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: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	120	120	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	6	
Контрольные работы	6	2

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 № 77699

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. Изучить основные этапы проектирования цифровых фильтров (ЦФ).
2. Освоить синтез и анализ ЦФ и их математическое описание в виде структур.
3. Провести оценку шумов квантования в ЦФ с фиксированной точкой (ФТ).
4. Освоить принципы построения многоскоростных систем ЦОС.
5. Изучить современные средства 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 (spicial 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 № 77699

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 методы обработки, анализа и представления цифровых сигналов
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет работать с цифровыми сигналами посредством ПО GNU Octave
	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 навыками работы в GNU Octave, позволяющими выполнять обработку, хранение, анализ цифровых сигналов
Профессиональные компетенции		
ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает приемы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов по типовым методикам	Знает основные методы формирования и обработки сигналов в цифровом виде, включающие: цифровую фильтрацию, цифровую модуляцию, дискретизацию, интерполяцию, преобразование частоты
	ПК-1.2. Умеет выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	Умеет выполнять процедуры формирования и обработки цифрового сигнала посредством ПО GNU Octave и ПО MATLAB
	ПК-1.3. Владеет приемами математического и компьютерного моделирования объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	Владеет навыками моделирования радиоэлектронных средств и их составных частей посредством ПО Octave и MATLAB

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

Согласована на портале № 77699

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
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	20	20
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	120	120
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	67	67
Подготовка к контрольной работе	23	23
Подготовка к лабораторной работе	16	16
Написание отчета по лабораторной работе	14	14
Подготовка и сдача зачета	4	4
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	Лаб. раб.	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Анализ цифровых фильтров	-	4	1	18	23	ОПК-3, ПК-1
2 Синтез цифровых фильтров	-		1	22	23	ОПК-3, ПК-1
3 Цифровая обработка изображений	8		2	49	59	ОПК-3, ПК-1
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	-		2	15	17	ОПК-3, ПК-1
5 Цифровое сжатие видеосигналов	-		2	16	18	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	8	4	8	120	140	
Итого	8	4	8	120	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 77699

6 семестр			
1 Анализ цифровых фильтров	Цифровые цепи и сигналы. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных цифровых фильтров. Характеристики ЛЦФ с постоянными параметрами. Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах	1	ОПК-3, ПК-1
	Итого	1	
2 Синтез цифровых фильтров	Синтез цифровых устройств для обработки одномерных данных. Синтез ЦФ по методу инвариантного преобразования импульсной характеристики. Синтез цифровых фильтров методом отображения дифференциалов. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования. Метод синтеза ЦФ с использованием Z-форм. Частотные преобразования, применяемые при синтезе цифровых фильтров. Прямой синтез ЦФ. Методы синтеза фильтров с КИХ	1	ОПК-3, ПК-1
	Итого	1	
3 Цифровая обработка изображений	Представление и преобразование двумерных сигналов. Двумерные линейные фильтры. Рекурсивная обработка изображений. Нелинейная обработка изображений. Двумерная децимация данных	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	Аппаратурное построение КИХ-фильтра прямой формы. Параллелизм при построении КИХ-фильтров прямой формы. Каскадная форма КИХ-фильтра. Прямая форма КИХ-фильтра с высоким уровнем параллелизма. Прямая форма построения БИХ-фильтров. Каскадная форма БИХ-фильтров	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
5 Цифровое сжатие видеосигналов	Пространственная и временная избыточность. Дискретное косинусное преобразование. Взвешивание. Кодирование с переменной длиной слова. Внутрикадровое кодирование. Межкадровое кодирование. Компенсация движения. I-видеокадры. Стандарты MPEG	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 77699

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-3, ПК-1
2	Контрольная работа	2	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр		4	
Итого		4	

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 Цифровая обработка изображений	Цифровая обработка двумерных сигналов	4	ОПК-3, ПК-1
	Цифровая линейная фильтрация изображений. Цифровые методы коррекции изображений	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.5.Контроль самостоятельной работы (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
6 семестр				
1 Анализ цифровых фильтров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	14	ОПК-3, ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	18		
2 Синтез цифровых фильтров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	17	ОПК-3, ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	22		

Согласована на портале № 77699

3 Цифровая обработка изображений	Подготовка к лабораторной работе	16	ОПК-3, ПК-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	14	ОПК-3, ПК-1	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	14	ОПК-3, ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	49		
4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-3, ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	15		
5 Цифровое сжатие видеосигналов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ОПК-3, ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа
	Итого	16		
Итого за семестр		120		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		124		

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
	Лаб. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПК-1	+	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Согласована на портале № 77699

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебное пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 175 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Белов, Л. А. Радиоэлектроника. Формирование стабильных частот и сигналов : учебник для вузов / Л. А. Белов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 268 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/493222.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Лабораторный практикум / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 79 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов.: Учебно-методическое пособие / Курячий М.И. - Томск: ТМЦ ДО, 2002. - 73 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

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.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: электронный курс / М.И. Курячий. - Томск, ТУСУР, ФДО, 2018. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. 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.
2. ЭБС «Юрайт»: электронная библиотечная система «Юрайт» – это виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по экономическим, юридическим, гуманитарным, инженерно-техническим и естественно-научным направлениям и специальностям (https://urait.ru) .
3. Университетская информационная система Россия: университетская информационная система Россия – тематическая электронная библиотека и база для исследований и учебных курсов в области экономики, управления, социологии, лингвистики, философии, филологии, международных отношений и других гуманитарных наук (uisrussia.msu.ru).

Согласована на портале № 77699

4. Архив журналов РАН: Российская академия наук и издательство «Наука» приняли решение открыть свободный доступ к архивам журналов РАН, включая номера журналов за 2017 год, выпуск которых по контракту с РАН осуществляло издательство «Наука». Бесплатный доступ к электронным версиям журналов РАН будет предоставляться на платформе elibrary.ru и libnauka.ru (электронная библиотека издательства «Наука»). Всего журналов в референтной группе 149 (Доступ свободный).

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

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

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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.

8.3. 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.

Согласована на портале № 77699

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 Анализ цифровых фильтров	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Синтез цифровых фильтров	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Цифровая обработка изображений	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 77699

4 Специализированные устройства для цифровой фильтрации сигналов	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Цифровое сжатие видеосигналов	ОПК-3, ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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
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

Согласована на портале № 77699

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. Что такое время преобразования (tпреобр) для АЦП?
   а) интервал времени от начала преобразования до его конца;
   б) интервал времени от установившегося аналогового значения до преобразованного аналогового значения;
   в) интервал времени от задания аналогового скачка до значения установившегося цифрового кода;
   г) интервал времени от задания цифрового скачка до значения установившегося цифрового кода.
2. В АЦП происходит:
   а) квантование по уровню, дискретизация по времени, кодирование двоичным кодом;
   б) только квантование по уровню;
   в) только дискретизация по времени;
   г) только дискретизация по времени и кодирование двоичным кодом.
3. Оператор цифровой системы имеет вид: y(nT)=n*n*x(nT-T). К какому типу относится данная система?
   а) нелинейная;
   б) физически нереализуемая;
   в) стационарная;
   г) нестационарная.
4. Оператор цифровой системы имеет вид: y(nT)=nT*x*x(nT-T). К какому типу относится данная система?
   а) линейная;
   б) физически нереализуемая;
   в) стационарная;
   г) нелинейная.
5. Система называется стационарной или инвариантной во времени, если:
   а) её параметры не изменяются во времени;
   б) в ней выполняется принцип суперпозиции;
   в) в ней текущий отчет сигнала формируется из предыдущих отчетов и текущего отчета входного сигнала;
   г) нет правильного ответа.

Согласована на портале № 77699

6. Что называется линейной цифровой системой?
   а) система, у которой выходной отклик y(nT) ограничен при каждом ограниченном входном воздействии;
   б) система, в которой текущий отсчет выходного сигнала формируется из предыдущих отчетов входного и выходного сигнала;
   в) система, в которой выполняется принцип суперпозиции;
   г) физически – реализуемая система.
7. Название фильтра при bj не равно 0.
   а) рекурсивный фильтр;
   b) фильтр инвариантный во времени;
   c) фильтр с КИХ;
   d) нерекурсивный фильтр.
8. Какой из фильтров является всегда рекурсивным?
   а) КИХ-фильтр;
   б) БИХ–фильтр;
   в) КИХ-фильтр и БИХ - фильтр;
   г) Правильного ответа нет.
9. Шумы, возникающие в цифровых фильтрах, обусловлены:
   а) не точным заданием значений нулей системной функции;
   б) не точным заданием значений полюсов системной функции;
   в) округлением результатов арифметических операций;
   г) изменением напряжения питания.
10. В каком из методов синтеза ЦФ используется замена операторов p в степени -N своим выражением для каждого N:
    а) методе билинейного Z-преобразования;
    б) методе инвариантного преобразования импульсной характеристики;
    в) методе отображения дифференциалов;
    г) методе Z-форм.
11. Какого типа синтеза ЦФ нет?
    а) Синтеза по методу инвариантного преобразования ИХ;
    б) Синтеза по методу отображения интегралов;
    в) Синтеза по методу отображения дифференциалов;
    г) Синтеза с использованием Z-форм.
12. В методе инвариантного преобразования импульсной характеристики частота дискретизации выбирается исходя из:
    а) допустимого перекрытия “хвостов” АЧХ;
    б) допустимого перекрытия ФЧХ;
    в) теоремы Котельникова (теоремы отсчетов);
    г) условия требуемой неравномерности АЧХ.
13. Какова форма окна Бартлетта в методе временных окон?
    а) треугольная;
    б) прямоугольная;
    в) квадратная;
    г) гауссоидальная.
14. Какова форма окна Дирихле в методе временных окон?
    а) треугольная;
    б) прямоугольная;
    в) квадратная;
    г) гауссоидальная.
15. Временные окна необходимы:
    а) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = 0;
    б) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = 2p/T;
    в) для уменьшения изрезанности АЧХ в близи крутых склонов;
    г) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке w = p/T.
16. Наименьшая изрезанность АЧХ получается при использовании временного окна:
    а) Дирихле;
    б) Бартлетта;

Согласована на портале № 77699

в) Хэмминга;
г) Ханна.

17. Вычислители первых и вторых разностей не пропускают постоянную составляющую, потому что они являются:
    а) цифровыми интеграторами;
    б) цифровыми дифференциаторами;
    в) накапливающими сумматорами;
    г) полосовыми фильтрами.
18. Цифровой интегратор (накапливающий сумматор) условно устойчивый фильтр, потому что:
    а) сумма отсчетов импульсной характеристики равна бесконечности;
    б) сумма отсчетов импульсной характеристики конечна;
    в) дисперсия выходного шума конечна;
    г) отклик на единичный импульс неограниченно возрастает.
19. Цифровой сглаживающий фильтр – это фильтр:
    а) нижних частот;
    б) верхних частот;
    в) полосовой фильтр;
    г) режекторный фильтр.
20. Какое утверждение верно:
    а) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – нечетна;
    б) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра четна, фазочастотная – четна;
    в) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – четна;
    г) Амплитудно-частотная характеристика цифрового фильтра нечетна, фазочастотная – нечетна.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Оператор цифровой системы имеет вид: y(nT)=nT*x(nT+T). К какому типу относится данная система?
    а) линейная;
    б) физически нереализуемая;
    в) стационарная;
    г) нелинейная.
2. Оператор цифровой системы имеет вид: y(nT)=(nT)(nT)*x(nT+T). К какому типу относится данная система?
    а) нелинейная и нестационарная;
    б) физически нереализуемая и нестационарная;
    в) стационарная;
    г) физически реализуемая.
3. Указать физически реализуемую систему:
    а) y(nT)=x(nT-T)-y(nT+2T);
    б) y(nT)=x(nT-T)+y(nT-2T);
    в) y(nT)=x(nT+T)+y(nT+2T);
    г) y(nT)=x(nT+T)-y(nT-2T).
4. f(nT)=Ku(nT). Найти Z-образ.
    а) z/(z-1);
    б) K/(z-1);
    в) Kz/(z-1);
    г) z-A/Kz.
5. f(nT)=Ku(nT-T). Найти Z-образ.
    а) z/(z-1);
    б) K/(z-1);
    в) Kz/(z-1);
    г) z-A/Kz.

Согласована на портале № 77699

6. Дана импульсная характеристика: h(nT)={1, n=0; -1, n=1; 0, n>1; какое из разностных уравнений соответствует ей?
   а) y(nT)=x(nT)+x(nT-T);
   б) y(nT)=x(nT)-x(nT-T);
   в) y(nT)=-x(nT)-x(nT-T);
   г) y(nT)=-x(nT)+x(nT-T).
7. Какому фильтру соответствует разностное уравнение: y(nT)=x(nT)+E[Ky(nT-T)], n≥0.
   а) ЦФ с округлением данных;
   б) ЦФ с округлением остатков от выполнения арифметических операций;
   в) ЦФ с усечением данных;
   г) ЦФ с усечением остатков от выполнения арифметических операций.
8. Какому фильтру соответствует разностное уравнение: y(nT)=x(nT)+E[Ky(nT-T)+0,5], n≥0.
   а) ЦФ с округлением данных;
   б) ЦФ с округлением остатков от выполнения арифметических операций;
   в) ЦФ с усечением данных;
   г) ЦФ с усечением остатков от выполнения арифметических операций.
9. Значение АЧХ сглаживающего фильтра с H(z)=z/(z-K) на нулевой частоте равно:
   а) A(0)=1;
   б) A(0)=0;
   в) A(0)=1/(1-K);
   г) A(0)=K.
10. Универсальная базовая ячейка (УБЯ) в режиме дифференцирования имеет коэффициент передачи по постоянной составляющей:
   а) Hu(1)=1;
   б) Hu(1)=0;
   в) Hu(1)=1/A;
   г) Hu(1)=A.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Цифровая обработка сигналов.

1. Для обработки сигнала в виде пяти одинаковых отсчетов (дискретизированный прямоугольный импульс) используется согласованный цифровой фильтр, импульсная характеристика которого совпадает по форме с сигналом. Определить системную функцию фильтра и алгоритмы фильтрации в рекурсивной и нерекурсивной формах реализации. Найти сигнал на выходе
   фильтра (первые 10 отсчетов).
2. Найти Z-преобразование серии из N равных отсчетов, равных a.
3. При подаче на вход цифрового фильтра единичного импульса на
   выходе получается последовательность {1; 1/2; 1/4; …; 1/2n; …}. Найти импульсную характеристику и системную функцию фильтра. Записать алгоритм цифровой фильтрации и изобразить схему фильтр.
4. Найти дискретную свертку двух дискретизированных прямоугольных импульсов, заданных пятью отсчетами.
5. Оцените область устойчивости цифрового фильтра второго порядка в зависимости от значений коэффициентов b1 и b2 и разбейте ее на под-области для апериодических и колебательных систем. Область устойчивости оценить: 1 – по характеристическому уравнению; 2 – по критерию Рауса-Гурвица.
6. Нарисуйте структурную схему цифрового фильтра при канонической форме реализации, и последующие пункты задания выполняйте используя эту форму реализации.
7. Определите выходные дисперсии шумов округления, вносимых при умножении на коэффициенты фильтра b1и b2.
8. Определите суммарную дисперсию шумов квантования и округления на выходе цифрового фильтра.
9. При предположении, что один из умножителей на b1 (b2) выполняет операции с сохранением остатка, вычислите выходную дисперсию шумов округления.
10. Сделайте выводы и объяснения процессов формирования ошибок и их представления в виде шумов в цифровом фильтре.

Согласована на портале № 77699

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Цифровая обработка двумерных сигналов
2. Цифровая линейная фильтрация изображений. Цифровые методы коррекции изображений

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 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

Согласована на портале № 77699

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:

– 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 № 77699

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Старший научный сотрудник, каф. каф.ТУ	А.В. Каменский	Разработано, cf21ff24-2b27-4f68-bb7f-8fe19f923784
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 77699