**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**
**Микроволновая техника и антенны**
**Аудиовизуальная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
**СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
**ТУ, Кафедра телевидения и управления**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014,2015 годов

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 16 | 16 | часов |
| 2 | Практические занятия | 24 | 24 | часов |
| 3 | Всего аудиторных занятий | 40 | 40 | часов |
| 4 | Из них в интерактивной форме | 9 | 9 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 32 | 32 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 72 | 72 | часов |
| 7 | Общая трудоемкость | 72 | 72 | часов |
| | | 2.0 | 2.0 | З.Е |

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10961

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 2 от « 3 » 10 2016 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 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель каф. РЗИ | _____ | Артищев С. А. |
| Профессор каф. РЗИ | _____ | Семёнов Э. В. |
| Заведующий обеспечивающей каф. РЗИ | _____ | Задорин А. С. |

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

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | Попова К. Ю. |
| Заведующий выпускающей каф. РЗИ | _____ | Задорин А. С. |
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | _____ | Шарангович С. Н. |
| Заведующий выпускающей каф. ТУ | _____ | Газизов Т. Р. |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель каф. РЗИ | _____ | Зеленецкая Ю. В. |
| Профессор каф. СВЧиКР | _____ | Мандель А. Е. |

Согласована на портале № 10961

## 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.Б.18) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математический анализ, Моделирование устройств радиоэлектронных систем.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем, Проектирование устройств 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 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 40 | 40 |
| Лекции | 16 | 16 |
| Практические занятия | 24 | 24 |
| Из них в интерактивной форме | 9 | 9 |
| Самостоятельная работа (всего) | 32 | 32 |
| Проработка лекционного материала | 10 | 10 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 22 | 22 |

Согласована на портале № 10961

| | | |
|---|---|---|
| Всего (без экзамена) | 72 | 72 |
| Общая трудоемкость час | 72 | 72 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 2.0 | 2.0 |

## 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 | Самостоятельная работа | (без экзамена) Всего часов | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | 4 | 2 | 3 | 9 | ПК-1 |
| 2 | Основные разновидности моделей элементов РЭС | 2 | 6 | 7 | 15 | ПК-1 |
| 3 | Методы симуляции электрических цепей и структур | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-1 |
| 4 | Синтез и оптимизация электрических цепей и структур | 4 | 6 | 8 | 18 | ПК-1 |
| 5 | Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений | 2 | 4 | 6 | 12 | ПК-1 |
| | Итого | 16 | 24 | 32 | 72 | |

### 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 | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными | 1.1 Проектирование на уровне структурных схем и основные САПР, | 4 | ПК-1 |

Согласована на портале № 10961

| | | | |
|---|---|---|---|
| САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | 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. | | |
| | Итого | 4 | |
| 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. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 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 цепях. Квази-Т волны. Метод сеток. Метод моментов. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 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 | 4 | ПК-1 |

Согласована на портале № 10961

| | | | |
|---|---|---|---|
| | (автоматизированный синтез схем). | | |
| | 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 | | 16 | |

**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 представ-лены 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 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | |
| 1 | Математический анализ | | + | | | |
| 2 | Моделирование устройств радиоэлектронных систем | + | + | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | |
| 1 | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | | | | + | + |
| 2 | Методы моделирования и оптимизации радиоэлектронных систем | + | + | + | | |
| 3 | Проектирование устройств 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

Согласована на портале № 10961

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| ПК-1 | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Опрос на занятиях, Расчетная работа |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы | Интерактивные практические занятия | Интерактивные лекции | Всего |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| Исследовательский метод | 2 | | 2 |
| Презентации с использованием слайдов с обсуждением | | 4 | 4 |
| Мозговой штурм | 3 | | 3 |
| Итого за семестр: | 5 | 4 | 9 |
| Итого | 5 | 4 | 9 |

## 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрено РУП

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | ч Трудоемкость, | компетенции Формируемые |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными | Знакомство с интерфейсом и основными возможностями систем | 2 | ПК-1 |

Согласована на портале № 10961

| | | | |
|---|---|---|---|
| САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | проектирования AWRDE и LabVIEW. Задание – собрать простую схему в AWRDE | | |
| | Итого | 2 | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | Аналитические модели. Задание – рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи | 2 | ПК-1 |
| | Модели в виде эквивалентных схем. Задание – исследовать влияние различных параметров эквивалентной схемы на результаты модели-рования | 2 | |
| | Табличные модели. Контрольная работа по первым двум разделам дисциплины | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Симуляция линейных цепей с использованием простых аналитических моделей. Задание – исследовать зависимость качества моделирования от параметров симулятора | 2 | ПК-1 |
| | 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 | 2 | |
| | Симуляция нелинейных цепей методом гармонического баланса. Контрольная работа по третьему разделу дисциплины | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур | Однокритериальный параметрический синтез РЭС в САПР AWRDE. Задание – параметриче-ски синтезировать схему по заданному критерию | 2 | ПК-1 |
| | Многокритериальный синтез РЭС в САПР AWRDE | 2 | |
| | Структурный синтез схем в САПР AWRDE. Контрольная работа по четвертому разделу дисциплины | 2 | |
| | Итого | 6 | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы | Программирование гибких средств измерения с применением LabVIEW и платформы PXI для систем | 2 | ПК-1 |

Согласована на портале № 10961

| | | | |
|---|---|---|---|
| моделирования и измерений | проектирования Hardware in the Loop | | |
| | Применение автоматизированных измерительных систем для экстракции параметров моделей элементов | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, и их интеграция в единый цикл проектирования | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 3 | | |
| 2 Основные разновидности моделей элементов РЭС | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 7 | | |
| 3 Методы симуляции электрических цепей и структур | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |

Согласована на портале № 10961

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Итого | 8 | | |
| 4 Синтез и оптимизация электрических цепей и структур | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 5 Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-1 | Конспект самоподготовки, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 32 | | |
| Итого | | 32 | | |

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| Конспект самоподготовки | 10 | 5 | 5 | 20 |
| Контрольная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Расчетная работа | 15 | 5 | 5 | 25 |
| Собеседование | 15 | 5 | 5 | 25 |
| Итого максимум за период | 50 | 25 | 25 | 100 |
| Нарастающим итогом | 50 | 75 | 100 | 100 |

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

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

Согласована на портале № 10961

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 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) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 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: 20.01.2017.

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: 20.01.2017.

### 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: https://edu.tusur.ru/publications/1030, дата обращения: 20.01.2017.

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: 20.01.2017.

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: 20.01.2017.

Согласована на портале № 10961

### 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

1. Для выполнения заданий требуется программное обеспечение AWR Designt Environment.

2. При выполнении заданий возможно использование следующий информационно-справочных систем:

3. 1. http://www.eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/ (Уроки для начинающих / Евроинтех - решения для производства электроники)

4. 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 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

Согласована на портале № 10961

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.

### 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.

**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;

Согласована на портале № 10961

– 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 № 10961

**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: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2014 года

Разработчики:

- старший преподаватель каф. РЗИ Артищев С. А.
- профессор каф. РЗИ Семёнов Э. В.

Зачет: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10961

## 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 № 10961

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 | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Интерактивные лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Интерактивные практические занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Контрольная работа;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Зачет; | • Расчетная работа;<br>• Зачет; |

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 модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и системм; | • анализировать техническое задание;<br>• проводить соответствующие расчеты для синтеза схемы устройства;<br>• реализовывать устройство в САПР;<br>• корректировать модели для достижения требуемых характеристик; | • навыками работы в САПР для 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 | • собрать заданную схему/топологию устройства в САПР;<br>• провести соответствующие расчеты для | • навыками работы в САПР для проектирования РЭС; |

Согласована на портале № 10961

| | | | |
|---|---|---|---|
| | устройств и систем; | обеспечения требуемых характеристик; | |
| 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 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.

### 3.3 Темы опросов на занятиях

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

### 3.4 Темы контрольных работ

– Контрольная работа №1 Вопрос 1 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. Вопрос 2 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. Вопрос 3 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. Вопрос 4 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?

– Контрольная работа №2 Вопрос 1 1. Классификация симуляторов. 2. Нелинейные симуляторы и их применение. Вопрос 2 3. Симуляция линейных цепей по постоянному току. 4. Симуляция линейных цепей с учетом реактивности. Вопрос 3 5. Классификация нелинейных симуляторов. 6. Симуляция нелинейных цепей по постоянному току. Вопрос 4 7. Симуляция переходных процессов в нелинейных цепях. 8. Сходимость алгоритмов нелинейной симуляции. Вопрос 5 9. Метод гармонического баланса. 10. Метод многосигнального гармонического баланса.

– Контрольная работа №3 Вопрос 1 1. Разновидности синтеза цепей. 2. Что необходимо задать, чтобы определить задачу автоматизированного параметрического синтеза? 3. Как можно

Согласована на портале № 10961

сформировать цели оптимизации? 4. Особенности задания варьируемых параметров. Вопрос 2 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. Вопрос 3 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. Вопрос 4 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?

### 3.5 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.

### 3.6 Зачёт

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

## 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.

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

1. Для выполнения заданий требуется программное обеспечение AWR Designt Environment.
2. При выполнении заданий возможно использование следующий информационно-справочных систем:

Согласована на портале № 10961

3. 1. http://www.eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/ (Уроки для начинающих / Евроинтех - решения для производства электроники)

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

Согласована на портале № 10961