

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Моделирование элементов и устройств радиосвязи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6		6	часов
2	Практические занятия	2		2	часов
3	Лабораторные работы		4	4	часов
4	Всего аудиторных занятий	8	4	12	часов
5	Самостоятельная работа	100	95	195	часов
6	Всего (без экзамена)	108	99	207	часов
7	Подготовка и сдача экзамена		9	9	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
		6.0		6.0	З.Е

Контрольные работы: 8 семестр - 1

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

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

Разработчики:

доцент каф. ТОР

\_\_\_\_\_ В. Д. Дмитриев

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

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

Декан ЗиВФ

\_\_\_\_\_ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. Я. Демидов

Эксперты:

Доцент Каф. ТОР

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)» является формирование практических навыков по расчету и проектированию, привитие студентам навыков в самостоятельной разработке темы учебного или научно - исследовательского характера с проработкой возможности превращения данной разработки в тему будущей выпускной квалификационной работы.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Задачами изучения дисциплины являются: освоение методов моделирования элементов телекоммуникационных систем и сетей, овладение навыками работы с современными программами автоматизированного проектирования, приобретение опыта работы с современными измерительными приборами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование элементов и устройств радиосвязи» (Б1.В.ДВ.3.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика, Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Устройства генерирования и формирования сигналов, Физика, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - знать основы цифровой вычислительной техники, структуры и функционирование локальных вычислительных сетей и глобальной сети Интернет; - принципы построения приемо-передающих устройств систем связи, основные схемы построения пассивных и активных СВЧ устройств, используемых в системах связи ; - физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; - модели и методы расчета амплитудно- частотных и фазо-частотных характеристик пассивных и активных устройств систем связи ; -основы технологии интегральных схем, микросхемотехнику и принцип работы базовых каскадов аналоговых и логических элементов цифровых схем; -требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи;

– **уметь** -уметь проводить анализ и синтез аналоговых устройств, синтезировать с использованием современной микроэлектронной элементной базы устройства, обеспечивающие заданное функционирование; - проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, -рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей, рассчитывать и анализировать параметры электрических цепей и фильтров на персональных компьютерах; - проводить самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных устройствах, проектировать и рассчитывать их;

– **владеть** -владеть начальными навыками разработки и отладки с использованием соответствующих отладочных средств программного обеспечения сигнальных процессоров и микроконтроллеров; - навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации; - навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям; -техникой инженерной и компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере).

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	12	8	4
Лекции	6	6	
Практические занятия	2	2	
Лабораторные работы	4		4
Самостоятельная работа (всего)	195	100	95
Оформление отчетов по лабораторным работам	41	41	
Проработка лекционного материала	9	9	
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	50	
Выполнение контрольных работ	95		95
Всего (без экзамена)	207	108	99
Подготовка и сдача экзамена	9		9
Общая трудоемкость ч	216	108	108
Зачетные Единицы	6.0	6.0	

#### 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
7 семестр						
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	6	2	0	100	108	ПК-6
Итого за семестр	6	2	0	100	108	
8 семестр						
2 СВЧ приемно-передающие тракты	0	0	4	95	99	ПК-6
Итого за семестр	0	0	4	95	99	

Итого	6	2	4	195	207	
-------	---	---	---	-----	-----	--

### 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
7 семестр			
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения СВЧ устройств. Ознакомление с современными пакетами САПР для расчета и проектирования СВЧ устройств AWR и ADS. Основные пакеты программ и используемые методы расчета. Отличительные особенности и возможности по расчету основных характеристик СВЧ устройств. Особенности построения СВЧ приемных трактов. Динамический диапазон и способы его определения с помощью САПР. Особенности построения СВЧ передающих трактов и возможности расчета основных характеристик	6	ПК-6
	Итого	6	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

### 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
Предшествующие дисциплины		
1 Математика	+	
2 Основы теории цепей	+	
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+	
4 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	
5 Физика	+	

6 Электроника	+	
Последующие дисциплины		
1 Технологии и системы автоматизированных измерений на СВЧ	+	

#### 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	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практике

#### 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
8 семестр			
2 СВЧ приемо-передающие тракты	Построение СВЧ тракта на основе серийных СВЧ устройств. Определение основных характеристик	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

#### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	Моделирование систем связи. Структурные схемы приемопередающих СВЧ устройств систем связи.	2	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
Итого		2	

### 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
7 семестр				
1 Основные понятия и определения СВЧ устройств. Системы автоматизированного проектирования СВЧ устройств (AWR и ADS); Радиоприемные и передающие СВЧ тракты.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	50	ПК-6	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Защита отчета, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
	Проработка лекционного материала	9		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	41		
	Итого	100		
Итого за семестр		100		
8 семестр				
2 СВЧ приемопередающие тракты	Выполнение контрольных работ	95	ПК-6	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Итого	95		
Итого за семестр		95		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		204		

#### 9.1. Темы контрольных работ

1. Построение СВЧ приемного тракта: выбор и расчет усилителей, смесителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием. Построение передающего

тракта: выбор и расчет усилителей, умножителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием

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

1. Выбор нелинейных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных энергетических параметров СВЧ усилителей мощности. Выбор СВЧ устройств по частотным и динамическим параметрам. Расчет динамического диапазона.
- 2.

### **9.3. Темы лабораторных работ**

1. Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров
2. Расчет и проектирование согласующих цепей
3. Расчет и проектирование МШУ
4. Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности
5. Построение приемного тракта и определение основных его характеристик

### **10. Курсовая работа (проект)**

Не предусмотрено РУП

### **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов**

Не предусмотрено

### **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **12.1. Основная литература**

1. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Романовский М. Н. — Томск: ТУСУР, 2016. — 101 с. — [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/5916>

#### **12.2. Дополнительная литература**

1. Сучков Д. И. Основы проектирования печатных плат в САПР P-CAD 4.5, P-CAD 8.5-8.7 и ACCEL EDA /- М. : Горячая линия-Телеком, 2000. - 620 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
2. СВЧ полупроводниковые радиопередатчики: Научное издание/ В.И. Каганов.-М.: Радио и связь,1981-399с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 36 экз.)
3. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи/ Л.Г. Гасанов, А.А, Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко.-М.: Радио и связь, 1988.-288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)
4. Шварц Н.З. Линейные транзисторные усилители СВЧ.-М.: Радио и связь, 1987.-386с (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)
5. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ./ К.Гупта, Р. Гарж, Р.Чадха. М.: Радио и связь, 1987.-428с (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

#### **12.3 Учебно-методические пособия**

##### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. 1. Винокуров В. М. Лабораторный практикум "Телекоммуникационные системы": руководство к лабораторным работам по курсам учебного направления "Телекоммуникации" на радиотехническом факультете Раздел 1: Изучение основополагающих принципов и устройств электронной ТФОП. -Томск : ТУСУР, 2007, - 59 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)
2. Дмитриев В.Д. Определение частотных и динамических характеристик ВЧ и СВЧ устройств. Учебно-методическое пособие по дисциплине ГПО/Томск, Изд-во ТУСУР, 2007г.,-63с. : Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
3. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы/ Дмитриев В.Д., Рогожников Е.В., Шибельгут А.А.-2014г.-37с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/4027>

##### **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. Ресурсы сети Интернет**

### **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. 1. Операционные системы Windows, Linux
2. 2. Пакет программ САПР Advanced Design System (ADS), AWR Microwave Office.

## **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 22-24, оборудованная доской 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, 3 этаж, ауд. 309. 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; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### **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, 3 этаж, ауд. 309. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 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; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

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

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 3 этаж, ауд. 309 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.

**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.

**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**

**Моделирование элементов и устройств радиосвязи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль): **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная**

Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

– доцент каф. ТОР В. Д. Дмитриев

Экзамен: 8 семестр

Томск 2017

## 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-6	готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Должен знать - знать основы цифровой вычислительной техники, структуры и функционирование локальных вычислительных сетей и глобальной сети Интернет; - принципы построения приемо-передающих устройств систем связи, основные схемы построения пассивных и активных СВЧ устройств, используемых в системах связи ; - физические эффекты и процессы, лежащие в основе принципов действия полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов; - модели и методы расчета амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик пассивных и активных устройств систем связи ; -основы технологии интегральных схем, микросхемотехнику и принцип работы базовых каскадов аналоговых и логических элементов цифровых схем; -требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи; ; Должен уметь -уметь проводить анализ и синтез аналоговых устройств, синтезировать с использованием современной микроэлектронной элементной базы устройства, обеспечивающие заданное функционирование; - проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, -рассчитывать и измерять параметры и характеристики линейных и нелинейных электрических цепей, рассчитывать и анализировать параметры электрических цепей и фильтров на персональных компьютерах; - проводить

		самостоятельный анализ физических процессов, происходящих в электронных устройствах, проектировать и рассчитывать их; ; Должен владеть -владеть начальными навыками разработки и отладки с использованием соответствующих отладочных средств программного обеспечения сигнальных процессоров и микроконтроллеров; - навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, методами компьютерного моделирования физических процессов при передаче информации; - навыками экспериментального определения характеристик и параметров различных электронных приборов и их компьютерного исследования по электрическим моделям; -техникой инженерной и компьютерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере). ;
--	--	---

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-6

ПК-6: готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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	знать современные средства автоматического проектирования узлов и устройств радиотехнических систем	проводить расчеты и моделировать радиотехнические системы с использованием средств автоматизации проектирования	навыками расчета и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лекции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лабораторные работы;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Отчет по практике;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Отчет по практике;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Отчет по практике;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>

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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>анализирует современные направления развития компьютерного проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>умеет грамотно выражать и доказывать положения с использованием аргументов в области расчета и проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>свободно владеет перспективными методами и средствами расчета при компьютерном проектировании радиотехнических систем;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>понимает связи между различными современными программами компьютерного проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>корректно выражает, и доказывает с использованием аргументов в области расчета и проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>владеет перспективными методами и средствами расчета при компьютерном проектировании радиотехнических систем;</li> </ul>

	систем;	систем;	систем;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных программ компьютерного проектирования радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет работать со справочной литературой по проектированию радиотехнических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет основными методами и средствами расчета при компьютерном проектировании радиотехнических систем;</li> </ul>

### 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 Темы домашних заданий

– Построение СВЧ приемного тракта: выбор и расчет усилителей, смесителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием. Построение передающего тракта: выбор и расчет усилителей, умножителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием

- Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров
- Расчет и проектирование согласующих цепей
- Расчет и проектирование МШУ
- Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности
- Построение приемного тракта и определение основных его характеристик
- Выбор нелинейных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных энергетических параметров СВЧ усилителей мощности. Выбор СВЧ устройств по частотным и динамическим параметрам. Расчет динамического диапазона.

–

#### 3.2 Темы индивидуальных заданий

– Типовые вопросы теста по теме «КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ»: В системе Z- параметров токи и напряжения связаны соотношениями: В системе Y- параметров токи и напряжения связаны соотношениями: Y- параметры называют параметрами: Z- параметры называют параметрами: S-параметры связывают падающие и отраженные волны соотношениями: Типовые вопросы теста по теме «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МОДЕЛИ СВЧ ТРАНЗИСТОРОВ»: Граничная частота  $f_T$  определяется как частота, на которой: Максимальная частота  $f_{MAX}$  определяется как частота, на которой: Граничная частота  $f_T$  для полевых СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели: Граничная частота  $f_T$  для биполярных СВЧ транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели: Шумовые параметры СВЧ полевых транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели: Шумовые параметры СВЧ биполярных транзисторов в первую очередь определяется следующими параметрами эквивалентной модели: Типовые вопросы теста по теме «ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЧ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ»: Чувствительность приемного устройства это: Динамический диапазон СВЧ приемника определяется как: Сквозной коэффициент передачи определяется как: Избирательность по зеркальному каналу определяется: Супергетеродинный приемник включает в себя следующие узлы: Типовые вопросы теста по теме «СВЧ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ»: Режимы работы выходных каскадов усилителей мощности: Выходная мощность зависит от следующих параметров транзисторов: Коэффициент полезного действия определяется как: Коэффициент интермодуляционных искажений определяется как: Типовые вопросы теста по теме «СВЧ СМЕСИТЕЛИ»: Достоинства и недостатки диодных СВЧ смесителей. Достоинства и недостатки транзисторных СВЧ смесителей. Коэффициент преобразования зависит от следующих



параметров: Точка пересечения IP3 для смесителей определяется как: Точка пересечения IP2 для смесителей определяется как:

### **3.3 Темы докладов**

– Основные характеристики и построение СВЧ фильтров Волновая матрица рассеяния четырёхполюсника и её основные свойства Измерение S-параметров Связь S-параметров с классическими параметрами Y, Z, A и H Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырёхполюсников Коэффициент усиления по мощности четырёхполюсников Определение частотных характеристик СВЧ биполярных и полевых транзисторов Модели СВЧ биполярных и полевых транзисторов в системах САПР СВЧ

### **3.4 Экзаменационные вопросы**

– Список типовых экзаменационных вопросов: 1. ПАРАМЕТРЫ СВЧ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНИКОВ. S-параметры пассивных и активных четырехполюсников. Взаимосвязь с классическими параметрами. Физический смысл S-параметров. Определение входного и выходного сопротивления СВЧ четырехполюсников. 2. ПАССИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные СВЧ пассивные элементы: резисторы, конденсаторы, индуктивности, микрополосковые линии передачи. Модели реальных элементов. Представление с помощью волновых параметров рассеяния (S- параметров). 3. АКТИВНЫЕ СВЧ ЭЛЕМЕНТЫ. Основные активные элементы: диоды, биполярные и полевые транзисторы. Линейные и нелинейные модели. Особенности представления моделей в программах САПР. 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛЕЙ. Эмпирические модели биполярных и полевых транзисторов. Методы определения параметров линейных и нелинейных моделей на основе S-параметров и вольтамперных характеристик. 5. ПАССИВНЫЕ СВЧ УСТРОЙСТВА. Пассивные СВЧ устройства: делители, сумматоры, аттенюаторы, направленные ответвители. Основные параметры и методики расчета. 6. СОГЛАСУЮЩИЕ ЦЕПИ. Назначение согласующих цепей и их представление с помощью L, C-элементов и микрополосковых линий. СВЧ фильтры и их основные характеристики. Особенности проектирования с помощью программ САПР, с применением программ электро-магнитного анализа. 7. МАЛОШУМЯЩИЕ УСИЛИТЕЛИ. Особенности расчета и проектирования МШУ. Коэффициент шума, условия согласования на минимум коэффициента шума. Определение динамических характеристик на основе метода функциональных рядов Вольтера. Расчет основных характеристик(коэффициент усиления, коэффициент шума, динамических параметров IP3 и IP2 ) с помощью САПР. 8. СВЧ УСИЛИТЕЛИ МОЩНОСТИ. Основные режимы работы СВЧ усилителей мощности: классы А, АВ, В и С. Коэффициент полезного действия, особенности расчета выходных цепей на максимальную мощность. Основные нелинейные искажения: сжатие коэффициента передачи, амплитудно-фазовая конверсия, интермодуляционные искажения. Основные схемы СВЧ усилителей.

### **3.5 Темы контрольных работ**

– Построение СВЧ приемного тракта: выбор и расчет усилителей, смесителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием. Построение передающего тракта: выбор и расчет усилителей, умножителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием

### **3.6 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

– Выбор нелинейных моделей биполярных и полевых транзисторов. Расчет основных энергетических параметров СВЧ усилителей мощности. Выбор СВЧ устройств по частотным и динамическим параметрам. Расчет динамического диапазона.

–

### **3.7 Темы лабораторных работ**

– Построение СВЧ приемного тракта: выбор и расчет усилителей, смесителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием. Построение передающего тракта: выбор и расчет усилителей, умножителей, фильтрующих устройств в соответствии с техническим заданием

– Расчет и проектирование узкополосных и широкополосных СВЧ фильтров

– Расчет и проектирование согласующих цепей

- Расчет и проектирование МШУ
- Расчет и проектирование СВЧ усилителя мощности
- Построение приемного тракта и определение основных его характеристик

#### **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. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Романовский М. Н. — Томск: ТУСУР, 2016. — 101 с. — [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/publications/5916>

##### **4.2. Дополнительная литература**

1. Сучков Д. И. Основы проектирования печатных плат в САПР P-CAD 4.5, P-CAD 8.5-8.7 и ACCEL EDA /- М. : Горячая линия-Телеком, 2000. - 620 с. : ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

2. СВЧ полупроводниковые радиопередатчики: Научное издание/ В.И. Каганов.-М.: Радио и связь,1981-399с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 36 экз.)

3. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи/ Л.Г. Гасанов, А.А, Липатов, В.В. Марков, Н.А. Могильченко.-М.: Радио и связь, 1988.-288с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

4. Шварц Н.З. Линейные транзисторные усилители СВЧ.-М.: Радио и связь, 1987.-386с (наличие в библиотеке ТУСУР - 3 экз.)

5. Машинное проектирование СВЧ устройств: Пер. с англ./ К.Гупта, Р. Гарж, Р.Чадха. М.: Радио и связь, 1987.-428с (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

##### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. 1. Винокуров В. М. Лабораторный практикум "Телекоммуникационные системы": руководство к лабораторным работам по курсам учебного направления "Телекоммуникации" на радиотехническом факультете Раздел 1: Изучение основополагающих принципов и устройств электронной ТФОП. -Томск : ТУСУР, 2007, - 59 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 100 экз.)

2. Дмитриев В.Д. Определение частотных и динамических характеристик ВЧ и СВЧ устройств. Учебно-методическое пособие по дисциплине ГПО/Томск, Изд-во ТУСУР, 2007г.,-63с. : Библиотека ТУСУР (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

3. Разработка устройств для систем беспроводной связи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы/ Дмитриев В.Д., Рогожников Е.В., Шибельгут А.А.-2014г.-37с. [Электронный ресурс]. - <http://edu.tusur.ru/training/publications/4027>

##### **4.4. Ресурсы сети Интернет**

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

1. 1. Операционные системы Windows, Linux
2. 2. Пакет программ САПР Advanced Design System (ADS), AWR Microwave Office.