-3, ОПК-2
8 Двумерные линейные фильтры	4	-	4	-	6	14	ПКР-3
Итого за семестр	28	14	16	0	50	108	
7 семестр							
9 Методы синтеза цифровых фильтров по заданному аналоговому фильтру-прототипу	-	-	-	18	18	36	ОПК-2, ПКР-3
10 Анализ характеристик синтезированных фильтров	-	-	-		18	36	ОПК-2, ПКР-3
11 Проектирование разработанного фильтра на базе цифровой схемотехники	-	-	-		18	36	ОПК-2, ПКР-3
Итого за семестр	0	0	0	18	54	72	
Итого	28	14	16	18	104	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Согласована на портале № 61909

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
6 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	ПКР-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	ПКР-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	ПКР-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 61909

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	ПКР-3
	Итого	4	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез ЦФ по методам инвариантного преобразования импульсной характеристики, отображения дифференциалов, билинейного преобразования, z-форм	4	ПКР-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	ПКР-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	ПКР-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	ПКР-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 61909

	Итого за семестр	28	
7 семестр			
9 Методы синтеза цифровых фильтров по заданному аналоговому фильтру-прототипу	Основные формулы для синтеза цифровых фильтров	-	ОПК-2, ПКР-3
	Итого	-	
10 Анализ характеристик синтезированных фильтров	АЧХ фильтров, построение комплексной Z-плоскости, условия устойчивости, отсчеты импульсной и переходной характеристик	-	ОПК-2, ПКР-3
	Итого	-	
11 Проектирование разработанного фильтра на базе цифровой схемотехники	Построение структурной схемы фильтра, алгоритм обработки фильтра, схема реализации цифровых фильтров	-	ОПК-2, ПКР-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	
	Итого	28	

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

Согласована на портале № 61909

Итого за семестр	14	
Итого	14	

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
6 семестр			
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Анализ характеристик цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ПКР-3
	Итого	4	
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Синтез цифровых фильтров для обработки одномерных сигналов	4	ПКР-3
	Итого	4	
7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Представление и преобразование двумерных сигналов	4	ПКР-3
	Итого	4	
8 Двумерные линейные фильтры	Цифровая обработка двумерных сигналов	4	ПКР-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Инвариантное преобразование ИХ	4	ОПК-2, ПКР-3
Метод отображения дифференциалов	4	ОПК-2, ПКР-3
Метод билинейного преобразования (БЛП)	4	ОПК-2, ПКР-3
Метод Z-форм	2	ОПК-2, ПКР-3
Частотные преобразования ФНЧ	4	ОПК-2, ПКР-3
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

Синтез цифровых фильтров

1. Частота дискретизации 100 кГц;
2. От 1 до 25, согласно варианту, изменяется частота среза по уровню -3 дБ;
3. Частота среза по уровню -12 дБ также изменяется согласно варианту;
4. Начальная частота 10 кГц;
5. N - назначенный преподавателем вариант.

Согласована на портале № 61909

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
6 семестр				
1 Введение. Цифровые цепи и сигналы	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Итого	2		
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	2	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Итого	6		
3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	2	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	10		

Согласована на портале № 61909

4 Нелинейные эффекты в ЦФ	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Итого	4		
5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	10		
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Итого	4		

Согласована на портале № 61909

7 Представление и преобразование двумерных сигналов	Подготовка к контрольной работе	1	ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ОПК-2, ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Подготовка к письменному опросу	1	ОПК-2, ПКР-3	Письменный опрос
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	8		
8 Двумерные линейные фильтры	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПКР-3	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к устному опросу / собеседованию	1	ПКР-3	Устный опрос / собеседование
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	6		
Итого за семестр		50		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
7 семестр				
9 Методы синтеза цифровых фильтров по заданному аналоговому фильтру-прототипу	Написание отчета по курсовому проекту	18	ОПК-2, ПКР-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	18		
10 Анализ характеристик синтезированных фильтров	Написание отчета по курсовому проекту	18	ОПК-2, ПКР-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	18		

Согласована на портале № 61909

11 Проектирование разработанного фильтра на базе цифровой схемотехники	Написание отчета по курсовому проекту	18	ОПК-2, ПКР-3	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	18		
Итого за семестр		54		
Итого		140		

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.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+		+	+	Контрольная работа, Устный опрос / собеседование, Письменный опрос, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Защита курсового проекта, Тестирование, Экзамен
ПКР-3	+	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Устный опрос / собеседование, Письменный опрос, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Защита курсового проекта, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе

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
6 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	0	4	12	16
Контрольная работа	0	5	0	5
Устный опрос / собеседование	0	0	5	5
Письменный опрос	5	5	0	10
Лабораторная работа	0	4	12	16
Тестирование	5	5	0	10
Отчет по лабораторной работе	0	4	4	8
Экзамен				30

Согласована на портале № 61909

Итого максимум за период	10	27	33	100
Нарастающим итогом	10	37	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

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
7 семестр				
Защита курсового проекта	0	0	70	70
Отчет по курсовому проекту	10	10	10	30
Итого максимум за период	10	10	80	100
Нарастающим итогом	10	20	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

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.).

Согласована на портале № 61909

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. 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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/176119#1.

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.).

4. Медведев, М. В. Цифровая обработка изображений : учебно-методическое пособие / М. В. Медведев. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. — 100 с. — ISBN 978-5-7579-2494-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/193507 [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/193507#1.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Цифровая обработка сигналов: 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. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3464.

2. Цифровая обработка сигналов: Методические указания по проведению практических занятий / М. Е. Антипин - 2014. 5 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3894.

3. Цифровая обработка сигналов: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / М. Е. Антипин - 2014. 4 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3895.

4. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие / Р. Р. Абенов, М. И. Курячий, А. А. Гельцер, Е. В. Рогожников, К. Ю. Попова - 2018. 234 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9810.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Согласована на портале № 61909

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;

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.;

Согласована на портале № 61909

- 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 курсового проекта

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;
- Microsoft Windows 7 Pro;

8.5. 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.

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;

Согласована на портале № 61909

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

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями 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	ПКР-3, ОПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлетпреобразование	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 61909

3 Характеристики линейных цифровых фильтров (ЦФ) с постоянными параметрами	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Нелинейные эффекты в ЦФ	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 61909

5 Синтез ЦФ для обработки одномерных данных	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
6 Частотные преобразования, применяемые при синтезе ЦФ	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 61909

7 Представление и преобразование двумерных сигналов	ПКР-3, ОПК-2	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Двумерные линейные фильтры	ПКР-3	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
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
9 Методы синтеза цифровых фильтров по заданному аналоговому фильтру-прототипу	ОПК-2, ПКР-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
10 Анализ характеристик синтезированных фильтров	ОПК-2, ПКР-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
11 Проектирование разработанного фильтра на базе цифровой схемотехники	ОПК-2, ПКР-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

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

Согласована на портале № 61909

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
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

Согласована на портале № 61909

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:
   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.

Согласована на портале № 61909

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

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

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, Kn), 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.

Согласована на портале № 61909

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

Особенности:
1. синтеза цифрового фильтра Баттерворта методом инвариантного преобразования ИХ;
2. синтеза ЦФ методом отображения дифференциалов;
3. синтеза ЦФ методом билинейного преобразования;
4. синтеза ЦФ по методу Z-форм;
5. преобразования ФНЧ в ФНЧ1;
6. преобразования ФНЧ в ФВЧ;
7. преобразования ФНЧ в ПФ;
8. нахождения нулей полюсов.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

Синтез цифровых фильтров
1. Частота дискретизации 100 кГц;
2. От 1 до 25, согласно варианту, изменяется частота среза по уровню -3 дБ;
3. Частота среза по уровню -12 дБ также изменяется согласно варианту;
4. Начальная частота 10 кГц;
5. N - назначенный преподавателем вариант.

9.1.5. 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

9.1.6. 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. 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

Согласована на портале № 61909

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».

9.1.7. 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).

9.1.8. 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.

9.1.9. 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

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

Согласована на портале № 61909

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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 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:

Согласована на портале № 61909

– 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 59 от «28» 11 2018 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
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

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 № 61909