**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Основы компьютерного проектирования РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2015, 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 4 | | 4 | часов |
| 2 | Практические занятия | 4 | | 4 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | | 4 | 4 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 2 | 4 | 6 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 10 | 8 | 18 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 62 | 60 | 122 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 72 | 68 | 140 | часов |
| 8 | | | 4 | 4 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | 144 | часов |
| | | 4.0 | | 4.0 | З.Е |

Контрольные работы: 6 семестр - 1
Дифференцированный зачет: 6 семестр
Курсовая работа (проект): 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17350

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от «24» 1 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Старший преподаватель каф. РЗИ _____ С. А. Артищев

Заведующий обеспечивающей каф. РЗИ _____ А. С. Задорин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. Я. Демидов

Эксперты:

Старший преподаватель каф. РЗИ _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 17350

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование у студентов багажа 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

- К основным задачам дисциплины относится изучение:
- основных разновидностей моделей элементов РЭС
- методов симуляции электрических цепей и структур
- методов синтеза и оптимизации электрических цепей и структур
- расчетно-экспериментальных методов проектирования
- основных разновидностей САПР и интегрированных систем моделирования и измерений

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Радиотехнические цепи и сигналы.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, САПР микроволновых устройств и антенн, Устройства приема и обработки сигналов.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники.
- **уметь** применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств.
- **владеть** типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 5 семестр | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 18 | 10 | 8 |
| Лекции | 4 | 4 | |
| Практические занятия | 4 | 4 | |
| Лабораторные работы | 4 | | 4 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 6 | 2 | 4 |
| Самостоятельная работа (всего) | 122 | 62 | 60 |
| Выполнение расчетных работ | 36 | 28 | 8 |

Согласована на портале № 17350

| | | | |
|---|---|---|---|
| Выполнение курсового проекта (работы) | 8 | | 8 |
| Выполнение домашних заданий | 4 | 4 | |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | 8 |
| Проработка лекционного материала | 14 | 10 | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 36 | 14 | 22 |
| Подготовка и написание отчета по практике | 6 | 6 | |
| Выполнение контрольных работ | 10 | | 10 |
| Всего (без экзамена) | 140 | 72 | 68 |
| | 4 | | 4 |
| Общая трудоемкость ч | 144 | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы | 4.0 | 4.0 | |

## 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Курсовая работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | 1 | 0 | 0 | 24 | 2 | 25 | ПК-1 |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | 1 | 2 | 0 | 16 | | 19 | ПК-1 |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | 2 | 2 | 0 | 22 | | 26 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 4 | 4 | 0 | 62 | 2 | 72 | |
| 6 семестр | | | | | | | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур | 4 | 0 | 0 | 28 | 4 | 32 | ПК-1 |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений | 2 | 0 | 0 | 4 | | 6 | ПК-1 |
| 6 Автоматизирование проектирование линии передачи | 0 | 0 | 4 | 14 | | 18 | ПК-1 |
| 7 Проектирование СВЧ-устройств на основе связанных линий | 0 | 0 | 0 | 14 | | 14 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 6 | 0 | 4 | 60 | 4 | 74 | |

Согласована на портале № 17350

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Итого | 10 | 4 | 4 | 122 | 6 | 146 | |

**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 |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | 1.1 Проектирование на уровне структурных схем и основные САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Visual System Simulator (VSS) САПР AWR Design Environment (AWRDE).1.2 Проектирование на уровне принципиальных схем и основные САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Analog Office САПР AWRDE.1.3 Проектирование РЭС с учетом волновых эффектов и САПР, обеспечивающие такое проектирование. Компонент Microvawe Office (MWO) САПР AWRDE.1.4 Интегрированные системы моделирования и измерений (Hardware in the Loop (HIL)). Программно-аппаратные комплексы с использованием системы прикладных программ AWRDE + LabVIEW и модульных измерительных платформ PXI. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | 2.1 Краткий обзор основных видов моде-лей элементов РЭС.2.2 Аналитические модели.2.3 Модели в виде эквивалентных схем.2.4 Табличные модели. | 1 | ПК-1 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | 3.1 Симуляция линейных цепей.3.2 Симуляция нелинейных цепей методом решения нелинейных дифференциальных уравнений во временной области (SPICE).3.3 Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса.3.4 Симуляция волновых процессов в электрических | 2 | ПК-1 |

Согласована на портале № 17350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | цепях. Квази-Т волны. Метод сеток. Метод моментов. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 6 семестр | | | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур | 4.1 Параметрический и структурный синтез электрических цепей. САПР, обеспечивающие такие виды синтеза.4.2 Параметрический синтез (оптимизация): выбор варьируемых параметров, целевых функций и граничных условий.4.3 Основные оптимизационные алгоритмы; их преимущества и недостатки.4.3 Однокритериальная и многокритериальная оптимизации.4.4 Структурный синтез (автоматизированный синтез схем). | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений | 5.1 Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования (Hardware in the Loop (HIL)).5.2 Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Гибкие измерительные платформы на базе интерфейса PXI и пакета программ LabVIEW.5.3 Интеграция измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE).5.4 Новые возможности оптимизации проектируемых РЭС в HIL-системах. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 6 | |
| Итого | | 10 | |

**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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Радиотехнические цепи и сигналы | + | + | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |

Согласована на портале № 17350

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | | | + | + | | |
| 2 САПР микроволновых устройств и антенн | | | | | | + | + |
| 3 Устройства приема и обработки сигналов | + | | + | + | | | |

**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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Защита курсовых проектов (работ), Зачет, Расчетная работа, Отчет по курсовой работе, 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 |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 6 Автоматизирование проектирование линии передачи | Освоение проектирования и моделирования микрополосковых и коаксиальных линий передачи в среде | 4 | ПК-1 |

Согласована на портале № 17350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | AWR Design Environment при помощи программы TXLINE. | | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | Аналитические модели. Задание – рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи | 1 | ПК-1 |
| | Модели в виде эквивалентных схем. Задание – исследовать влияние различных параметров эквивалентной схемы на результаты модели-рования | 1 | |
| | Итого | 2 | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Симуляция нелинейных цепей методом решения дифференциальных уравнений во временной области. Задание – исследовать зависимость качества моделирования от параметров симулятора; выявить особенности схемы, делающие расчет неправильным или невозможным | 1 | ПК-1 |
| | Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса. Контрольная работа по третьему разделу дисциплины | 1 | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

## 9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 17350

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | Подготовка и написание отчета по практике | 6 | ПК-1 | Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по практическому занятию, Расчетная работа |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 14 | | |
| | Итого | 24 | | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-1 | Домашнее задание, Зачет, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 4 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Зачет, Конспект самоподготовки, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 14 | | |
| | Итого | 22 | | |
| Итого за семестр | | 62 | | |
| 6 семестр | | | | |
| 4 Синтез и оптимизация | Выполнение контрольных | 10 | ПК-1 | Зачет, Конспект |

Согласована на портале № 17350

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| электрических цепей и структур | работ | | | самоподготовки, Контрольная работа, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Выполнение расчетных работ | 8 | | |
| | Итого | 28 | | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 6 Автоматизирование проектирование линии передачи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1 | Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 7 Проектирование СВЧ-устройств на основе связанных линий | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-1 | Защита курсовых проектов (работ), Расчетная работа, Собеседование |
| | Выполнение курсового проекта (работы) | 8 | | |
| | Итого | 14 | | |
| Итого за семестр | | 60 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 4 | | Дифференцированный зачет |
| Итого | | 126 | | |

### 9.1. Темы контрольных работ

1. Модели элементов.
2. Методы симуляции.
3. Алгоритмы оптимизации.

### 9.2. Темы домашних заданий

1. Аналитические модели. Задание – рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи

### 9.3. Темы расчетных работ

1. Однокритериальный параметрический синтез РЭС в САПР AWRDE. Задание – параметриче-ски синтезировать схему по заданному критерию

2. Симуляция нелинейных цепей методом решения дифференциальных уравнений во временной области. Задание – исследовать зависимость качества моделирования от параметров

Согласована на портале № 17350

симулятора; выявить особенности схемы, делающие расчет неправильным или невозможным

3. Знакомство с интерфейсом и основными возможностями систем проектирования AWRDE и LabVIEW. Задание – собрать простую схему в AWRDE

## 10. Курсовая работа (проект)

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

Таблица 10. 1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы (проекта)

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 6 семестр | | |
| Освоение программного модуля EMSight для анализа электромагнитной структуры. Ознакомление с библиотекойэлектродинамических структур, освоение принципов редактирования структур, создание различных графиков с отображением различных характеристик. Освоение инструмента перехода от двухмерного к трехмерному изображению. | 4 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 4 | |
| 5 семестр | | |
| Разработка и анализ технического задания при проектировании полосового фильтра | 2 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 2 | |

### 10.1 Темы курсовых работ

Примерная тематика курсовых работ (проектов):

- Проектирование фильтра сосредоточенной селекции

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

Не предусмотрено

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 120 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1390, дата обращения: 18.03.2017.

2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 132 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1391, дата обращения: 18.03.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

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.)

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие / Красько А. С. - 2012. 64 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа:

Согласована на портале № 17350

https://edu.tusur.ru/publications/1030, дата обращения: 18.03.2017.

2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / Тисленко В. И. - 2016. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547, дата обращения: 18.03.2017.

3. Основы проектирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А. А. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2814, дата обращения: 18.03.2017.

4. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для курсовой работы / Коротаев В. М. - 2016. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6615, дата обращения: 18.03.2017.

### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

Для выполнения заданий требуется программное обеспечение AWR Designt Environment.

При выполнении заданий возможно использование следующий информационно-справочных систем:

1. 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).

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое 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 45-50, оборудованная доской, проектором и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 407. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; AWR Design Environment 10.0.

#### 13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская

Согласована на портале № 17350

вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 412. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран – 1 шт.; .; Компьютеры класса с доступом в Internet – 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3;; Microsoft Office Visio 2010; AWR Design Environment; Matlab v6.5

### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения дисциплины, позволяет осветить только наиболее важные моменты и раскрыть базовые понятия при чтении лекций. Поэтому при реализации программы студенты должны работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и при подготовке к лабораторным и практическим занятиям. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии познакомить их с основными положениями и требованиями рабочей программы, с подлежащими изучению темами, списком основной и дополнительной литературы, с положениями балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости. На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности. Для увеличения заинтересованности и повышения компетенций студентов следует в учебном процессе применять интерактивные методы обучения.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 17350

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 17350

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Основы компьютерного проектирования РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**

Учебный план набора 2015, 2016 года

Разработчики:

- Старший преподаватель каф. РЗИ С. А. Артищев

Дифференцированный зачет: 6 семестр
Курсовая работа (проект): 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 17350

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-1 | способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | Должен знать стандартные пакеты прикладных программ, ориентированных на решение научных и проектных задач радиоэлектроники. ;<br>Должен уметь применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств. ;<br>Должен владеть типовыми программными средствами для автоматизации проектирования и моделирования радиоэлектронных цепей, устройств и систем. ; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования

Согласована на портале № 17350

компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем | формулировать и решать задачи, грамотно использовать прикладные программы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем | математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами моделирования проектирования объектов радиотехники |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);<br>• Лабораторные работы; | • Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);<br>• Лабораторные работы; | • Самостоятельная работа;<br>• Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа);<br>• Лабораторные работы; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Зачет;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Курсовая работа (проект); | • Контрольная работа;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Зачет;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Собеседование;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Курсовая работа (проект); | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Домашнее задание;<br>• Защита курсовых проектов (работ);<br>• Зачет;<br>• Расчетная работа;<br>• Отчет по курсовой работе;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Дифференцированный зачет;<br>• Курсовая работа (проект); |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • свободно физические и математические | • реализовывать устройство в САПР; | • навыками работы в САПР для |

Согласована на портале № 17350

| | | | |
|---|---|---|---|
| | модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; | • корректировать модели для достижения требуемых характеристик;<br>• анализировать техническое задание;<br>• проводить соответствующие расчеты для синтеза схемы устройства; | проектирования РЭС;<br>• информацией о принципах симуляции работы устройств в САПР;<br>• методикой расчета параметров устройств; |
| Хорошо (базовый уровень) | • уверенно физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; | • собрать заданную схему/топологию устройства в САПР;<br>• провести соответствующие расчеты для обеспечения требуемых характеристик; | • навыками работы в САПР для проектирования РЭС; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • способен ориентироваться в физических и математических моделях процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; | • следовать инструкции по созданию модели устройства в САПР;<br>• отображать полученные характеристики; | • информацией о последовательности действий при проектировании устройств в САПР; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 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.

### 3.2 Зачёт

Условием получения зачета является семестровый рейтинг студента не менее 60 баллов.

### 3.3 Темы домашних заданий

Аналитические модели. Задание – рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи

### 3.4 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.

### 3.5 Темы опросов на занятиях

Классификация моделей Линейные и нелинейные модели Свойства моделей Квазистатические (QS) и неквазистатические (NQS) нелинейные модели

Согласована на портале № 17350

### 3.6 Темы контрольных работ

1. Разновидности синтеза цепей.
2. Что необходимо задать, чтобы определить задачу автоматизированного параметрического синтеза?
3. Как можно сформировать цели оптимизации?
4. Особенности задания варьируемых параметров.
5. Что такое граничные условия оптимизации и каковы особенности их выбора?
6. Основные оптимизационные алгоритмы и их особенности.
7. Автоматизированный структурный синтез каких цепей на настоящий момент реализован в AWRDE?
8. Основные разновидности фильтров, доступные для автоматизированного структурного синтеза в AWRDE.
9. Алгоритм автоматизированного структурного синтеза фильтров.
10. Преобразование частоты при синтезе фильтров: что выполняется на этом этапе?
11. На какой элементной базе может быть синтезирован фильтр в AWRDE?
12. Особенности синтеза фильтров на распределенных элементах.
13. Основные исходные параметры для расчета фильтра.
14. Общие подходы к синтезу согласующих цепей.
15. Что нужно задать, чтобы определить задачу автоматизированного синтеза согласующей цепи?
16. Классификация симуляторов.
17. Нелинейные симуляторы и их применение.
18. Симуляция линейных цепей по постоянному току.
19. Симуляция линейных цепей с учетом реактивности.
20. Классификация нелинейных симуляторов.
21. Симуляция нелинейных цепей по постоянному току.
22. Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях.
23. Сходимость алгоритмов нелинейной симуляции.
24. Метод гармонического баланса.
25. Метод многосигнального гармонического баланса.
26. Разновидности синтеза цепей.
27. Что необходимо задать, чтобы определить задачу автоматизированного параметрического синтеза?
28. Как можно сформировать цели оптимизации?
29. Особенности задания варьируемых параметров.
30. Что такое граничные условия оптимизации и каковы особенности их выбора?
31. Основные оптимизационные алгоритмы и их особенности.
32. Автоматизированный структурный синтез каких цепей на настоящий момент реализован в AWRDE?
33. Основные разновидности фильтров, доступные для автоматизированного структурного синтеза в AWRDE.
34. Алгоритм автоматизированного структурного синтеза фильтров.
35. Преобразование частоты при синтезе фильтров: что выполняется на этом этапе?
36. На какой элементной базе может быть синтезирован фильтр в AWRDE?
37. Особенности синтеза фильтров на распределенных элементах.
38. Основные исходные параметры для расчета фильтра.
39. Общие подходы к синтезу согласующих цепей.
40. Что нужно задать, чтобы определить задачу автоматизированного синтеза согласующей цепи?

### 3.7 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

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.

### 3.8 Вопросы дифференцированного зачета

Вопрос для зачет формируются путем комбинирования вопрос из контрольной работы

Согласована на портале № 17350

### 3.9 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.

### 3.10 Темы лабораторных работ

Освоение проектирования и моделирования микрополосковых и коаксиальных линий передачи в среде AWR Design Environment при помощи программы TXLINE.

### 3.11 Темы курсовых проектов (работ)

Освоить программный модуль EMSight - анализ электромагнитной структуры. Научиться задавать корпус, его размеры, единицы измерения. Научиться строить электромагнитную структуру схемы, ознакомится с библиотекой электродинамических структур, освоить принципы редактирования структур, создавать различные графики с отображением различных характеристик. Освоить инструмент перехода от двухмерного к трехмерному изображению.

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы: методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 120 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1390, свободный.
2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Кологривов В. А. - 2012. 132 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1391, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

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.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие / Красько А. С. - 2012. 64 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1030, свободный.
2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / Тисленко В. И. - 2016. 23 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547, свободный.
3. Основы проектирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А. А. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2814, свободный.
4. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для курсовой работы / Коротаев В. М. - 2016. 14 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6615, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

Для выполнения заданий требуется программное обеспечение AWR Designt Environment.

При выполнении заданий возможно использование следующий информационно-справочных систем:

1. 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).

Согласована на портале № 17350