МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 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**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	6		6	часов
Практические занятия	2	2	4	часов
Лабораторные занятия		4	4	часов
Самостоятельная работа	64	55	119	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	72	144 4	часов з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Экзамен	8	
Контрольные работы	8	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 68198

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.
Индекс дисциплины: Б1.О.03.08.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПКР-1.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.	Знает методы математического описания линейных дискретных систем; основные этапы проектирования цифровых фильтров; основные методы синтеза и анализа частотно-избирательных цифровых фильтров.
	ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Умеет объяснять математическое описание линейных дискретных систем в виде алгоритмов; выполнять компьютерное моделирование линейных дискретных систем на основе их математического описания.

Согласована на портале № 68198

ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	Знает алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ); принципы оценки шумов квантования в цифровых фильтрах с фиксированной точкой; принципы построения систем однократной интерполяции и децимации.
	ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.	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 подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	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 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	
		7 семестр	8 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	16	8	8
Лекционные занятия	6	6	
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные занятия	4		4
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	119	64	55
Подготовка к тестированию	79	64	15
Подготовка к контрольной работе	15		15
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12		12
Написание отчета по лабораторной работе	13		13
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	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.

Согласована на портале № 68198

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	3	-	-	32	35	ПКР-3
2 СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	3	2	-	32	37	ПКР-1
Итого за семестр	6	2	0	64	72	
8 семестр						
3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	-	2	4	35	43	ПКР-1, ПКР-3
4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	-	-	-	10	10	ПКР-1, ПКР-3
5 ЦИФРОВОЕ СЖАТИЕ ВИДЕОСИГНАЛОВ	-	-	-	10	10	ПКР-3
Итого за семестр	0	2	4	55	61	
Итого	6	4	4	119	133	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

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

Согласована на портале № 68198

1 АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	1.1. Цифровые цепи и сигналы 1.1.1. Цифровые сигналы 1.1.2. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи 1.1.3. Цифровые системы обработки сигналов 1.2. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) 1.3. Z-преобразование 1.4. Алгоритмы функционирования и формы реализации линейных цифровых фильтров 1.5. Характеристики ЛЦФ с постоянными параметрами 1.5.1. Системная (передаточная) функция фильтра в Z-форме 1.5.2. Импульсная и переходная характеристики 1.5.3. Частотные характеристики цифровых фильтров 1.5.4. Групповое время запаздывания 1.5.5. Устойчивость цифровых фильтров 1.5.6. Точностные характеристики цифровых фильтров 1.7. Нелинейные эффекты в цифровых фильтрах 1.7.1. Эффекты квантования 1.7.2. Ошибки квантования в ЦРФ 1.7.3. Методы борьбы с нелинейными эффектами в рекурсивных ЦФ 1.7.4. Точность и эффективность цифровых вычислений с сохранением остатков 1.7.5. Особенности построения каналов слежения с использованием ЦФ	3	ПКР-3
	Итого	3	

Согласована на портале № 68198

2 СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	2.1. Синтез цифровых устройств для обработки одномерных данных 2.2. Синтез ЦФ по методу инвариантного преобразования импульсной характеристики 2.3. Синтез цифровых фильтров методом отображения дифференциалов 2.4. Синтез цифровых фильтров методом билинейного преобразования 2.5. Метод синтеза ЦФ с использованием Z-форм 2.6. Частотные преобразования, применяемые при синтезе цифровых фильтров 2.7. Прямой синтез ЦФ 2.8. Методы синтеза фильтров с КИХ 2.8.1. Метод частотной выборки 2.8.2. Метод временных окон	3	ПКР-1
	Итого	3	
	Итого за семестр	6	
8 семестр			

Согласована на портале № 68198

3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	3.1. Представление и преобразование двумерных сигналов 3.1.1. Некоторые особые двумерные последовательности 3.1.2. Многомерные системы 3.1.3. Базовые операции, используемые в многомерных системах 3.1.4. Линейные и инвариантные к сдвигу многомерные системы 3.2. Двумерные линейные фильтры 3.2.1 Оператор двумерного «скользящего среднего» 3.2.2. Лапласиан для «восьми соседей» 3.2.3. Оператор выделения линий (контуров) в изображении 3.2.4. Оператор двойного дифференцирования 3.2.5. Оператор выделения малоразмерных объектов из шумов и фонов, подчиняющихся нормальному закону распределения 3.2.6. Градиентные операторы выделения перепадов яркости в различных пространственных направлениях 3.3. Рекурсивная обработка изображений 3.3.1. Интервальное интегрирование 3.3.2. Интервальное дифференцирование 3.3.3. Квазиоптимальная фильтрация малоразмерных объектов из шумов 3.3.4. Трапецеидальная ИХ 3.3.5. Двухкаскадный РСЦФ 3.4. Нелинейная обработка изображений 3.4.1. Ранговая обработка изображений 3.5. Двумерная децимация данных	-	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	-	

Согласована на портале № 68198

4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	4.1. Аппаратурное построение КИХ-фильтра прямой формы 4.2. Параллелизм при построении КИХ-фильтров прямой формы 4.3. Каскадная форма КИХ-фильтра 4.4. Прямая форма КИХ-фильтра с высоким уровнем параллелизма 4.5. Прямая форма построения БИХ-фильтров 4.6. Каскадная форма БИХ-фильтров	-	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	-	
5 ЦИФРОВОЕ СЖАТИЕ ВИДЕОСИГНАЛОВ	5.1. Пространственная и временная избыточность 5.2. Дискретное косинусное преобразование 5.3. Взвешивание 5.4. Кодирование с переменной длиной слова 5.5. Внутрикадровое кодирование 5.6. Межкадровое кодирование 5.7. Компенсация движения 5.8. I-видеокадры 5.9. Стандарты MPEG 5.9.1. Применения 5.9.2. Профили и уровни 5.9.3. MPEG-1 и MPEG-2 5.9.4. Двунаправленное кодирование 5.9.5. Типы данных 5.9.6. Структура цифрового потока MPEG 5.9.7. Системный уровень	-	ПКР-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	
	Итого	6	

5.3. Контрольные работы

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

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПКР-1, ПКР-3
	Итого за семестр	2	
	Итого	2	

Согласована на портале № 68198

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
8 семестр			
3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	«ЦИФРОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ» «ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ»	4	ПКР-1
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Z-преобразование. Вейвлет преобразование.	2	ПКР-1
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
8 семестр			
3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	Представление и преобразование двумерных сигналов	2	ПКР-1, ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	Подготовка к тестированию	32	ПКР-3	Тестирование
	Итого	32		

Согласована на портале № 68198

2 СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	Подготовка к тестированию	32	ПКР-1	Тестирование
	Итого	32		
Итого за семестр		64		
8 семестр				
3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	Подготовка к контрольной работе	5	ПКР-1, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-1	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ПКР-1	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	13	ПКР-1	Отчет по лабораторной работе
	Итого	35		
4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	Подготовка к контрольной работе	5	ПКР-1, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-1, ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
5 ЦИФРОВОЕ СЖАТИЕ ВИДЕОСИГНАЛОВ	Подготовка к контрольной работе	5	ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	5	ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		55		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПКР-3	+	+		+	Контрольная работа, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 68198

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Курячий М.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов с грифом УМО. – Томск: ТУСУР, 2009. – 190 с. – ISBN 978-5-86889-286-8. – 60 экз. (анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (50)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 58 экз.).

2. Цифровое телевидение в видеоинформационных системах: монография / А.Г. Ильин, Г.Д. Казанцев, А.Г. Костевич, М.И. Курячий, И.Н. Пустынский, В.А.Шалимов. – Томск: ТУСУР, 2010. – 465 с. – ISBN 978-5-86889-540-1. – 50 экз. (анл (5), счз1 (3), счз5 (2), аул (40)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

3. 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 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.).

2. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB: Пер. с англ. / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс; пер. : В.В. Чепыжов. – М.: Техносфера, 2006. – 615 с. – ISBN 5-94836092-X. – 30 экз. (анл (5), счз1 (1), счз5 (1), аул (23)) (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

2. 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.

3. 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.).

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. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Согласована на портале № 68198

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:
- DiViLine ESKIZ-V Education;
- Google Chrome;
- ImageJ;
- Octave 4.2.1;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория видеоинформационных технологий и цифрового телевидения: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 217 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Телевизор Samsung LTD 19 - 8 шт.;
- Осциллограф GOS-620 - 8 шт.;
- Телевизор настенный Samsung LED 55 - 8 шт.;
- ТВ камера ACV-9002SCH Color - 8 шт.;
- Макет - 5 шт.;
- Принтер EPSON;
- Магнитно-маркерная (переносная);

Согласована на портале № 68198

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

Программное обеспечение:
- DiViLine ESKIZ-V Education;
- Google Chrome;
- ImageJ;
- Octave 4.2.1;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

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

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

Согласована на портале № 68198

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 АНАЛИЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	ПКР-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 СИНТЕЗ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ	ПКР-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ	ПКР-1, ПКР-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СИГНАЛОВ	ПКР-1, ПКР-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 ЦИФРОВОЕ СЖАТИЕ ВИДЕОСИГНАЛОВ	ПКР-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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

Согласована на портале № 68198

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. 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;

Согласована на портале № 68198

b) в ней выполняется принцип суперпозиции;
c) в ней текущий отчет сигнала формируется из предыдущих отчетов и текущего отчета входного сигнала;
d) нет правильного ответа.

4. Что называется линейной цифровой системой?
   a) система, у которой выходной отклик y(nT) ограничен при каждом ограниченном входном воздействии;
   b) система, в которой текущий отсчет выходного сигнала формируется из предыдущих отчетов входного и выходного сигнала;
   c) система, в которой выполняется принцип суперпозиции;
   d) физически – реализуемая система.
5. Какому фильтру соответствует разностное уравнение: y(nT)=x(nT)+E[Ky(nT-T]n>=0
   a) ЦФ с округлением данных;
   b) ЦФ с округлением остатков от выполнения арифметических операций;
   c) ЦФ с усечением данных;
   d) ЦФ с усечением остатков от выполнения арифметических операций.
6. Шумы, возникающие в цифровых фильтрах, обусловлены:
   a) не точным заданием значений нулей системной функции;
   b) не точным заданием значений полюсов системной функции;
   c) округлением результатов арифметических операций;
   d) изменением напряжения питания.
7. Какого типа синтеза ЦФ нет?
   a) Синтеза по методу инвариантного преобразования ИХ;
   b) Синтеза по методу отображения интегралов;
   c) Синтеза по методу отображения дифференциалов;
   d) Синтеза с использованием Z-форм.
8. В методе инвариантного преобразования импульсной характеристики частота дискретизации выбирается исходя из:
   a) допустимого перекрытия “хвостов” АЧХ;
   b) допустимого перекрытия ФЧХ;
   c) теоремы Котельникова (теоремы отсчетов);
   d) условия требуемой неравномерности АЧХ.
9. Какова форма окна Дирихле в методе временных окон?
   a) треугольная;
   b) прямоугольная;
   c)квадратная;
   d) гауссоидальная.
10. Временные окна необходимы:
    a) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = 0;
    b) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = 2 /T;
    c) для уменьшения изрезанности АЧХ в близи крутых склонов;
    d) для уменьшения изрезанности АЧХ в точке = /T.
11. Наименьшая изрезанность АЧХ получается при использовании временного окна:
    a) Дирихле;
    b) Бартлетта;
    c) Хэмминга;
    d) Ханна.
12. Вычислители первых и вторых разностей не пропускают постоянную составляющую, потому что они являются:
    a) цифровыми интеграторами;
    b) цифровыми дифференциаторами;
    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;

Согласована на портале № 68198

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.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

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

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. «ЦИФРОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ» «ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ»

9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 68198

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

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:

Согласована на портале № 68198

– 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 № 68198

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	С.И. Богомолов	Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c
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
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТОР	Д.А. Покаместов	Согласовано, 7d7b7be3-ee63-4218-8302-48c017e45ea9
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	А.В. Каменский	Разработано, cf21ff24-2b27-4f68-bb7f-8fe19f923784

Согласована на портале № 68198