

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы компьютерного проектирования РЭС**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**  
 Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**  
 Направленность (профиль) / специализация: **Системы и устройства передачи, приема и обработки сигналов**  
 Форма обучения: **очная**  
 Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**  
 Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**  
 Курс: **2**  
 Семестр: **3**  
 Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	30	30	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8	часов
5	Всего аудиторных занятий	70	70	часов
6	Самостоятельная работа	74	74	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е.

Курсовой проект / курсовая работа: 3 семестр  
 Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Доцент каф. РСС \_\_\_\_\_ С. А. Артищев

Заведующий обеспечивающей каф.  
РСС

\_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
РСС

\_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Эксперты:

Профессор кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)

\_\_\_\_\_ Э. В. Семенов

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Зеленецкая

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов знаний и навыков, необходимых для проектирования различных радиоэлектронных средств (РЭС) с применением компьютерных систем автоматизированного проектирования (САПР), а также интегрированных систем моделирования и измерений (Hardware in the Loop).

### 1.2. Задачи дисциплины

- Обзор основных разновидностей моделей элементов РЭС;
- Ознакомление со способами коррекции моделей элементов РЭС для решения проблемы возможности их применения в частных задачах;
- Изучение методов синтеза и оптимизации электрических цепей и структур;
- Знакомство с основными разновидностями САПР и интегрированными системами моделирования и измерений;
- Разработка методических указаний по анализу чувствительности параметров схемы РЭС

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы компьютерного проектирования РЭС» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Автоматизированное проектирование антенных систем, Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем, Микроволновая техника, Проектирование элементов и устройств радиосвязи, Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств, Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;
- ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- ПК-19 способностью разрабатывать учебно-методические материалы для обучающихся по отдельным видам учебных занятий;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные функции и возможности, доступные в САПР AWR Design Environment для решения научных и проектных задач в области радиоэлектроники;
- **уметь** выбирать методы и средства для выполнения моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров
- **владеть** навыками проведения аналитического обзора и навыками работы с типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	70	70

Лекции	30	30
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	16	16
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	8	8
Самостоятельная работа (всего)	74	74
Подготовка к контрольным работам	12	12
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	24	24
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр							
1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС	4	4	4	8	4	16	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	4	0	4		4	12	ОПК-1, ПК-2
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	4	4	0		4	12	ОПК-1, ПК-2
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	2	4	0		12	18	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	4	0	4		20	28	ОПК-1, ПК-2
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	4	0	0		5	9	ОПК-1, ПК-2
7 Синтез и оптимизация цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	4	4	0		23	31	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
8 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL))	4	0	4		2	10	ОПК-1, ПК-2

Итого за семестр	30	16	16	8	74	144	
Итого	30	16	16	8	74	144	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>3 семестр</b>			
1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС	Структура САД-систем Влияние сложности несущих сигналов на погрешность моделирования Трудности алгоритмизации автоматического структурного синтеза схем	4	ОПК-1
	Итого	4	
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	Обзор основных видов моделей элементов РЭС. Классификация моделей. Свойства моделей. Аналитические модели. Модели в виде эквивалентных схем. Табличные модели.	4	ОПК-1
	Итого	4	
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Симуляция линейных цепей. Симуляция нелинейных цепей методом решения нелинейных дифференциальных уравнений во временной области (SPICE). Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса. Симуляция волновых процессов в электрических цепях. Квази-Т волны. Метод сеток. Метод моментов.	4	ОПК-1
	Итого	4	
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	Чувствительность функций цепи к вариациям внутренних параметров РЭС. Многопараметрическая чувствительность. Расчет чувствительности на ЭВМ. Применение метода присоединенной системы уравнений для расчета чувствительности. Статистический анализ и расчет наихудшего случая	2	ОПК-1, ПК-2
	Итого	2	
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Двухпроводная линия передачи электрической энергии как пример цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры и дифференциальные уравнения однородной двухпроводной линии. Вторичные параметры: волновое сопротивление, коэффициенты распространения. Фазовая скорость и длина волны. Входное сопротивление линии. Коэффициент отражения. Частные режимы: линия постоянного тока, линия с согласованной нагрузкой, линия без искажений, линия без потерь. Стоячие волны в линии без потерь. Коэффициенты бегущей и стоячей волн. Примеры практических	4	ОПК-1

	при-менений отрезков линий.		
	Итого	4	
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	Обеспечение тепловых режимов РЭС. Основные виды теплообмена. Тепловое излучение. Теплопроводность. Электротепловая аналогия и расчёт тепловых схем. Конвекция. Степень черноты тела. Понятие нагретой зоны. Оценка теплового режима РЭС коэффициентным способом	4	ОПК-1
	Итого	4	
7 Синтез и оптимизация цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	Параметрический и структурный синтез электрических цепей. САПР, обеспечивающие такие виды синтеза. Параметрический синтез (оптимизация): выбор варьируемых параметров, целевых функций и граничных условий. Структурный синтез (автоматизированный синтез схем).	4	ОПК-1
	Итого	4	
8 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL))	Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования (Hardware in the Loop (HIL)). Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Гибкие измерительные платформы на базе интерфейса PXI и пакета программ LabVIEW. Интеграция измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE). Новые возможности оптимизации проектируемых РЭС в HIL-системах.	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		30	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Автоматизированное проектирование антенных систем		+	+	+				+
2 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем					+			
3 Микроволновая техника				+	+		+	
4 Проектирование элементов и устройств радиосвязи	+	+	+				+	+
5 Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств			+					+

6 Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов						+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к защите и процедуру защиты		+		+		+	+	+

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по практическому занятию
ПК-2	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Отчет по практическому занятию

ПК-19		+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов / курсовых работ, Расчетная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест, Отчет по практическому занятию
-------	--	---	---	---	---	---

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС	Построение и анализ фильтра низких частот	4	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	4	
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	Определение погонных параметров микрополосковой линии передачи	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Автоматизированное проектирование линии передачи в AWR Design Environment	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
8 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL))	Применение интегрированных систем моделирования (AWRDE) и измерения (LabVIEW)	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>3 семестр</b>			
1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС	Знакомство с интерфейсом и основными возможностями систем проектирования AWRDE и LabVIEW.	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	Анализ чувствительности АЧХ полосового фильтра на сосредоточенных элементах от их номиналов. Подготовить подробное описание (методические указания) по построению схемы фильтра и проведению анализа чувствительности.	4	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
	Итого	4	
7 Синтез и оптимизация цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	Синтез и оптимизация полосового фильтра-Контрольная работа по разделам 1 и 2.	4	ОПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>3 семестр</b>				
1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ПК-2	Тест, Экзамен
	Итого	4		
2 Проблемы качества моделей для современных САПР	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ПК-2	Тест, Экзамен
	Итого	4		

3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости	Проработка лекционного материала	4	ОПК-1, ПК-2	Тест, Экзамен
	Итого	4		
4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ПК-19, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-1, ПК-2	Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	20		
6 Электротепловой расчет элементов и цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-1, ПК-2	Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	5		
7 Синтез и оптимизация цепей. Проблемы структурного синтеза цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-1, ПК-2, ПК-19	Контрольная работа, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Подготовка к контрольным работам	12		
	Итого	23		
8 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL))	Проработка лекционного материала	2	ОПК-1	Конспект самоподготовки
	Итого	2		
Итого за семестр		74		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		110		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр		
Составление технического задания на курсовое проектирование. Проведение аналитического обзора по теме проекта	2	ОПК-1, ПК-19, ПК-2
Расчет и проектирование топологии фильтра	2	
Создание модели фильтра в среде AWR DE.	2	
Выполнение электродинамического расчета полоскового фильтра (анализ распределения плотности тока и напряженности электрического поля). Защита работы	2	
Итого за семестр	8	

### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- Проектирование системы передачи сигнала
- Проектирование фильтра на связанных линиях

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	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
3 семестр				
Защита курсовых проектов / курсовых работ			10	10
Контрольная работа	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Расчетная работа	10	10		20
Тест			5	5
Итого максимум за период	15	25	30	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	15	40	70	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
$\geq 90\%$ от максимальной суммы баллов на дату КТ	5

От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	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)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Кологривов В. А. – 2012. 120 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/1390> (дата обращения: 16.07.2018).

2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2) [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Кологривов В. А. – 2012. 132 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/training/publications/1391> (дата обращения: 16.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Компьютерное моделирование процессов в РЭС [Электронный ресурс]: Учебное пособие / М. Н. Романовский - 2016. 101 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/5916> (дата обращения: 16.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение интегрированных систем моделирования (AWRDE) и измерения (LabVIEW) [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Артищев С. А. — 2018. 10 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8121> (дата обращения: 16.07.2018).

2. Компьютерное проектирование РЭС [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе студентов / Артищев С. А. — 2018. 69 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8306> (дата обращения: 16.07.2018).

3. Компьютерное проектирование РЭС [Электронный ресурс]: Учено-методическое пособие по выполнению курсового проекта / Артищев С. А. — 2018. 38 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8275> (дата обращения: 16.07.2018).

4. Определение погонных параметров микрополосковой линии передачи [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторной и самостоятельной работы / С. А. Артищев - 2018. 7 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8088> (дата обращения: 16.07.2018).

5. Построение и анализ фильтра низких частот [Электронный ресурс]: Методические ука-

зания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 15 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8123> (дата обращения: 16.07.2018).

6. Автоматизированное проектирование линии передачи в AWR Design Environment [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / С. А. Артищев - 2018. 12 с. - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8124> (дата обращения: 16.07.2018).

### **12.3.2. 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.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. [http://www.eurointech.ru/education/selftraining/awr\\_mwo/](http://www.eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/) (Уроки для начинающих / Евроинтех - решения для производства электроники)

2. <http://www.awrcorp.com/ru> (Сайт компании AWR – предприятия по разработке программных продуктов, предназначенных для автоматизации проектирования высокочастотных электронных устройств).

3. <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh> Информационные, справочные и нормативные базы данных библиотеки ТУСУР

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО  
учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр ВЗ-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;

- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф C1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов PCC-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AWR Design Environment
- Google Chrome
- LibreOffice
- Microsoft Windows
- PTC Mathcad13, 14

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр ВЗ-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф C1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов PCC-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip
- AWR Design Environment
- Adobe Acrobat Reader
- Google Chrome
- LibreOffice
- Microsoft Windows
- PTC Mathcad13, 14

### **13.1.4. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. 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 зрениями 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.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Для каких объектов справедлива формула  $u(t) = h(t) * x(t)$  (преобразование сигнала объектом  $u(t)$  можно вычислить как свертку импульсной характеристики объекта  $h(t)$  с входным сигналом  $x(t)$ )?

- Нелинейные элементы;
- Любые объекты;
- Только двухполюсные элементы;
- Линейные элементы.

2. Модели по воплощению классифицируются на:

- Абстрактные и реальные;
- Статические и динамические;
- Простые и сложные;
- Познавательные и прагматические.

3. Большинство современных моделей нелинейных элементов строятся как квазистатические. Что это значит?

- Модель учитывает статическое накопление заряда. Может моделироваться квантовый скачок энергии.;

- б) Модель является линеаризованной для точного малосигнального анализа;
- в) Нелинейные модели выглядят как эквивалентные схемы из нелинейных проводимостей и емкостей.

Проводимости измеряются на постоянном токе, а емкости на гармоническом сигнале постоянной амплитуды. Переходные процессы в приборе при этом либо не учитываются, либо учитываются крайне упрощенно;

- г) Модель основана на расчете переходного процесса операторным методом с последующим разбиением на линейную и нелинейную подсхемы для анализа в частотной и во временной области соответственно.

4. Симулятор в САПР – это...

- а) Метод структурного синтеза электрической цепи;
- б) Способ параметрического синтеза номиналов элементов цепи;
- в) Модуль, предназначенный для визуализации движения динамических моделей электро-механических схем;
- г) алгоритм, позволяющий рассчитать напряжения и токи в любом узле или ветви электрической цепи на основании известных граничных условий (входных напряжений или токов, напряжений питания и др.).

5. Для решения каких уравнений используют метод Ньютона?

- а) Линейных;
- б) Обыкновенных дифференциальных;
- в) Дифференциальных в частных производных;
- г) Нелинейных.

6. Что такое чувствительность электрической цепи?

- а) Свойство цепи изменять свои параметры с течением времени;
- б) Отношение относительного изменения параметра цепи  $\delta F(x) = \Delta F(x)/F(x)$  к относительному изменению параметра элемента;

- в) Способность принимать сигналы малой мощности на фоне шума;

- г) Отношение количества реактивных элементов к общему количеству элементов цепи.

7. Какое высказывание наиболее точно определяет понятие «модель»?

- а) Начальный замысел будущего объекта;
- б) Точная копия оригинала;
- в) Оригинал в миниатюре;
- г) Образ оригинала с наиболее присущими свойствами.

8. Каков правильный порядок действий при математическом описании системы с помощью соответствующих программных средств?

- а) Описание аргумента - описание функций - описание постоянных;
- б) Описание функций - описание постоянных - описание аргумента;
- в) Описание функций - описание аргумента - описание постоянных;
- г) Описание постоянных - описание аргумента - описание функций.

9. Что называют краевыми условиями для системы уравнений математической модели?

- а) Условия, налагаемые на функцию;
- б) Условия, налагаемые на производные искомой функции;
- в) Условия для ограничения количества параметров функции;
- г) Условия, накладываемые на границе исследуемой области и в начальный момент времени.

10. Что такое проектирование?

- а) Процесс создания в заданных условиях описания несуществующего объекта на базе первичной описания;
- б) Первоначальное описание объекта проектирования;
- в) Создание функционального макета без учета результатов первичного моделирования;
- г) Процесс преобразования исходного описания объекта в конечное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера.

11. В чем заключается сущность компьютерного моделирования системы?

- а) В создании компьютерной анимации или схемы, учитывающей габариты системы и ее

основные динамические и статические характеристики;

б) В создании интерактивного списка расчетных параметров системы, с возможностью их изменения для наблюдения изменений состояния системы в зависимости от поведения тех или иных параметров, а так же создании компьютерной анимации поведения системы с учетом реальных состояний;

в) В создании системы математических уравнений, для расчета результата функционирования системы;

г) В создании компьютерной программы (пакета программ), описывающей поведение элементов системы в процессе ее функционирования, с учетом их взаимодействия между собой с внешней средой, а так же серии вычислительных экспериментов.

12. Модель должна учитывать наиболее существенные стороны исследуемого объекта и отражать его свойства с приемлемой точностью. Это определение...

а) Принципа системности;

б) Принципа устойчивости;

в) Принципа упрощенности;

г) Принципа адекватности.

13. Что такое параметры системы?

а) Величины, характеризующие энергетическое или информационное наполнение элемента или подсистемы;

б) Свойства элементов объекта;

в) Величины, которые выражают свойства системы или ее части, или окружающей среды;

г) Ни один из перечисленных вариантов не является верным.

14. При электротепловом расчете используют электрические аналоги тепловых величин, например, тепловое сопротивление  $R\theta$  замещают на электрическое сопротивление  $R$ .

Какой аналог используют для замещения разности температур  $\Delta T$ ?

а) Напряженность электрического поля  $E$ ;

б) Разность потенциалов  $U$ ;

в) Ток  $I$ ;

г) Изменение электрического сопротивления  $\Delta R$ .

15. Какой инструмент в САПР AWR Design Environment позволяет рассчитывать линии с распределенными параметрами?

а) TXLine;

б) IFilter;

в) Microwave office;

г) Optimize .

16. Какой из методов расчета цепей по постоянному току не применяет законов Кирхгофа?

а) Метод непосредственного применения законов Кирхгофа;

б) Метод контурных токов;

в) Метод узловых потенциалов;

г) Итерационный метод.

17. Какой метод используется для симуляции нелинейных схем?

а) Метод комплексных амплитуд;

б) Метод покоординатного спуска;

в) Метод Татаринова;

г) Метод гармонического баланса.

18. Сущность какого метода формулируется так: схема разбивается на две подсхемы – линейную (инерционную) и нелинейную. Линейная схема анализируется в частотной области, нелинейная – во временной. Если результаты не совпадают, выполняется итерационный повтор анализа

а) Метод решения нелинейных дифференциальных уравнений в разностной форме рекурсивно во временной области;

б) Метод комплексных амплитуд;

в) Метод Ньютона-Рафсона;

г) Метод гармонического баланса.

19. Что такое параметрический синтез?

- а) Определение диапазонов значений варьируемых параметров, выход за которые в процессе оптимизации запрещается;
- б) Процесс создания принципиальной схемы с заданным количеством параметров;
- в) Автоматизированный или автоматический синтез структурной или принципиальной схемы цепи или устройства;
- г) Автоматизированный или автоматический выбор параметров цепи, обеспечивающих выполнение технических требований к ней.

20. Автоматизированный синтез каких цепей доступен на данный момент в AWR Design Environment?

- а) Линий задержки;
- б) Квадратурных модуляторов и демодуляторов;
- в) Усилителей;
- г) Линейных частотных фильтров и согласующих цепей.

#### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Экзаменационные билеты содержат два вопроса. Билеты формируются путем комбинации вопросов из контрольных работ

#### 14.1.3. Темы контрольных работ

Контрольная работа №1

Особенности симуляции РЭС на уровне структурных схем.

Возможности по анализу распределенных структур в AWR DE.

Двухполюсные линейные элементы и их модели.

Модели четырехполюсных элементов для использования на уровне моделирования структурных схем.

Полные модели четырехполюсных элементов.

Безынерционная нелинейная модель диода.

Нелинейные модели реактивных элементов.

Нелинейно-инерционная модель диода.

Простейшая безынерционная нелинейная модель транзистора.

Нелинейно-инерционная модель транзистора Эберса-Мола.

Модель биполярного транзистора Гуммеля-Пуна.

Нелинейно-инерционная модель транзистора JFET.

Контрольная работа №2

Классификация симуляторов.

Нелинейные симуляторы и их применение.

Симуляция линейных цепей по постоянному току.

Симуляция линейных цепей с учетом реактивности.

Классификация нелинейных симуляторов.

Симуляция нелинейных цепей по постоянному току.

Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях.

Сходимость алгоритмов нелинейной симуляции.

Метод гармонического баланса.

Метод многосигнального гармонического баланса.

Контрольная работа №3

Разновидности синтеза цепей.

Что необходимо задать, чтобы определить задачу автоматизированного параметрического синтеза?

Как можно сформировать цели оптимизации?

Особенности задания варьируемых параметров.

Что такое граничные условия оптимизации и каковы особенности их выбора?

Основные оптимизационные алгоритмы и их особенности.

Автоматизированный структурный синтез каких цепей на настоящий момент реализован в AWRDE?

Основные разновидности фильтров, доступные для автоматизированного структурного син-

теза в AWRDE.

Алгоритм автоматизированного структурного синтеза фильтров.

Преобразование частоты при синтезе фильтров: что выполняется на этом этапе?

На какой элементной базе может быть синтезирован фильтр в AWRDE?

Особенности синтеза фильтров на распределенных элементах.

Основные исходные параметры для расчета фильтра.

Общие подходы к синтезу согласующих цепей.

Что нужно задать, чтобы определить задачу автоматизированного синтеза согласующей цепи?

#### **14.1.4. Темы опросов на занятиях**

Классификация моделей

Линейные и нелинейные модели

Свойства моделей

Квазистатические (QS) и неквазистатические (NQS) нелинейные модели

#### **14.1.5. Вопросы на самоподготовку**

Симуляция линейных цепей с использованием простых аналитических моделей.

Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса.

Структурный синтез схем в САПР AWRDE

Программирование гибких средств измерения с применением LabVIEW.

#### **14.1.6. Вопросы на собеседование**

Особенности симуляции РЭС на уровне структурных схем. Полные модели четырехполюсных элементов. Возможности по анализу распределенных структур в AWR DE. Классификация симуляторов. Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях. Нелинейные симуляторы и их применение. Метод многосигнального гармонического баланса.

#### **14.1.7. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

Ознакомление с интерфейсом программы AWR DE. Создание простейшей схемы

Проектирование фильтра по заданным параметрам и оптимизация его характеристик

Применение автоматизированных измерительных систем для экстракции параметров моделей элементов

#### **14.1.8. Темы расчетных работ**

Собрать простую схему в AWRDE.

Рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи.

Исследовать зависимость качества моделирования от параметров симулятора.

Параметрически синтезировать схему по заданному критерию.

#### **14.1.9. Темы лабораторных работ**

Построение и анализ фильтра низких частот

Определение погонных параметров микрополосковой линии передачи

Автоматизированное проектирование линии передачи в AWR Design Environment

Применение интегрированных систем моделирования (AWRDE) и измерения (LabVIEW)

#### **14.1.10. Темы курсовых проектов / курсовых работ**

Проектирование системы передачи сигнала

Разработка фильтра сосредоточенной селекции

### **14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **14.3. 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.