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

Устройства СВЧ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	24	24	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
5	Из них в интерактивной форме	12	12	часов
6	Самостоятельная работа	40	40	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8670

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «22» 12 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. СВЧиКР _____ Фатеев А. В.

Заведующий обеспечивающей каф. СВЧиКР _____ Шарангович С. Н.

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

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

профессор ТУСУР, каф. СВЧиКР _____ Мандель А. Е.

старший преподаватель ТУСУР, каф. РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 8670

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Подготовка специалистов в области создания и обеспечения функционирования устройств СВЧ в радиоэлектронных системах и комплексах различного назначения

1.2. Задачи дисциплины

- Изучение студентами:
- • основных типов фидерных линий, их параметров и характеристик;
- • основных конструкций элементов фидерного тракта и устройств СВЧ;
- • описания устройств СВЧ посредством матричного аппарата;
- • различных способов согласования устройств СВЧ в фидерном тракте,
- • методов измерений основных параметров и характеристик устройств СВЧ.
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Устройства СВЧ» (Б1.Б.15.1) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Физика, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Антенны.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
- ПК-5 способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** физическую сущность волновых процессов, происходящих в фидерных трактах и типовых устройствах СВЧ, их математическое описание; принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения;
- **уметь** разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники конструкции фидерных линий и устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов; выбирать элементы фидерных трактов и устройств СВЧ с учётом требований миниатюризации, электромагнитной совместимости и технологичности; осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых СВЧ устройств с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; проводить натурный эксперимент по измерению основных параметров и характеристик фидерных трактов и устройств СВЧ;
- **владеть** первичными навыками настройки и регулировки устройств СВЧ при их производстве, установке и технической эксплуатации.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68
Лекции	24	24
Практические занятия	24	24

Согласована на портале № 8670

Лабораторные занятия	20	20
Из них в интерактивной форме	12	12
Самостоятельная работа (всего)	40	40
Оформление отчетов по лабораторным работам	16	16
Проработка лекционного материала	7	7
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	17
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	144	144
Зачетные Единицы Трудоемкости	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики.	4	4	0	4	12	ПК-3, ПК-5
2	Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	4	4	4	7	19	ПК-3, ПК-5
3	Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ.	2	4	0	4	10	ПК-3, ПК-5
4	Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ.	6	4	12	16	38	ПК-3, ПК-5
5	Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ.	4	6	0	4	14	ПК-3, ПК-5
6	Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	4	2	4	5	15	ПК-3, ПК-5
	Итого	24	24	20	40	108	

Согласована на портале № 8670

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
4 семестр			
1 Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики.	Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их параметры и характеристики.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
2 Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Способы узкополосного и широкополосного согласования, реактивные согласующие цепи и элементы.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
3 Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ.	Математическая модель линий передачи СВЧ. Волно-вой и классический подходы. Матричное описание и методы расчёта пассивных устройств СВЧ.	2	ПК-3, ПК-5
	Итого	2	
4 Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ.	Пассивные устройства фидерных трактов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников.	6	ПК-3, ПК-5
	Итого	6	
5 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ.	Основы автоматизированного проектирования разра-батываемых СВЧ устройств с использованием совре-менных универсальных пакетов прикладных программ и систем	4	ПК-3, ПК-5

Согласована на портале № 8670

	автоматизированного проектирования		
	Итого	4	
6 Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	Скалярные и векторные анализаторы параметров цепей. Измерения параметров СВЧ устройств в коаксиальном тракте. Измерения параметров СВЧ устройств на пластине. Измерения параметров материалов на СВЧ.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Физика	+	+	+	+	+	+
2	Электродинамика	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1	Антенны	+	+	+	+	+	+

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 занятия	Самостоятельная работа	
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

Согласована на портале № 8670

ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Компонент своевременности, Опрос на занятиях

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

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

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
4 семестр		
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	12	12
Итого за семестр:	12	12
Итого	12	12

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
2 Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
4 Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ.	Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ	12	ПК-3, ПК-5
	Итого	12	
6 Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 8670

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики.	Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их пара-метры и характеристики.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
2 Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Способы узкополосного и широкополосного согласования, реактивные согласующие цепи и элементы.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
3 Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ.	Математическая модель линий передачи СВЧ. Волновой и классический подходы. Матричное описание и методы расчёта пассивных устройств СВЧ.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
4 Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ.	Пассивные устройства фидерных трактов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников.	4	ПК-3, ПК-5
	Итого	4	
5 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ.	Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых СВЧ устройств с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования	6	ПК-3, ПК-5
	Итого	6	

Согласована на портале № 8670

6 Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	Скалярные и векторные анализаторы параметров цепей. Измерения параметров СВЧ устройств в коаксиальном тракте. Измерения параметров СВЧ устройств на пластине. Измерения параметров материалов на СВЧ.	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-3, ПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
2 Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-3, ПК-5	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	7		
3 Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-3, ПК-5	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
4 Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-3, ПК-5	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		

Согласована на портале № 8670

	Итого	16		работе, Экзамен
5 Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПК-3, ПК-5	Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	4		
6 Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1		Компонент своевременности, Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	5		
Итого за семестр		40		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		76		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
4 семестр				
Компонент своевременности	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	2	4	4	10
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		4	8	12
Итого максимум за период	18	24	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	18	42	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

Согласована на портале № 8670

≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/634, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

2. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы / под ред.: А. М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. – 205 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

3. Сверхширокополосные микроволновые устройства / под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

4. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

5. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА И СОГЛАСОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАГРУЗОК: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/132, свободный.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЁМНОГО РЕЗОНАТОРА: Руководство к лабораторной работе / Падусова Е. В., Соколова Ж. М. - 2011. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/131, свободный.

3. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3730, свободный.

4. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе /

Согласована на портале № 8670

Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3729, свободный.

5. Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом: Руководство к выполнению лабораторной работы / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3728, свободный.

6. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/2795

7. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная лаборатория (328) оборудована необходимыми установками и приборами для проведения лабораторных работ по дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой СВЧиКР с выходом в Internet:

Измерительное и презентационное оборудование:
Векторный анализатор цепей Advantest R3762AH 1 шт.
Векторный анализатор цепей Р4М-18 1шт.
Скалярный анализатор цепей Р2М-04 2 шт.
Скалярный анализатор цепей Р2М-18 1 шт.
Анализатор спектра СК4М-04 1 шт.
Осциллограф Agilent MSO7104B 1 шт.
Генератор Agilent 33522A 1 шт.
Мультиметр Agilent 34405A 1 шт.
Векторный импульсный анализатор цепей Р4-И-01 1 шт.
Векторный анализатор цепей OBZOR-103 1шт.
Анализатор спектра С4-27 1 шт.
Генератор Г3-10А 1 шт.
Генератор Г3-14А 4 шт.
Генератор Г4-79 1 шт.
Генератор Г4-9 2 шт.
Генератор Г4-109 1 шт.
Генератор Г4-144 1 шт.
Генератор Г4-126 1 шт.
Измерительный приемник Р2-60 4 шт.
Измерительная линия Р1-27 3 шт.
Измерительная линия Р1-4 2 шт.
Измерительная линия Р1-17 1 шт.
Измеритель Р5-12 3 шт.
Измеритель разности фаз ФК2-12 1 шт.
Измеритель Я2М66 1 шт.
Вольтметр В4-12 1 шт.
Осциллограф С1-74 1 шт.
Осциллограф С1-75 1 шт.
Измерительный усилитель У3-29 2 шт.
Проектор BenQ MX711 1 шт.
Проектор InFocus 3114 1 шт.
Персональный компьютер 14 шт.

Лицензионное программное обеспечение:
• Windows 7

Согласована на портале № 8670

• MS Office 2010 Professional
• Qucs
• MathCAD 15
• Keysight EMPro 2015

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 8670

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

Устройства СВЧ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- доцент каф. СВЧиКР Фатеев А. В.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 8670

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	способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн	Должен знать физическую сущность волновых процессов, происходящих в фидерных трактах и типовых устройствах СВЧ, их математическое описание; принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения; ; Должен уметь разрабатывать и обосновывать соответствующие техническому заданию и современному уровню развития теории и техники конструкции фидерных линий и устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов; выбирать элементы фидерных трактов и устройств СВЧ с учётом требований миниатюризации, электромагнитной совместимости и технологичности; осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых СВЧ устройств с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ; проводить натурный эксперимент по измерению основных параметров и характеристик фидерных трактов и устройств СВЧ; ; Должен владеть первичными навыками настройки и регулировки устройств СВЧ при их производстве, установке и технической эксплуатации.;
ПК-3	способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	

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	Обладает диапазоном практических умений,	Контролирует работу, проводит оценку,

Согласована на портале № 8670

	знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	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-5

ПК-5: способностью использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств, устройств сверхвысоких частот (СВЧ) и антенн.

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	принципы действия, основные параметры и характеристики, конструкции и назначение типовых устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов различного назначения;	осуществлять с учётом технико-экономической оптимизации схемотехническое проектирование разрабатываемых устройств СВЧ с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ;	навыками разработки типовых устройств СВЧ.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Согласована на портале № 8670

	• Опрос на занятиях; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Опрос на занятиях; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • 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)	• основные принципы схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);	• самостоятельно осваивать пакеты прикладных программ схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);	• владеет первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);
Хорошо (базовый уровень)	• имеет представление об основных принципах схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);	• свободно использовать пакеты прикладных программ схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ) ;	• частично владеет первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• даёт определения основным принципам схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);	• показывает неполное, недостаточное умение использование пакетов прикладных программ схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);	• демонстрирует неполное владение первичными навыками работы в пакетах прикладных программ для схемотехнического моделирования устройств сверхвысоких частот (СВЧ);

2.2 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов 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	физическую сущность волновых процессов, происходящих в устройствах СВЧ, их математическое описание;	решать задачи анализа и расчёта характеристик устройств СВЧ; разрабатывать и обосновывать соответствующие	навыками разработки типовых устройств СВЧ.

Согласована на портале № 8670

		техническому заданию и современному уровню развития теории и техники устройств СВЧ для радиоэлектронных систем и комплексов;	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • 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)	• Знает основные принципы проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• свободно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
Хорошо (базовый уровень)	• Имеет представление об основных принципах проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• самостоятельно разрабатывать и проектировать конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	• частично владеет навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Даёт определения основным принципам проектирования	• показывет недостаточные навыки разработки и	• демонстрирует неполное, недостаточное владение

Согласована на портале № 8670

	конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	проектирования конструкции электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;	навыками проектирования конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ;

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

– Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, лабораторным и контрольным работам по темам: Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования. Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.

3.2 Темы опросов на занятиях

– Основные типы фидерных линий (двухпроводные, коаксиальные, полосковые, щелевые, волноводные, диэлектрические, с поверхностной волной, волоконно-оптические), их параметры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой. Круговая диаграмма полных сопротивлений и проводимостей. Способы узкополосного и широкополосного согласования, реактивные согласующие цепи и элементы. Математическая модель линий передачи СВЧ. Волновой и классический подходы. Матричное описание и методы расчёта пассивных устройств СВЧ. Пассивные устройства фидерных трактов СВЧ (реактивные и согласованные нагрузки, переходы, аттенюаторы, фазовращатели, фильтры, вентили, циркуляторы, делители, направленные ответвители, резонаторы, управляемые устройства). Их технические параметры и характеристики, методы расчёта, конструкции, назначения. Принцип декомпозиции анализа сложных устройств. Каскадное соединение базовых элементов многополюсников. Основы автоматизированного проектирования разрабатываемых СВЧ устройств с использованием современных универсальных пакетов прикладных программ и систем автоматизированного проектирования Скалярные и векторные анализаторы параметров цепей. Измерения параметров СВЧ устройств в коаксиальном тракте. Измерения параметров СВЧ устройств на пластине. Измерения параметров материалов на СВЧ.

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения. Примеры. 2. Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях. 3. Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные пара-метры. 4. Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках. 5. Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности основного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов? 6. Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фаз-вая скорость, волновое со-противление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии. Мар-кировка коаксиальных ка-белей. 7. Полосковые и

Согласована на портале № 8670

микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая ско-рость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля. 8. Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощ-ность. Технология изготовления и стандарты. Применения. 9. Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна ос-новного типа, условие ее су-ществования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность. Технология изготовления. Применения. 10. Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения. 11. Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия экви-валентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними. 12. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и со-отношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений. 13. Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Пове-дение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопро-тивлением нагрузки. 14. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ни-ми. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения. 15. Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Резонансные сечения и расстояния между ними. Поведение в них компонент напряженности электрического и магнитного полей, связь с модулем коэффициента отражения от на-грузки. Сопротивление линии в резонансных сечениях и связь их с КСВ и КБВ. 16. Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие транс-форматоры, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании. 17. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последова-тельное и параллельное включения их в ЛП. Эквивалентные схемы. Пояснения на круговой диаграмме Вольперта – Смита. 18. Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, их реализация в волноводной технике, эквивалентные схемы. 19. Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы. 20. Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый. 21. Объемный резонатор: устройство, разновидности, применения. Сравнение с колебательным контуром. Включение в тракт, связь с внешними цепями. 22. Объемные резонаторы: типы колебаний, резонансные длины волн, добротности. Устройство и применение коаксиального резонатора. 23. Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели. 24. Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический под-ходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны. 25. Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы. Применения. 26. Матрицы сопротивлений и проводимостей: физический смысл элементов, испытательные режимы. Приме-нения. 27. Идеальные и реальные матрицы. Матрица рассеяния идеального вентиля, физический смысл ее элементов. 28. Фундаментальные свойства матриц: взаимности, симметрии, недиссипативности; понятия, математические формулировки, необходимость учета. 29. Недиссипативный четырехполюсник: матрицы сопротивлений и рассеяния. Реактивный многополюсник. 30. Ферриты и их свойства. Невзаимные устройства на основе эффекта Фарадея и с поперечно-подмагниченным ферритом (вентили). Фазовращатели. 31. Циркулятор: понятие, матрицы рассеяния, устройство, назначение и применения. 32. Направленный ответвитель: понятие, матрица рассеяния, устройство, назначение и применения.

3.4 Темы контрольных работ

– Основные типы фидерных линий, их параметры и характеристики. Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования. Матричное описание и методы расчёта устройств СВЧ Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ Основы автоматизированного проектирования устройств СВЧ Методы измерений основных

Согласована на портале № 8670

параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.

3.5 Темы лабораторных работ

- Трансформация сопротивлений в линии с нагрузкой и способы её согласования.
- Конструкции, электрические параметры и характеристики устройств СВЧ
- Методы измерений основных параметров и характеристик устройств и материалов СВЧ.

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. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/634, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебник для вузов/ Д.И. Воскресенский и др. – М.: Радиотехника, 2006. – 375с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
2. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы / под ред.: А. М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. – 205 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)
3. Сверхширокополосные микроволновые устройства / под ред. А. П. Креницкого, В. П. Мещанова. – М.: Радио и связь, 2001. – 560 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)
4. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)
5. Фрадин А.З. Антенно-фидерные устройства. – М.: Связь, 1977. – 440с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА И СОГЛАСОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ НАГРУЗОК: Руководство к лабораторной работе / Соколова Ж. М. - 2011. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/132, свободный.
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЁМНОГО РЕЗОНАТОРА: Руководство к лабораторной работе / Падусова Е. В., Соколова Ж. М. - 2011. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/131, свободный.
3. Исследование ферритовых вентилей и циркуляторов: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Никифоров А. Н., Фатеев А. В., Замотринский В. А., Соколова Ж. М., Падусова Е. В. - 2013. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3730, свободный.
4. Скалярный анализатор параметров цепей р2м: Руководство к лабораторной работе / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 47 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3729, свободный.
5. Измерение ε и tgδ диэлектрических материалов резонаторным методом: Руководство к выполнению лабораторной работы / Гошин Г. Г., Фатеев А. В. - 2013. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/3728, свободный.
6. Антенны и фидеры: Сборник задач с формулами и решениями / Гошин Г. Г. - 2012. 237 с. (УМП по практическим работам) [Электронный ресурс]. - http://edu.tusur.ru/publications/2795
7. Устройства СВЧ и антенны: учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Гошин Г. Г. - 2010. 42 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/7, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. http://www.cst.com
2. http://www.keysight.com

Согласована на портале № 8670