МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦЕЛОСТНОСТЬ СИГНАЛА И ПИТАНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия наземных и космических систем связи, локации и навигации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Зачет с оценкой	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 82952

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение знаний в области обеспечения целостности сигнала и питания.

1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление обучающихся с теоретическими основами обеспечения целостности сигнала и питания.
2. Выполнение расчета и моделирования для обеспечения целостности сигнала и питания.
3. Получение практических навыков использования способов обеспечения целостности сигнала и питания.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.01.02.03.
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		
ПК-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением САПР и пакетов прикладных программ, в том числе с учётом требований к информационной безопасности	ПК-2.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов в области обеспечения целостности сигнала и питания
	ПК-2.2. Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов	Умеет проводить расчеты характеристик антенных систем и СВЧ-устройств с учетом обеспечения целостности сигнала и питания
	ПК-2.3. Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ с учетом обеспечения целостности сигнала и питания

Согласована на портале № 82952

ПК-3. Способен осуществлять проектирование конструкций радиоэлектронных устройств с применением САПР и пакетов прикладных программ	ПК-3.1. Знает принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств	Знает принципы проектирования конструкций радиоэлектронных средств с учетом обеспечения целостности сигнала и питания
	ПК-3.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации	Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации с учетом обеспечения целостности сигнала и питания
	ПК-3.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами	Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами по электромагнитной совместимости
ПК-6. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов, в том числе с использованием пакетов прикладных программ	ПК-6.1. Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах	Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах области обеспечения целостности сигнала и питания с использованием пакетов прикладных программ
	ПК-6.2. Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов	Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов учетом обеспечения целостности сигнала и питания
	ПК-6.3. Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ	Владеет современными программными средствами моделирования, проектирования и конструирования объектов профессиональной деятельности в области обеспечения целостности сигнала и питания

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 3 зачетных единиц, 108 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
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 зачету с оценкой	18	18
Подготовка к тестированию	22	22
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16

Согласована на портале № 82952

Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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
7 семестр						
1 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат	2	2	-	4	8	ПК-2, ПК-3, ПК-6
2 Параметры линий передачи	2	2	4	8	16	ПК-2, ПК-3, ПК-6
3 Паразитные параметры печатных узлов	2	2	-	4	8	ПК-2, ПК-3
4 Отражения в межсоединениях печатных плат	2	2	4	8	16	ПК-2, ПК-3, ПК-6
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	2	2	4	10	18	ПК-2, ПК-3, ПК-6
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	2	2	4	10	18	ПК-2, ПК-3, ПК-6
7 Методика анализа целостности сигнала	2	2	-	4	8	ПК-2, ПК-3, ПК-6
8 Дифференциальная передача сигнала	2	2	-	4	8	ПК-2, ПК-3, ПК-6
9 Проектирование высокоскоростных печатных плат	2	2	-	4	8	ПК-2, ПК-3, ПК-6
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
7 семестр			
1 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат	Целостность сигналов и питания, как задача обеспечения электромагнитной совместимости. Конструкции печатных плат. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях печатных плат и способы их уменьшения.	2	ПК-3, ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 82952

2 Параметры линий передачи	Эквивалентная схема элементарного участка линии передачи. Телеграфные уравнения. Первичные и вторичные параметры линий передачи. Типы линий передачи. Требования, предъявляемые к линиям передачи	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Паразитные параметры печатных узлов	Паразитные емкости и индуктивности. Причины появления паразитных параметров. Компоновка печатных плат с целью уменьшения паразитных параметров	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	
4 Отражения в межсоединениях печатных плат	Падающие и отраженные волны в линии передачи. Волновое сопротивление. Коэффициент отражения. Диаграмма координата-время. Причины возникновения отражений в линиях передачи и способы их минимизации для обеспечения целостности сигнала и питания	2	ПК-2, ПК-6
	Итого	2	
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	Базовые знания об S- и T- параметрах.	2	ПК-6
	Итого	2	
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	Перекрестные наводки в межсоединениях печатных плат. Механизм связи активной и пассивной линий. Перекрестные помехи на ближнем и дальнем концах пассивной линии. Рекомендации по минимизации перекрестных помех	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
7 Методика анализа целостности сигнала	Джиттер. Схема построения глазковых диаграмм. Анализ сигнала с помощью глазковых диаграмм.	2	ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
8 Дифференциальная передача сигнала	Основы дифференциальной передачи сигналов. Конструкция дифференциальной пары. Рекомендации по проектированию дифференциальной пары. Схемы согласования.	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 82952

9 Проектирование высокоскоростных печатных плат	Особенности разработки топологии системы питания и заземления в печатных платах. Конструкторские рекомендации по обеспечению целостности сигнала и питания.	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	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
7 семестр			
1 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат	Анализ конструкций печатных плат	2	ПК-2, ПК-6
	Итого	2	
2 Параметры линий передачи	Вычисление параметров линии передачи	2	ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
3 Паразитные параметры печатных узлов	Анализ неидеального поведения компонентов	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Отражения в межсоединениях печатных плат	Расчет параметров сигнала с помощью диаграммы координата-время	2	ПК-2, ПК-3
	Итого	2	
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	Деэмбединг с помощью Т-параметров	2	ПК-3
	Итого	2	
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	Расчет уровней перекрестных помех в межсоединениях печатных плат	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
7 Методика анализа целостности сигнала	Анализ глазковых диаграмм	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
8 Дифференциальная передача сигнала	Расчет цепей согласования дифференциальной линии передачи	2	ПК-6
	Итого	2	
9 Проектирование высокоскоростных печатных плат	Определение ошибок при трассировке печатной платы	2	ПК-3, ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 82952

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
7 семестр			
2 Параметры линий передачи	Расчет погонных параметров полосковой и микрополосковой линий передачи	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	4	
4 Отражения в межсоединениях печатных плат	Формирование амплитуд напряжения и рефлектометрия	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	4	
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	Исследование характеристик высокочастотных цепей с использованием S-параметров	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	Итого	4	
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	Исследование перекрёстных помех в линии передачи с использованием векторного анализатора цепей	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6
	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
7 семестр				
1 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
2 Параметры линий передачи	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	8		

Согласована на портале № 82952

3 Паразитные параметры печатных узлов	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
4 Отражения в межсоединениях печатных плат	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	8		
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	10		
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Лабораторная работа
	Итого	10		
7 Методика анализа целостности сигнала	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
8 Дифференциальная передача сигнала	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
9 Проектирование высокоскоростных печатных плат	Подготовка к зачету с оценкой	2	ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3, ПК-6	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 82952

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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-2	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-3	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование
ПК-6	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Зачёт с оценкой	5	10	10	25
Лабораторная работа	20	20	20	60
Тестирование	5	5	5	15
Итого максимум за период	30	35	35	100
Нарастающим итогом	30	65	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)

Согласована на портале № 82952

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. Электромагнитная совместимость: преднамеренные силовые электромагнитные воздействия: Учебное пособие / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов, С. П. Куксенко - 2018. 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8163.
2. Основы электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Т. Р. Газизов - 2022. 138 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10461.
3. Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : Учебное пособие для вузов / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов, Р. Ю. Курносов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 252 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/181532.

7.2. Дополнительная литература

1. Браун, М. Электрические цепи и электротехнические устройства. Диагностика неисправностей : учебное пособие / М. Браун, Д. Раутани, Д. Пэтил. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 327 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/61008.
2. Заболоцкий, Александр Михайлович. Временной отклик многопроводных линий передачи. - Томск : Томский государственный университет , 2007. - 152[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Целостность сигнала и питания: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / Е. Б. Черникова, В. П. Костелецкий - 2025. 60 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11179.

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

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

Согласована на портале № 82952

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

Учебно-вычислительная лаборатория: 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows;
- Qucs;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебно-вычислительная лаборатория: 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; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 337б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows;
- Qucs;

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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 82952

- 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

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Параметры линий передачи	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Паразитные параметры печатных узлов	ПК-2, ПК-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 82952

4 Отражения в межсоединениях печатных плат	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Волновые матрицы рассеяния и передачи	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Методика анализа целостности сигнала	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Дифференциальная передача сигнала	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Проектирование высокоскоростных печатных плат	ПК-2, ПК-3, ПК-6	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 82952

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 можно снизить уровень перекрёстных помех?
   а) Увеличением длины линий
   б) Увеличением расстояния между линиями
   в) Использованием асимметричных пар
   г) Снижением напряжения
2. Что такое волновое сопротивление линии передачи?
   а) Соотношение длины к ширине проводника
   б) Сопротивление, встречаемое волной при распространении вдоль линии
   в) Величина диэлектрической проницаемости
   г) Значение относительной проводимости
3. Что такое S-параметры?
   а) Параметры, описывающие импеданс источников
   б) Математический аппарат для анализа радиоэлектронных устройств
   в) Характеристика мощности источника сигнала
   г) Коэффициенты усиления фильтров

Согласована на портале № 82952

4. Для чего используются глазковые диаграммы?
   а) Для анализа механических свойств кабелей
   б) Для визуализации и анализа качества передачи цифрового сигнала
   в) Для измерения мощности передатчиков
   г) Для расчёта длины линии передачи
5. Что помогает минимизировать импеданс системы питания?
   а) Использование сетчатых полигонов
   б) Увеличение толщины диэлектрического слоя
   в) Применение длинных дорожек в цепях электропитания
   г) Увеличение диэлектрической проницаемости
6. Как можно определить амплитуду отражённого сигнала?
   а) Умножив коэффициент отражения на амплитуду падающего сигнала
   б) Умножив внутреннее сопротивление генератора на ток линии передачи
   в) Используя отношение длины линии к скорости сигнала
   г) Рассчитав произведение волнового сопротивления линии на напряжение генератора
7. Какой стандарт дифференциальной передачи используется в промышленных сетях?
   а) HDMI
   б) RS-485
   в) SATA
   г) USB
8. Какой механизм лежит в основе теплового шума?
   а) Тепловые колебания электронов
   б) Неправильное распределение тока
   в) Магнитное взаимодействие линий
   г) Увеличение длины проводника
9. Чем определяется электрическая длина линии?
   а) Физической длиной линии передачи
   б) Скоростью распространения сигнала в линии
   в) Соотношением физической длины и длины волны сигнала
   г) Углом фазового сдвига, соответствующим физической длине линии
10. Какие линии наиболее подвержены перекрёстным помехам?
    а) Линии с высокой скоростью передачи данных
    б) Линии с низким импедансом
    в) Экранированные линии
    г) Линии с постоянным током
11. Какое значение принимается за стандартный импеданс?
    а) 10 Ом
    б) 50 Ом
    в) 65 Ом
    г) 150 Ом
12. Какой параметр ограничивает частотный диапазон работы реальной индуктивности?
    а) Длина выводов
    б) Резонансная частота
    в) Температура сердечника
    г) Магнитная проницаемость
13. Какой тип линии передачи чаще всего используется в современной электронике?
    а) Полосковая линия
    б) Микрополосковая линия
    в) Независимые проводники
    г) Кабельные сборки
14. Что происходит с сигналом при наличии разветвлений?
    а) Возникает режим бегущих волн
    б) Возникают стоячие волны
    в) Уменьшается задержка
    г) Сигнал поглощается
15. Что показывает высота «глаза» на глазковой диаграмме?
    а) Горизонтальное дрожание сигнала

Согласована на портале № 82952

б) Амплитудный запас для правильного обнаружения логических уровней
в) Полосу пропускания линии передачи
г) Временной джиттер сигнала

16. Что снижает влияние скин-эффекта?
а) Уменьшение частоты сигнала
б) Уменьшение длины проводника
в) Увеличение длины волны сигнала
г) Использование низкопроводящих материалов

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Конструкции печатных плат. Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат.
2. Линии передачи в печатном монтаже.
3. Паразитные параметры печатных узлов. Неидеальное поведение компонентов.
4. Отражения в межсоединениях печатных плат.
5. Базовые знания об S- и T- параметрах.
6. Перекрестные помех в связанных линиях передачи.
7. Основы дифференциальной передачи сигналов и схемы согласования в дифференциальных интерфейсах.
8. Анализ сигнала с помощью глазковой диаграммы.
9. Проектирование высокоскоростных печатных плат.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Расчет погонных параметров полосковой и микрополосковой линий передачи
2. Формирование амплитуд напряжения и рефлектометрия
3. Исследование характеристик высокочастотных цепей с использованием S-параметров
4. Исследование перекрёстных помех в линии передачи с использованием векторного анализатора цепей

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.

Согласована на портале № 82952

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 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 № 82952

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР
протокол № 6 от «14» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. СВЧиКР	А.С. Перин	Согласовано, a0f1668d-d020-4ff4-9a8a-4ff4e15b36fe

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. СВЧиКР	Е.Б. Черникова	Разработано, 40d310a8-926e-409e-9809-0655f6021c79
Доцент, каф. СВЧиКР	В.П. Костелецкий	Разработано, fd9585c1-8638-4147-85b5-0fb2b58a8a56

Согласована на портале № 82952