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.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника и микропроцессорная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **1**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80204

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. является формирование у студентов общих представлений, знаний, умений и навыков по основам теории сигналов и методам их цифровой обработки.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение принципов работы со средой программирования Matlab.
2. Изучения сведений об аналоговых и дискретных сигналов.
3. Изучение линейных и дискретных систем.
4. Изучение методов синтеза аналоговых и цифровых фильтров.
5. Изучение принципа обработки сигналов с помощью ПЛИС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.02.
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		

Согласована на портале № 80204

ПК-1. Способен самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронных схем, приборов и устройств электронной техники	ПК-1.1. Знает основные факты, базовые концепции, принципы, модели и методы в области силовых цепей; источники стандартов в областях электробезопасности и коммуникационных протоколов; современные базовые технологии прямого цифрового управления	Знание методов цифровой обработки сигналов, способов построения моделей объектов управления, методов синтеза систем управления и цифровой фильтрации сигналов.
	ПК-1.2. Умеет проводить имитационное моделирование устройств силовой электроники на современных САПР типа «Spice»; производить настройку программного обеспечения верхнего уровня; пользоваться средствами измерения показателей качества электроэнергии	Умение разрабатывать имитационные модели объектов управления средствами Matlab/Simulink. Умение разрабатывать цифровые фильтры и корректирующие звенья обратной связи для различных систем.
	ПК-1.3. Владеет информацией о тенденциях и перспективах развития современных и инструментальных средств для решения практических и общенаучных задач в области силовой электроники	Владение средой проектирования Matlab/Simulink для решения практических и общенаучных задач в области силовой электроники.

Согласована на портале № 80204

ПК-2. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретен	ПК-2.1. Знает основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований	Знание основных методов анализа и фильтрации сигналов.
	ПК-2.2. Умеет делать научнообоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Умение самостоятельно разрабатывать и тестировать системы управления объектами и цифровые фильтры. Готовить научные публикации и заявки на изобретения.
	ПК-2.3. Владеет навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	Владеть навыками оформлять результаты исследований в области разработки систем цифровой фильтрации и систем управления в виде научных публикаций и заявок на изобретения.

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
		1 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к тестированию	18	18
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	38	38
Подготовка и сдача экзамена	36	36
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

Согласована на портале № 80204

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Общие сведения о сигналах (лекция)	2	6	4	10	22	ПК-1, ПК-2
2 Аналоговые фильтры (лекция)	2	-	4	12	18	ПК-1, ПК-2
3 Линейные дискретные системы (лекция)	2	-	-	2	4	ПК-1, ПК-2
4 Цифровые фильтры (лекция)	2	6	4	12	24	ПК-1, ПК-2
5 Структуры линейных дискретных систем (лекция)	2	-	-	2	4	ПК-1, ПК-2
6 Дискретное преобразование Фурье (лекция)	2	-	-	2	4	ПК-1, ПК-2
7 Синтез КИХ-фильтров (лекция)	2	-	-	2	4	ПК-1, ПК-2
8 Синтез БИХ-фильтров (лекция)	2	-	-	2	4	ПК-1, ПК-2
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	2	6	4	12	24	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

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
1 семестр			
1 Общие сведения о сигналах (лекция)	Основные понятия. Представление детерминированных сигналов с помощью простейших функций. Представление детерминированного сигнала с помощью ортогональных функций. Дискретизация аналоговых сигналов. Дискретные и цифровые последовательности. Обработка сигналов. Нормирование времени и частоты сигнала. Типовые дискретные сигналы.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
2 Аналоговые фильтры (лекция)	Задача фильтрации. Базисные фильтры и их идеальные частотные характеристики. Задача аппроксимации. Типовые ФНЧ. Денормирование и трансформация фильтров.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 80204

3 Линейные дискретные системы (лекция)	Понятие дискретной системы. Описание дискретной системы разностным уравнением. Передаточная функция дискретной системы. Частотная передаточная функция дискретной системы. Структурные схемы дискретной системы.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Цифровые фильтры (лекция)	Функциональная схема цифровых фильтров. Классификация цифровых фильтров. Рекурсивные цифровые фильтры первого порядка. Рекурсивные цифровые фильтры второго порядка. Расчет рекурсивных цифровых фильтров по аналоговому прототипу. Расчет цифровых ФНЧ и ФВЧ по заданным требованиям к АЧХ. Реализация рекурсивных цифровых фильтров.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Структуры линейных дискретных систем (лекция)	Разновидности структур КИХ- и БИХ-систем, описание структур КИХ- и БИХ-систем в виде объектов dfilt, функции MATLAB для объектов dfilt, расстановка звеньев и масштабирование в объектах dfilt, функции sos, scale	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
6 Дискретное преобразование Фурье (лекция)	Вычисление ДПФ: функции fft, ifft, fftshift; внешние функции fft_e1, fft_e2. Вычисление свертки с помощью ДПФ: функция fftfilf, внешняя функция iir_iir. Вычисление свертки с секционированием: функция fftfilt	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
7 Синтез КИХ-фильтров (лекция)	Цифровые фильтры. Свойства КИХ-фильтров. Задание требований к частотным характеристикам КИХ-фильтров. Синтез КИХ-фильтров методом окон: функции fir1, kaiserord; внешние функции check_low, check_high, check_pass, check_stop, plot_fir. Синтез КИХ-фильтров методом наилучшей равномерной (чебышевской) аппроксимации: функции firpm, firpmord, firgr; внешняя функция MA G_fir. Цифровой преобразователь Гильберта. Цифровой дифференциатор. Приведенная структура КИХ-фильтра: описание в виде объекта dfilt. Анализ характеристик цифрового фильтра: функция fvtool.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	

8 Синтез БИХ-фильтров (лекция)	Свойства БИХ-фильтров. Задание требований к частотным характеристикам БИХ-фильтров и процедура синтеза. Синтез аналоговых фильтров: функции butter, cheby1, cheby2, ellip, buttord, cheb1ord, cheb2ord, ellipord, freqs. Синтез БИХ-фильтров методом инвариантности импульсной характеристики: функции impinvar, impulse. Синтез БИХ-фильтров методом билинейного Z-преобразования: функции bilinear, butter, cheby1, cheby2, ellip, buttord, cheb1 ord, cheb2ord, ellipord. Структура БИХ-фильтра: описание в виде объекта dfilt. Описание требований к АЧХ КИХ- и БИХ-фильтров в виде объектов fdesign. Синтез КИХ- и БИХ-фильтров в виде объектов dfilt на основе объектов fdesign.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	Однократные системы интерполяции. Моделирование однократной интерполяции в MATLAB: функции interp, upfirdn. Однократные системы децимации. Моделирование однократной децимации в MATLAB: функции decimate, upfirdn. Системы однократной передискретизации. Моделирование однократной передискретизации в MATLAB: функции resample, upfirdn. Описание полифазной структуры систем интерполяции и децимации в виде объектов mfilt.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
1 семестр			
1 Общие сведения о сигналах (лекция)	Основы цифровой фильтрации	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
4 Цифровые фильтры (лекция)	Дискретные и цифровые сигналы	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	Цифровая многоскоростная обработка сигналов	6	ПК-1, ПК-2
	Итого	6	

Согласована на портале № 80204

Итого за семестр	18	
Итого	18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Общие сведения о сигналах (лекция)	Получение сигнала в LabView	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Аналоговые фильтры (лекция)	Примеры спектрального анализа в LabView	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Цифровые фильтры (лекция)	Инструментарий проектирования цифровых фильтров в LabView	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	Многоскоростная обработка сигналов в LabView	4	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
1 семестр				
1 Общие сведения о сигналах (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	10		
2 Аналоговые фильтры (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
3 Линейные дискретные системы (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		

Согласована на портале № 80204

4 Цифровые фильтры (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
5 Структуры линейных дискретных систем (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
6 Дискретное преобразование Фурье (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
7 Синтез КИХ-фильтров (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
8 Синтез БИХ-фильтров (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	2		
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

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

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

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

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПК-2	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

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

Согласована на портале № 80204

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
1 семестр				
Лабораторная работа	10	20	10	40
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	30	20	100
Нарастающим итогом	20	50	70	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. 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.

7.2. Дополнительная литература

1. Строгонов, А. В. Реализация алгоритмов цифровой обработки сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем : учебное пособие / А. В. Строгонов. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/206102.

2. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW : учебное пособие /Ю. В. Визильтер, С. Ю. Желтков, В. А. Князь, А. Н. Ходарев. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 464 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1093.

Согласована на портале № 80204

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Чернусь, П. П. Численные методы и их применение в Matlab : учебное пособие / П. П. Чернусь, П. П. Чернусь. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 90 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/122101.

2. Федосов, В. П. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW : учебное пособие / В. П. Федосов, А. К. Нестеренко. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 456 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1090.

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://e.lanbook.com/book/176119.

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

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

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: 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); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;

Согласована на портале № 80204

- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP Pro;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория / Компьютерный класс: 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); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 301б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- PTC Mathcad 13, 14;
- STDU viewer 1.6.375;
- Windows XP Pro;

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.

Согласована на портале № 80204

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 Общие сведения о сигналах (лекция)	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Аналоговые фильтры (лекция)	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Линейные дискретные системы (лекция)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Цифровые фильтры (лекция)	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Структуры линейных дискретных систем (лекция)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Дискретное преобразование Фурье (лекция)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 80204

7 Синтез КИХ-фильтров (лекция)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Синтез БИХ-фильтров (лекция)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Многоскоростные системы ЦОС (лекция)	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа	Темы лабораторных 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
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 № 80204

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. Как определяется Детерминированный сигнал? (а. Значение этого сигнала в любой момент времени определяется точно. б. В любой момент времени этот сигнал представляет собой случайную величину, которая принимает конкретное значение с некоторой вероятностью. в. В любой момент времени этот сигнал представляет собой не случайную величину, которая принимает конкретное значение с некоторой вероятностью. г. Значение этого сигнала нельзя определить точно в любой момент времени.)
2. Импульсная характеристика это: ? (а. Отклик на воздействие дельта-функции. б. Отклик на воздействие в виде функции Хевисайда. в. Отклик на воздействие в виде прямоугольного импульса. г. Передаточная функция.)
3. При обработке сигналов приходится увеличивать или уменьшать частоту дискретизации сигналов. Что производит функция передискретизации? (а. Повышает чистоту дискретизации в целое число раз. б. Изменение частоты дискретизации в произвольное число раз. в. Понижение частоты дискретизации в целое число раз. г. Повышение частоты дискретизации в произвольное число раз.)
4. Z-преобразование имеет свойства? (а. Нелинейность. б. Цикличность. в. Линейность, задержка, свёртка. г. Сопряжённость.)
5. Какие бывают формы дискретных фильтров? (а. Каноническая, транспонированная, последовательная, эллиптическая. б. Каноническая, балансная, параллельная, эллиптическая. в. Транспонированная, последовательная, параллельная, каскадная. г. Каноническая, транспонированная, последовательная, параллельная.)
6. Дискретное преобразование Фурье используется для? (а. Корреляционного анализа. б. Анализа предельных циклов. в. Спектрального анализа. г. Квантового анализа.)
7. Какое свойство не относится к дискретному преобразованию Фурье? (а. Линейность. б. Круговая свёртка. в. Задержка. г. Симметрия.)
8. Эффекты, связанные с конечной разрядностью представления чисел квантования в цифровых системах разделяются на категории. Какой из вариантов не относится к ним? (а. Шум квантования, возникает при аналого-цифровом преобразование. б. Искажение характеристик. в. Переполнение разрядной сетки. г. Округление промежуточных результатов вычисления.)
9. Случайные стационарные процессы, это случайные процессы у которых: (а. Статистические характеристики, которых одинаковы во всех временных сечениях. б.

Согласована на портале № 80204

Статистические характеристики, которых различны в зависимости от временных сечений. в. У которых, статистические характеристики стремятся к бесконечности. г. Статистические характеристик и, которых не могут принимать нулевые значения.)

10. Линейная система устойчива, если: (а. Если при нулевом сигнале выходной сигнал равен 1 при любых начальных условиях. б. Если при нулевом сигнале выходной сигнал возрастает при любых начальных условиях. в. Если при нулевом сигнале выходной сигнал затухает при любых начальных условиях. г. Если при нулевом сигнале выходной сигнал стремится к бесконечности при любых начальных условиях.)

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Дайте определение дискретного и цифрового сигналов. Как математически описывается дискретный сигнал?
2. Какие дискретные сигналы называют детерминированными? Назовите основные характеристики детерминированных дискретных сигналов.
3. Поясните, с какой целью и как вычисляются автокорреляционная и автоковариационная функции. Какими свойствами обладает АКФ?
4. Какие дискретные сигналы называют случайными? Назовите основные статистические характеристики случайных дискретных сигналов.
5. Дайте определение рекурсивных и нерекурсивных ЛДС. Поясните принципиальное отличие ИХ рекурсивных и нерекурсивных ЛДС.
6. Дайте определение передаточной функции. Запишите общий вид передаточной функции рекурсивной ЛДС. Запишите передаточную функцию нерекурсивной ЛДС
7. Что такое нули и полюсы ЛДС? Что такое карта нулей и полюсо.
8. Дайте определение устойчивости ЛДС. Как определить, является ли ЛДС устойчивой?
9. Дайте определения АЧХ и ФЧХ. Поясните связь частотной характеристики с передаточной функцией. Перечислите основные свойства АЧХ и ФЧХ.
10. Запишите формулы ДПФ. Чему равно разрешение по частоте при вычислении ДПФ?
11. Что такое БПФ? Каков порядок сложности алгоритмов ДПФ и БПФ Кули—Тьюки?
12. Назовите основные свойства ДПФ. Поясните смысл ДПФ для периодической последовательности.
13. Назовите основные свойства ДПФ. Поясните смысл ДПФ для конечной последовательности.
14. Дайте определение цифрового фильтра. Перечислите основные этапы проектирования цифрового фильтра.
15. Запишите передаточную функцию КИХ-фильтра. Дайте определение длины и порядка КИХ-фильтра.
16. Назовите основные особенности КИХ-фильтров. При каком условии КИХ-фильтр будет иметь строго линейную ФЧХ?
17. Назовите признаки, по которым различают четыре типа КИХ-фильтров с ЛФЧХ. Какие типы КИХ-фильтров с ЛФЧХ могут использоваться для синтеза фильтра методом окон?
18. Что входит в требования к АЧХ КИХ-фильтра? Назовите основные свойства АЧХ и ФЧХ.
19. Что отображает структура ЦФ и чем определяется ее вид? Назовите основные структуры КИХ-фильтров.
20. Дайте определение оптимального КИХ-фильтра. Запишите передаточную функцию КИХ-фильтра. Дайте определение длины и порядка КИХ-фильтра.
21. Дайте определение характеристики затухания. Что входит в требования к характеристике затухания.
22. Дайте определение порядка БИХ-фильтра. Как определить устойчивость БИХ-фильтра?
23. Запишите передаточную функцию и разностное уравнение БИХ-фильтра. Что входит в требования к характеристике затухания БИХ-фильтра?
24. Назовите четыре типа БИХ-фильтров и поясните вид их АЧХ. Что отображает структура ЦФ и чем определяется ее вид?

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Получение сигнала в LabView
2. Примеры спектрального анализа в LabView

Согласована на портале № 80204

3. Инструментарий проектирования цифровых фильтров в LabView
4. Многоскоростная обработка сигналов в LabView

9.2. Методические рекомендации

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 80204

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 № 80204

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 24 от « 8 » 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ПрЭ	В.И. Апасов	Разработано, 5f4068df-297a-465e-ad6d-accfbcbbbbdc

Согласована на портале № 80204