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.
«18» _____02_____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электронные приборы и устройства сбора, обработки и отображения информации**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1**
Семестр: **1, 2**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	1 семестр	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	8		8	часов
Практические занятия	2	2	4	часов
Лабораторные занятия		8	8	часов
Самостоятельная работа	62	51	113	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	2	
Контрольные работы	2	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65765

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью дисциплины 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.

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 № 65765

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 электробезопастност и 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 № 65765

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 изобретения	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	2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	22	10	12
Лекционные занятия	8	8	
Практические занятия	4	2	2
Лабораторные занятия	8		8
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	113	62	51
Подготовка к тестированию	60	50	10
Выполнение практического задания	21	12	9
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	6		6
Подготовка к контрольной работе	10		10
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8		8
Написание отчета по лабораторной работе	8		8
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость (в часах)	144	72	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	2	2

Согласована на портале № 65765

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1 семестр						
1 Общие сведения о сигналах (лекции)	1	-	-	10	11	ПК-1, ПК-2
2 Линейные стационарные системы	1	2	-	22	25	ПК-1, ПК-2
3 Аналоговые фильтры (лекции)	2	-	-	10	12	ПК-1, ПК-2
4 Линейные дискретные системы (лекции)	2	-	-	10	12	ПК-1, ПК-2
5 Цифровые фильтры (лекции)	2	-	-	10	12	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	8	2	0	62	72	
2 семестр						
6 Общие сведения о сигналах (лабораторная работа)	-	-	4	14	20	ПК-1, ПК-2
7 Линейные стационарные системы	-	-	-	4	4	ПК-1, ПК-2
8 Аналоговые фильтры (практика)	-	2	-	13	15	ПК-1, ПК-2
9 Линейные дискретные системы (лабораторная работа)	-	-	2	10	12	ПК-1, ПК-2
10 Цифровые фильтры (лабораторная работа)	-	-	2	10	12	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр	0	2	8	51	61	
Итого	8	4	8	113	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
1 семестр			

Согласована на портале № 65765

1 Общие сведения о сигналах (лекции)	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.	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
2 Линейные стационарные системы	Общие понятия. Дифференциальное уравнение линейной стационарной системы. Передаточная функция линейной стационарной системы. Частотная передаточная функция и частотные характеристики линейной стационарной системы. Условия неискаженной передачи сигнала линейной стационарной системой	1	ПК-1, ПК-2
	Итого	1	
3 Аналоговые фильтры (лекции)	Задача фильтрации. Базисные фильтры и их идеальные частотные характеристики. Задача аппроксимации. Типовые ФНЧ. Денормирование и трансформация фильтров.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Линейные дискретные системы (лекции)	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	
5 Цифровые фильтры (лекции)	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	
	Итого за семестр	8	
2 семестр			

Согласована на портале № 65765

6 Общие сведения о сигналах (лабораторная работа)	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.	-	ПК-1, ПК-2
	Итого	-	
7 Линейные стационарные системы	Общие понятия. Дифференциальное уравнение линейной стационарной системы. Передаточная функция линейной стационарной системы. Частотная передаточная функция и частотные характеристики линейной стационарной системы. Условия неискаженной передачи сигнала линейной стационарной системой.	-	ПК-1, ПК-2
	Итого	-	
8 Аналоговые фильтры (практика)	Задача фильтрации. Базисные фильтры и их идеальные частотные характеристики. Задача аппроксимации. Типовые ФНЧ. Денормирование и трансформация фильтров.	-	ПК-1, ПК-2
	Итого	-	
9 Линейные дискретные системы (лабораторная работа)	Понятие дискретной системы. Описание дискретной системы разностным уравнением. Передаточная функция дискретной системы. Частотная передаточная функция дискретной системы. Структурные схемы дискретной системы.	-	ПК-1, ПК-2
	Итого	-	
10 Цифровые фильтры (лабораторная работа)	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.	-	ПК-1, ПК-2
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

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

Согласована на портале № 65765

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1, ПК-2
Итого за семестр		2	
Итого		2	

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
2 семестр			
6 Общие сведения о сигналах (лабораторная работа)	Программирование в среде Matlab.	2	ПК-1, ПК-2
	Генерация и отображение дискретных сигналов в среде Matlab.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
9 Линейные дискретные системы (лабораторная работа)	Описание линейных дискретных систем.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
10 Цифровые фильтры (лабораторная работа)	Расчет цифровых фильтров.	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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
1 семестр			
2 Линейные стационарные системы	Расчет передаточных функций и частотных характеристик линейных стационарных систем	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
2 семестр			
8 Аналоговые фильтры (практика)	Расчет и реализация аналоговых фильтров	2	ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		4	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

Согласована на портале № 65765

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
1 семестр				
1 Общие сведения о сигналах (лекции)	Подготовка к тестированию	10	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
2 Линейные стационарные системы	Выполнение практического задания	12	ПК-1, ПК-2	Практическое задание
	Подготовка к тестированию	10	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	22		
3 Аналоговые фильтры (лекции)	Подготовка к тестированию	10	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
4 Линейные дискретные системы (лекции)	Подготовка к тестированию	10	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
5 Цифровые фильтры (лекции)	Подготовка к тестированию	10	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		62		
2 семестр				
6 Общие сведения о сигналах (лабораторная работа)	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	14		
7 Линейные стационарные системы	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 65765

8 Аналоговые фильтры (практика)	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Выполнение практического задания	9	ПК-1, ПК-2	Практическое задание
	Итого	13		
9 Линейные дискретные системы (лабораторная работа)	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
10 Цифровые фильтры (лабораторная работа)	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-1, ПК-2	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-1, ПК-2	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		51		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		122		

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.	

Согласована на портале № 65765

ПК-1	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ПК-2	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по лабораторной работе, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

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. — ISBN 978-5-8114-3491-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [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. — ISBN 5-94074-348-X. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1093.

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. — ISBN 978-5-907054-01-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [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. — ISBN 5-94074-342-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1090.

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Согласована на портале № 65765

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.

2. eLIBRARY.RU: крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования (https://www.elibrary.ru).

3. ЭБС «Лань»: электронно-библиотечная система издательства «Лань» (https://e.lanbook.com/). Доступ из личного кабинета студента.

4. ЭБС «Юрайт»: виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России (https://urait.ru/). Доступ из личного кабинета студента.

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 компьютерных сетей и промышленной автоматизации / Лаборатория (ГПО) / 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, 338 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (13 шт.);
- Стенды «Промышленная электроника» Деконт-182 (7 шт.);
- Комплект имитаторов сигналов(7 шт.);
- Коммутатор 3COM SuperStackSwitch 4226T;
- Коммутатор 3COM SuperStack-3 Switch 3226;
- Коммутационный шкаф с патч-панелями;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Вычислительная лаборатория: 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, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Согласована на портале № 65765

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

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 № 65765

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие сведения о сигналах (лекции)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Линейные стационарные системы	ПК-1, ПК-2	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Аналоговые фильтры (лекции)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Линейные дискретные системы (лекции)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Цифровые фильтры (лекции)	ПК-1, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Общие сведения о сигналах (лабораторная работа)	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		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
7 Линейные стационарные системы	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Аналоговые фильтры (практика)	ПК-1, ПК-2	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 65765

9 Линейные дискретные системы (лабораторная работа)	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		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
10 Цифровые фильтры (лабораторная работа)	ПК-1, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		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

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 № 65765

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. 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.

Согласована на портале № 65765

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. 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 полюсов?

Согласована на портале № 65765

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 КИХфильтра. 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 практических заданий

1. Рассчитать цифровую передаточную функцию заданной системы.
2. Построить частотные характеристики и оценить устойчивость дискретной системы.
3. Рассчитать фильтр Баттерворта пятого порядка с заданными начальными данными.
4. Рассчитать фильтр Чебышева пятого порядка с заданными начальными данными.
5. Исходя из заданных параметров сигнала выбрать вид и провести расчет аналогового фильтра.

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Какие разновидности М-файлов создаются в режиме программирования?
2. Как вывести листинг М-файла?
3. Что такое script-файл и как к нему обратиться в режиме прямых вычислений?
4. Что такое function-файл и как к нему обратиться в режиме прямых вычислений и в script-файле?
5. Каков формат описания function-файла?
6. Какие переменные function-файла называют формальными и фактическими? Дайте определение дискретного и цифрового сигналов.
7. Как математически описывается дискретный сигнал?
8. Какой тип данных используется по умолчанию при описании последовательностей в MATLAB?
9. Что такое период и частота дискретизации и как они связаны друг с другом?
10. Дайте определение дискретного нормированного времени.
11. Дайте определение нормированной частоты .
12. Какие дискретные сигналы называют детерминированными?
13. Назовите основные характеристики детерминированных дискретных сигналов.
14. Поясните, с какой целью и как вычисляются автокорреляционная и автоковариационная

Согласована на портале № 65765

функции.
15. Какими свойствами обладает АКФ?
16. Какие дискретные сигналы называют случайными? Дайте определение ИХ.
17. Запишите формулу свертки.
18. Поясните, как в формуле свертки учитываются ННУ.
19. Запишите РУ общего вида.
20. Поясните, как в РУ учитываются ННУ.
21. Дайте определение рекурсивных и нерекурсивных ЛДС.
22. Поясните принципиальное отличие ИХ рекурсивных и нерекурсивных ЛДС.
23. Приведите тождественные названия рекурсивных и нерекурсивных ЛДС.
24. Дайте определение передаточной функции.

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Что называют передаточной функцией системы?
   а. произведение изображений по Лапласу входного и выходного сигналов при нулевых начальных условиях;
   б. отношение изображения по Лапласу входного сигнала к изображению выходного при ненулевых начальных условиях;
   в. отношение изображения выходного воздействия к изображению входного при нулевых начальных условиях;
   г.отношение входного и выходного сигналов в текущий момент времени.
2. Что называют детерменированным сигналом?
   а. сигналы, значения которых в любой точке интервала их определения можно рассчитать заранее, имея математическую модель;
   б. сигналы, изменение которых во времени предсказать невозможно;
   в. сигналы естественного происхождения;
   г. усредненный сигнал, полученный из набора сигналов, снятых при неизменных условиях эксперимента.
3. Чему равна энергия сигнала?
   а. интегралу квадрата модуля его частотного спектра - сумме энергии его частотных составляющих.
   б. интегралу модуля его частотного спектра - сумме энергии его частотных составляющих.
   в. интегралу его частотного спектра.
   г. интегралу сигнала, на ограниченном отрезке его существования.
4. В чем заключается эффект Гиббса?
   а. особое поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки экстремума разлагаемой функции;
   б. особое поведение частичных сумм ряда Фурье в окрестности точки разрыва разлагаемой функции;
   в. пульсации сигнала на выходе системы при подаче входного сигнала в виде дельта-функции;
   г. пульсации сигнала на выходе системы при подаче входного сигнала в виде ступенчатого воздействия;
5. Что называется ансамблем реализации случайного сигнала при проведении исследования?
   а. Множество реализаций случайного процесса, полученные при неизменном условии эксперимента;
   б. Множество реализаций случайного процесса, полученные во всем диапазоне изменяемых параметров эксперимента;
   в. Множество реализаций случайного процесса, полученные при предельных значениях параметров эксперимента.
   г. Множество реализаций случайного процесса, полученные при различных условиях эксперимента;
6. Что называют имитационными моделями?
   а. модели, в которых используется стандартный математический язык;
   б. модели, в которых использован специальный язык моделирования или универсальный

Согласована на портале № 65765

язык программирования;

в. модели, которые отражают реальные структуры и процессы в исследуемых объектах;

г. модели, которые строятся на основе изучения реакций объекта на изменение условий окружающей среды. При этом теория работы объекта не рассматривается, сам объект представляет собой так называемый «черный ящик», а модель – некоторую интерполяционную зависимость.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Программирование в среде Matlab.
2. Генерация и отображение дискретных сигналов в среде Matlab.
3. Описание линейных дискретных систем.
4. Расчет цифровых фильтров.

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 9.2.

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)

Согласована на портале № 65765

С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– 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 № 65765

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 15 от «28» 10 2021 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	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

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:

Старший преподаватель, каф. ПрЭ	Д.С. Торгаева	Разработано, 8d2cffda-54ff-4ba8-8b9f-96ee7880d320

Согласована на портале № 65765