**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

# Системы компьютерного проектирования РЭС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 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 | Всего аудиторных занятий | 62 | 62 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 82 | 82 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18958

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) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30 октября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

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 РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

Старший преподаватель Каф. РЗИ _____ Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 18958

## 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
- Изучение методов симуляции электрических цепей и структур
- Изучение методов синтеза и оптимизации электрических цепей и структур
- Освоение расчетно-экспериментальных методов проектирования
- Знакомство с основными разновидностями САПР и интегрированными системами моделирования и измерений

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы компьютерного проектирования РЭС» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизированное проектирование антенных систем, Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем, Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств, Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем, Устройства генерирования и формирования цифровых сигналов.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;
- ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;
- ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;
- ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;
- 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-5 готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;

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 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |

Согласована на портале № 18958

| | | |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 62 | 62 |
| Лекции | 30 | 30 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 82 | 82 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 28 | 28 |
| Проработка лекционного материала | 24 | 24 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 30 | 30 |
| 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС | 2 | 0 | 4 | 2 | 8 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | 4 | 0 | 4 | 2 | 10 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5 |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | 2 | 4 | 0 | 2 | 8 | ОПК-2, ОПК-4, ПК-2 |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | 2 | 4 | 0 | 14 | 20 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2 |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | 4 | 0 | 4 | 16 | 24 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | 4 | 0 | 0 | 6 | 10 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2 |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | 4 | 0 | 4 | 16 | 24 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, |

Согласована на портале № 18958

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ПК-5 |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | 4 | 0 | 0 | 22 | 26 | ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2 |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL)) | 4 | 8 | 0 | 2 | 14 | ОПК-4, ПК-2 |
| Итого за семестр | 30 | 16 | 16 | 82 | 144 | |
| Итого | 30 | 16 | 16 | 82 | 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС | Структура CAD-систем Влияние сложности несущих сигналов на погрешность моделирования Трудности алгоритмизации автоматического структурного синтеза схем | 2 | ОПК-4, ПК-1, ПК-5 |
| | Итого | 2 | |
| 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-4, ОПК-5, ПК-5 |
| | 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. | 2 | ОПК-2, ОПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 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-5, ПК-2 |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 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 при-менений отрезков линий. | 4 | ПК-1, ПК-2, ПК-5 |
| | 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 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу 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-4, ОПК-5, ПК-2, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Основные оптимизационные алгоритмы; их преимущества и недостатки. Однокритериальная и многокритериальная оптимизации. | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 9 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.Инте- | 4 | ОПК-4 |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | грация измерительных систем (LabVIEW) с системами моделирования (AWRDE).Новые возможности оптимизации проектируемых РЭС в HIL-системах. | | |
| | 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 | 9 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 Автоматизированное проектирование антенных систем | | + | + | + | | | | | + |
| 2 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем | | | | | + | | | + | |
| 3 Схемотехника аналоговых радиоэлектронных функциональных устройств | | | + | | | | | | + |
| 4 Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем | | | | | | | | + | |
| 5 Устройства генерирования и формирования цифровых 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 | Самостоятельная работа | |

Согласована на портале № 18958

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-2 | + | | | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Расчетная работа |
| ОПК-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ОПК-5 | + | | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе |
| ПК-1 | + | | | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Расчетная работа |
| ПК-2 | + | + | + | + | Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Отчет по практическому занятию |
| ПК-5 | + | | | | Конспект самоподготовки |

## 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 | Фильтр низких частот на сосредоточенных элементах.Освоить анализ линейных схем. Научиться строить электрические схемы, ознакомится с библиотекой элементов, освоить принципы редактирования элементов, научиться задавать частотные диапазоны, создавать различные графики с отображением различных характеристик. Освоить инструмент Tuner, инструмент оптимизации характеристик. Научится открывать, закрывать и | 4 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-2 |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | сохранять проекты. | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Усилительный каскад на биполярном транзисторе.Освоить методику редактирования параметров SPICE-моделей. Указать параметры транзистора согласно варианту. Построить соответствующие графики. | 4 | ОПК-4, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Линия передачи.Разработать топологию микрополосковой линии передачи с заданными по вариантам параметрами подложки. | 4 | ОПК-5, ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | Полосовой фильтр на распределенных элементах.Разработать топологию полосового фильтра с заданными по вариантам параметрами | 4 | ОПК-4, ОПК-5 |
| | 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 |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Создание и анализ схемы с нелинейными элементами | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | Рассчитать в системе MathCAD импульсные переходные и частотные характеристики простейшей цепи | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL)) | Знакомство с интерфейсом и основными воз-можностями систем проектирования AWRDE и LabVIEW. Задание – собрать простую схему в AWRDE-Контрольная по разделам 3-6 | 4 | ПК-2, ОПК-4 |
| | Применение автоматизированных измерительных систем для экстракции параметров моделей элементов.Контрольная работа по разделам 1 и 2. | 4 | |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 8 | |
| 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Классификация систем компьютерного проектирования РЭС. Проблемы современных СКП РЭС | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4, ОПК-2, ПК-1 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 14 | | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-4, ПК-2 | Отчет по лабораторной работе, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |

Согласована на портале № 18958

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-1 | Конспект самоподготовки, Собеседование |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4, ОПК-5, ОПК-2, ПК-1 | Контрольная работа, Расчетная работа, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Итого | 16 | | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | ОПК-5, ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2 | Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Собеседование |
| | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 3 | | |
| | Проработка лекционного материала | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 22 | | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта (Hardware in Loop (HIL)) | Проработка лекционного материала | 2 | ОПК-4 | Конспект самоподготовки |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 82 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 118 | | |

Согласована на портале № 18958

## 10. Курсовая работа (проект)

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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Контрольная работа | 10 | | 10 | 20 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 10 | 15 | 30 |
| Отчет по практическому занятию | 5 | 5 | 10 | 20 |
| Итого максимум за период | 20 | 15 | 35 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 35 | 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 |
|---|---|
| ≥ 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) |

Согласована на портале № 18958

## 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/training/publications/1390, дата обращения: 25.04.2017.
2. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Кологривов В. А. – 2012. 132 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1391, дата обращения: 25.04.2017.

### 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. Экз-ры: всего: аунл(12), счз1(1), счз5(1) (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/training/publications/1030, дата обращения: 25.04.2017.
2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. – 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/2119, дата обращения: 25.04.2017.
3. Основы проектирования электронных средств: Методические указания к практическим, лабораторным занятиям и самостоятельной работе / Чернышев А. А. - 2012. 71 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2814, дата обращения: 25.04.2017.
4. Проектирование радиотехнических систем: Методические указания по курсовому проектированию / Шарыгин Г. С. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1530, дата обращения: 25.04.2017.

#### 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

1. Для выполнения заданий требуется программное обеспечение AWR Designt Environment.
2. При выполнении заданий возможно использование следующих 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).

Согласована на портале № 18958

5. 3. Библиотека ТУСУР

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Лекционный курс подготовлен в виде презентаций в электронной форме, поэтому в лекционной аудитории требуется компьютер с проектором.

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

Практические занятия должны выполняться с использованием программного обеспечения AWR Design Environment и LabVIEW. Таким образом, в аудитории для проведения практических занятий требуются компьютеры с указанным программным обеспечением.

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

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 4 этаж, ауд. 407. Состав оборудования: Учебная мебель;Мультимедийный проектор 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; AWR Design Environment, MathCAD 13.

#### 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.

### 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 № 18958

**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 № 18958

**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

# Системы компьютерного проектирования РЭС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчик:
- Старший преподаватель каф. РЗИ С. А. Артищев

Экзамен: 3 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18958

## 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-5 | готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов | 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.; |
| 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-1 | способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов | |
| ОПК-5 | готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы | |
| ОПК-4 | способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области | |
| ОПК-2 | способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры | |

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 реше- |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | нии 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-5

ПК-5: готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования 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 | Особенности составления обзоров и отчетов, разработки рекомендаций | Составлять обзоры, формировать отчеты и разрабатывать рекомендации | Навыками составления обзоров, отчетов и разработки рекомендаций |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Конспект самоподготовки;<br>• Экзамен; | • Конспект самоподготовки;<br>• Экзамен; | • Экзамен; |

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) | • Знает основные принципы составления обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовки научных публикаций и разработки рекомендаций по практическому использованию полученных результатов компьютерного проектирования радиоэлектронных средств.; | • Самостоятельно проводить литературный обзор и составлять отчеты ;<br>• Разрабатывать и аргументировано обосновывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов; | • Навыками самостоятельного составления отчетов и обзоров и разработки рекомендаций;<br>• Навыками корректного представления информации; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Имеет представление об основных принципах составления обзоров и | • Проводить литературный обзор и составлять отчеты под руко- | • Навыками составления отчетов и обзоров и разработки рекоменда- |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | отчетов по результатам проводимых исследований, подготовки научных публикаций и разработки рекомендаций по практическому использованию полученных результатов компьютерного проектирования радиоэлектронных средств.; | водством преподавателя;<br>• Разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов; | ций под руководством преподавателя; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Дает определения основных принципов составления обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовки научных публикаций и разработки рекомендаций по практическому использованию полученных результатов компьютерного проектирования радиоэлектронных средств.; | • Выполнять указания по проведению литературного обзора;<br>• Составлять отчет; | • Навыками обзора литературных источников; |

**2.2 Компетенция ПК-2**

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.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | методы разделения каналов, модуляции и кодирования, разнесенного приема и синхронизации в РТС | применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов | методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лаборатор- | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лаборатор- | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Отчет по практическому занятию; |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | ной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | ной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Отчет по практическому занятию;<br>• Экзамен; | • Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • свободно методы разделения каналов, модуляции и кодирования, разнесенного приема и синхронизации в РТС; | • свободно применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов; | • свободно методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов; |
| Хорошо (базовый уровень) | • уверенно методы разделения каналов, модуляции и кодирования, разнесенного приема и синхронизации в РТС; | • уверенно применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов; | • уверенно методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • способен ориентироваться в методах разделения каналов, модуляции и кодировании, разнесенного приема и синхронизации в РТС; | • способен ориентироваться в методах экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов; | • способен ориентироваться в методах проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов; |

### 2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | Особенности компьютерного моделирования при выполнении самостоятельной разработки радиоэлектронных средств | Уметь рассчитывать технические характеристики и параметры устройств и систем, использовать в исследованиях и в моделировании современную вычислительную технику | Навыками постановки задачи исследования, формирования плана его реализации, выбора методов моделирования радиоэлектронных средств. |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Расчетная работа;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Особенности методов исследования при моделировании;<br>• Классификацию математических моделей;<br>• Способы обработки результатов; | • Умеет свободно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов проектирования радиоэлектронных средств; | • Владеет навыками постановки задачи исследования, формирования плана его реализации, выбора методов проектирования радиоэлектронных средств; |
| Хорошо (базовый уровень) | • Классификацию математических моделей;<br>• Способы обработки результатов; | • Самостоятельно осуществляет постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов проектирования радиоэлектронных средств; | • Частично владеет навыками постановки задачи исследования, формирования плана его реализации, выбора методов проектирования радиоэлектронных средств; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Классификацию математических моделей; | • Показывает неполное, недостаточное умение осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов проектирования радиоэлектронных средств; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение навыками постановки задачи исследования, формирования плана его реализации, выбора методов проектирования радиоэлектронных средств; |

## 2.4 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – 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 математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем | математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – 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 систем; | • свободно формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; | • свободно математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники; |
| Хорошо (базовый уровень) | • уверенно физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; | • уверенно формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; | • уверенно математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • способен ориентироваться в физических и математических моделях процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; | • способен ориентироваться в методах для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; | • способен ориентироваться в методах исследования и моделирования объектов радиотехники; |

### 2.5 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные методы приема сигналов, обеспечения основных характеристик радиоприемных устройств, принципы построения усилительно-преобразовательных трактов | применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов | методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Отчет по лабораторной работе;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • свободно основные методы приема сигналов, обеспечения основных характеристик радиоприемных устройств, принципы построения усилительно-преобразовательных трактов; | • свободно применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов; | • свободно методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов; |
| Хорошо (базовый уровень) | • уверенно основные методы приема сигналов, обеспечения основных характеристик радиоприемных устройств, принципы построения усилительно-преобразовательных трактов; | • уверенно применять методы экспериментального исследования радиоприемников и их функциональных узлов; | • уверенно методами проектирования радиотехнических устройств, приборов, систем и комплексов; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • способен ориентироваться в основных методах приема сигналов, обеспечения основных | • способен ориентироваться в методах экспериментального исследования радиоприемников | • способен ориентироваться в методах проектирования радиотехнических устройств, при- |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | характеристик радиоприемных устройств, принципы построения усилительно-преобразовательных трактов; | и их функциональных узлов; | боров, систем и комплексов; |

### 2.6 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | основные понятия (определения), направленность дисциплин программы магистратуры | находить источники информации, справочные материалы по дисциплинам программы магистратуры | методикой анализа ранее изученных дисциплин для решения текущих задач |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные работы;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа; | • Лабораторные работы;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Конспект самоподготовки;<br>• Собеседование;<br>• Расчетная работа;<br>• Экзамен; | • Расчетная работа;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • основной материал, изученный в магистратуре;<br>• существующие проблемы в рамках диссертационной работы; | • Умеет свободно использовать знания, полученные в ходе обучения в магистратуре;<br>• Умеет самостоятельно оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Владеет методами расчёта параметров и характеристик узлов радиоэлектронных устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Хорошо (базовый уровень) | • основной материал, изученный в магистратуре; | • корректно выражает и аргументировано обосновывает решение поставленной задачи; | • Частично владеет методами расчёта параметров и характеристик узлов радиоэлектрон- |

Согласована на портале № 18958

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | • умеет работать со справочной литературой; | ных устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • основные термины, расчетные формулы, изученные в магистратуре; | • Показывает неполное, недостаточное умение оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполнения работы; | • Демонстрирует неполное, недостаточное владение методами расчёта параметров и характеристик узлов радиоэлектронных устройств и систем, основами их разработки и проектирования; |

## 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
- 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

Согласована на портале № 18958

– 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 синтеза 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?

### 3.5 Экзаменационные вопросы

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

### 3.6 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

### 3.7 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.

### 3.8 Темы лабораторных работ

– Фильтр низких частот на сосредоточенных элементах.
–
– Освоить анализ линейных схем. Научиться строить электрические схемы, ознакомится с библиотекой элементов, освоить принципы редактирования элементов, научиться задавать частотные диапазоны, создавать различные графики с отображением различных характеристик. Освоить

Согласована на портале № 18958

инструмент Tuner, инструмент оптимизации характеристик. Научится открывать, закрывать и сохранять проекты.

– Усилительный каскад на биполярном транзисторе.

–

– Освоить методику редактирования параметров SPICE-моделей. Указать параметры транзистора согласно варианту. Построить соответствующие графики.

– Линия передачи.

–

– Разработать топологию микрополосковой линии передачи с заданными по вариантам параметрами подложки.

– Полосовой фильтр на распределенных элементах.

–

– Разработать топологию полосового фильтра с заданными по вариантам параметрами

## 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 фор-мирования 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/training/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/training/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. Экз-ры: всего: аунл(12), счз1(1), счз5(1) (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/training/publications/1030, свободный.
2. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / Тисленко В. И. – 2011. 22 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/2119, 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: http://edu.tusur.ru/publications/2814, свободный.
4. Проектирование радиотехнических систем: Методические указания по курсовому проектированию / Шарыгин Г. С. - 2012. 20 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1530, 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 следующих информационно-справочных систем:
3. 1. http://www.eurointech.ru/education/selftraining/awr_mwo/ (Уроки для начинающих / Евроинтех - решения для производства электроники)

Согласована на портале № 18958

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

5. 3. Библиотека ТУСУР

Согласована на портале № 18958