МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЭС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	36	36	часов
Самостоятельная работа	126	126	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 64340

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Создать представления у магистрантов о структуре радиотехнических САПР, принципах работы и проблемах основных подсистем, а также направлениях их развития.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение структуры систем компьютерного проектирования РЭС и проблем современных радиотехнических САПР.
2. Изучение проблем качества моделей для современных САПР.
3. Изучение особенностей расчета некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.02.02.
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		
ПКР-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов	ПКР-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок.	Знает основные этапы анализа и синтеза РЭС - от системного моделирования до экспериментальных измерений.
	ПКР-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований.	Умеет обеспечить вложенность различных уровней анализа и синтеза РЭС - системного уровня, уровня принципиальных схем и т.д.
	ПКР-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования.	Владеет навыками выбора алгоритмов анализа РЭС и методов измерения их характеристик.

Согласована на портале № 64340

ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	ПКР-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем.	Знает модели элементов РЭС, также различные алгоритмы расчета сигналов в РЭС.
	ПКР-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем.	Умеет определять цели синтеза структуры и параметров РЭС, умеет настраивать и использовать алгоритмы анализа сигналов в РЭС.
	ПКР-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники.	Владеет основным математическим инструментарием моделирования и расчета характеристик РЭС.
ПКР-3. Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования	ПКР-3.1. Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач.	Знает методы расчет нелинейно-инерционных радиотехнических цепей методом переходных процессов и методом гармонического баланса.
	ПКР-3.2. Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования.	Умеет использовать алгоритмы расчета радиотехнических цепей в основных современных САПР.
	ПКР-3.3. Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем.	Владеет навыками проектирования радиотехнических систем на системном уровне.

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 5 зачетных единиц, 180 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
		2 семестр

Согласована на портале № 64340

Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	54	54
Лекционные занятия	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	126	126
Подготовка к зачету с оценкой	9	9
Подготовка к контрольной работе	70	70
Подготовка к тестированию	9	9
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	26	26
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр					
1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС	2	-	9	11	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	2	-	16	18	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	2	24	22	48	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	2	-	9	11	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	2	12	22	36	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	2	-	18	20	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	2	-	10	12	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов	2	-	10	12	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта	2	-	10	12	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
Итого за семестр	18	36	126	180	
Итого	18	36	126	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

Согласована на портале № 64340

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
2 семестр			
1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС	Структура CAD-систем. Влияние сложности несущих сигналов на погрешность моделирования Трудности алгоритмизации автоматического структурного синтеза схем	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	Линейные и нелинейные модели. Нелинейность в радиотехнике. Универсальная модель нелинейно-инерционных систем. Разделение инерции и нелинейности. Рекурсивные нелинейно-инерционные модели. Квазистатические и неквазистатические нелинейные модели. Модели полигармонических искажений. Модели на основе ряда Вольтерра. Эквивалентные схемы основных нелинейных элементов	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Расчет линейных цепей. Расчет нелинейных цепей на постоянном токе. Расчет нелинейно-инерционных цепей с рекурсией и без, с итерациями и без. Проблемы сходимости расчете нелинейных цепей. Метод гармонического баланса.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	Определение чувствительности. Связь допуска на характеристики цепи с чувствительностью цепи. Анализ чувствительности в AWR Design Environment	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Телеграфные уравнения и расчет цепей в приближении Т-волны. Однопроводная линия передачи и системы ее параметров. Соотношение свойств индуктивности, емкости и линии передачи. Однопроводная линия передачи с потерями и ее свойства. Переход от геометрических параметров к электрическим и обратно. Многопроводные линии передачи. Интерпретация электромагнитной связи между линиями.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 64340

6 Электротепловой расчет элементов и цепей	Температурная зависимость характеристик основных элементов. Электротепловые аналогии. Термодинамическая нелинейная модель транзистора.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	Классификация подходов к автоматизированному структурному синтезу цепей. Иерархический и декомпозиционный принципы в структурном синтезе. Структурная оптимизация. Генетические алгоритмы. Синтез линейных четырехполюсников с учетом свойств взаимности, реактивности и симметричности. Мастера автоматизированного синтеза в AWR Design Environment.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов	Задание целей оптимизации, варьируемых параметров и граничных условий. Одно- и многокритериальная оптимизация. Основные оптимизационные алгоритмы.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта	Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Интеграция измерительных систем с системами моделирования. Новые возможности оптимизации проектируемых РЭС в системах с встраиванием реального объекта.	2	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

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			

Согласована на портале № 64340

3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Расчет линейной цепи рекурсивным методом во временной области.	12	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Расчет переходных процессов в нелинейно-инерционной цепи методом рекурсии во временной области.	12	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3
	Итого	24	
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Структурный и параметрический синтез фильтра на линиях передачи методом прототипа на сосредоточенных элементах	12	ПКР-1, ПКР-2
	Итого	12	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

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
2 семестр				
1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	7	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	9		
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	16		

Согласована на портале № 64340

3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Лабораторная работа
	Итого	22		
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	7	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	9		
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПКР-1, ПКР-2	Лабораторная работа
	Итого	22		
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Задачи и упражнения
	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	18		

Согласована на портале № 64340

7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта	Подготовка к зачету с оценкой	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой
	Подготовка к контрольной работе	8	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Тестирование
	Итого	10		
Итого за семестр		126		
Итого		126		

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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения
ПКР-2	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения
ПКР-3	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения

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 № 64340

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
2 семестр				
Зачёт с оценкой	0	0	0	0
Контрольная работа	10	10	10	30
Лабораторная работа	10	10	19	39
Тестирование	0	0	1	1
Задачи и упражнения	10	10	10	30
Итого максимум за период	30	30	40	100
Нарастающим итогом	30	60	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)
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. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.

2. Гришаев, Ю. Н. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС : учебное пособие / Ю. Н. Гришаев. — Рязань : РГРТУ, 2015. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168338.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 64340

1. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

2. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. — ISBN 978-5-9912-0449-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111111.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / В. И. Тисленко - 2016. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547.

2. Компьютерное проектирование и моделирование систем связи: Сборник компьютерных лабораторных работ и практических занятий / А. М. Голиков - 2018. 218 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9159.

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 лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;

Согласована на портале № 64340

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

8.3. 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, 201 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.

8.4. 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

Согласована на портале № 64340

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 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

Согласована на портале № 64340

4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 64340

9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта	ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
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.

Согласована на портале № 64340

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. В радиотехнике определяют линейность как соответствие соотношению y = a x. Как понимаются обозначения в этом соотношении:
   а) y, x - вектора или функции, a - число;
   б) y, x, a - числа;
   в) y, x, a - вектора или функции;
   г) y, x - вектора, a - матрица.
2. Какая модель при фиксированном порядке будет давать лучшее приближение к свойствам реальных нелинейно-инерционных цепей?
   а) нелинейный трансверсальный фильтр;
   б) линейный трансверсальный фильтр;
   в) линейный рекурсивный фильтр;
   г) нелинейный рекурсивный фильтр.
3. Полупроводниковый диод моделируется в общем случае...
   а) последовательно соединенными линейными сопротивлением и емкостью;
   б) параллельно соединенными нелинейными сопротивлением и емкостью;
   в) последовательно соединенными нелинейными сопротивлением и емкостью;
   г) параллельно соединенными линейными сопротивлением и емкостью.
4. При расчете электрической цепи методом переходных процессов описывающие ее дифференциальные уравнения разрешаются при помощи...
   а) рекурсии;
   б) итерационного метода;
   в) интегрирования.
5. Как определяется чувствительность электрической цепи?
   а) как отношение относительного изменения параметра цепи к относительному изменению параметра элемента;
   б) как отношение относительного изменения параметра элемента к относительному изменению параметра цепи;
   в) как отношение абсолютного изменения параметра цепи к абсолютному изменению параметра элемента;
   г) как отношение абсолютного изменения параметра элемента к абсолютному изменению параметра цепи.
6. Отметьте все цепи, которые проявляют высокую чувствительность к отклонениям параметров элементов.
   а) цепи с положительной обратной связью;
   б) цепи с отрицательной обратной связью;
   в) цепи с высокой добротностью;
   г) цепи с высоким значением тангенса потерь;
   д) фазовращатели;
   е) аттенюаторы.
7. Из полубесконечной линии сопротивлением 50 Ом проникает импульс в подключенную к ней линию сопротивлением 75 Ом. Что произойдет с этим импульсом?
   а) изменится только амплитуда импульса;
   б) амплитуда импульса увеличится и фронт импульса стане более пологим;

Согласована на портале № 64340

в) амплитуда импульса уменьшится и фронт импульса стане более пологим.

8. Как определяется задержка распространения сигнала в линии передачи?
   а) как корень квадратный из произведения полной емкости линии на полную индуктивность линии;
   б) как корень квадратный из произведения погонной емкости линии на погонную индуктивность линии;
   в) как корень квадратный из отношения емкости к индуктивности;
   г) как корень квадратный из отношения индуктивности к емкости.
9. Если задать стабильный ток через p-n-переход, то при увеличении температуры напряжение на переходе...
   а) увеличится;
   б) уменьшится;
   в) не изменится.
10. В рамках метода электротепловых аналогий тепловой мощности соответствует...
    а) электрическая мощность;
    б) электрический ток;
    в) электрическое напряжение;
    г) электрический заряд;
    д) энергия электрического тока.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Структура и основные проблемы современных САПР.
2. Определение, классификация и свойства моделей вообще.
3. Поведенческие линейные модели узлов в целом.
4. Поведенческие нелинейные модели узлов в целом для гармонических воздействий.
5. Нелинейные модели четырехполюсников с учетом зависимости их параметров от сопротивлений источника сигнала и нагрузки (load-pull).
6. Нелинейные модели на основе ряда Вольтерра.
7. Нелинейные модели электрорадиоэлементов в виде эквивалентных схем.
8. Проблемы сходимости при расчете нелинейных безынерционных цепей.
9. Проблемы сходимости при расчете нелинейно-инерционных цепей.
10. Проблемы сходимости за счет разрывного характера сигналов.
11. Приемы улучшения сходимости при симуляции нелинейных цепей.
12. Чувствительность электрической цепи. Связь допуска на характеристики цепи с чувствительностью цепи.
13. Простейший анализ чувствительности в САПР AWR Design Environment: что необходимо задать и как отображаются результаты.
14. Обнаружение неприемлемых значений параметров цепи: что необходимо задать и как отображаются результаты.
15. Оптимизация по чувствительности.
16. Примеры цепей и характеристик цепей, наиболее чувствительных к отклонению номиналов элементов.
17. Цепи с распределенными параметрами, их классификация и подходы к расчету.
18. Анализ однопроводной линии передачи без потерь.
19. Системы параметров однопроводной линии передачи без потерь.
20. Соотношение свойств катушки индуктивности, конденсатора и линии передачи.
21. Анализ отрезка однопроводной линии передачи с потерями и частотной дисперсией скорости волны.
22. Сведение задачи расчета погонных параметров к задаче расчета емкости.
23. Расчет погонной емкости сложных структур. Уравнение Лапласа.
24. Многопроводные линии передачи, их первичные параметры (емкость, индуктивность) и интерпретация электромагнитной связи.
25. Классификация связанных линий по соотношению скоростей нормальных волн.
26. Анализ связанных линий методом перехода к нормальным волнам.
27. Значение температурного анализа при расчете характеристик электрических цепей.
28. Температурная зависимость характеристик основных элементов (транзисторы, резисторы, конденсаторы).

Согласована на портале № 64340

29. Электротепловые аналогии. Тепловое сопротивление. Расчет температуры элементов при известном их тепловом сопротивлении.
30. Классификация методов структурного синтеза.
31. Экспертные системы структурного синтеза цепей.
32. Иерархический и декомпозиционный принципы в структурном синтезе. Структурная оптимизация.
33. Генетические алгоритмы.
34. Общие подходы к синтезу линейных электрических цепей.
35. Переход от комплексной матрицы четырехполюсника к единственной вещественной функции при синтезе.
36. Сущность расчетно-экспериментального метода проектирования и причины его преимуществ.
37. Интегрированные системы проектирования и измерений при покаскадной отработке сложных систем.
38. Программная интеграция систем моделирования и измерений.
39. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования.

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Перечень проблем современных систем компьютерного проектирования.
2. Основные системные свойства моделей.
3. Линейность в математике и радиотехнике.
4. Линейные модели двухполюсных элементов и четырехполюсных элементов на уровне структурных схем.
5. Разделение линейного и нелинейного преобразований в нелинейно-инерционных моделях.
6. Универсальная модель нелинейно-инерционных систем.
7. Модель диода с точки зрения теории расщепления сигналов.
8. Нелинейно-инерционная модель конденсатора с точки зрения теории расщепления сигналов.
9. Нелинейно-инерционная модель «черный ящик» для импульсных воздействий.
10. Квазистатические и неквазистатические нелинейно-инерционные модели.

9.1.4. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Расчет параметров модели ВАХ или ВФХ диода по таблице результатов измерений.
2. Расчет нелинейной цепи по постоянному току.
3. Расчет переходного процесса в нелинейно-инерционной цепи.
4. Расчет чувствительности электрической цепи.
5. Расчет характеристик одиночной линии передачи.
6. Расчет теплового импеданса полупроводникового элемента.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Расчет линейной цепи рекурсивным методом во временной области.
2. Расчет переходных процессов в нелинейно-инерционной цепи методом рекурсии во временной области.
3. Структурный и параметрический синтез фильтра на линиях передачи методом прототипа на сосредоточенных элементах

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.

Согласована на портале № 64340

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

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

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

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

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

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

– 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

Согласована на портале № 64340

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 № 64340

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «18» 12 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	С.Н. Шарангович	Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РСС	Э.В. Семенов	Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d

Согласована на портале № 64340