

5/41

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

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



УТВЕРЖДАЮ

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-ae0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

« 6 » \_\_\_\_\_ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ СХЕМЫ СВЧ ДИАПАЗОНА

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направления подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль(и) «Твердотельная электроника»

Форма обучения очная

Факультет электронной техники (ФЭТ)

Кафедра физической электроники (ФЭ)

Курс 2 Семестр 3

Учебный план набора 2015 года и последующих лет.

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции			36						36	часов
2.	Лабораторные работы			-						-	часов
3.	Практические занятия			18						18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)			-						-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			54						54	часов
6.	Из них в интерактивной форме			20						20	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			54						54	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			-						-	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			-						-	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			108						108	часов
	(в зачетных единицах)			3						3	ЗЕ

Зачёт 3 семестр

Томск 2015


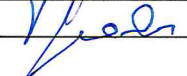
### Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) третьего поколения по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» (квалификация (степень) магистр), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014 г., №1407.

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физической электроники от « 2 » июля 2015 г., протокол № 57.

#### Разработчики:

Ассистент кафедры ФЭ  
Профессор кафедры ФЭ


 / А.С. Сальников  
 / П.Е. Троян

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


Декан ФЭТ

 / А.И. Воронин

Зав. профилирующей  
кафедрой ФЭ


 / П.Е. Троян

Зав. выпускающей  
кафедрой ФЭ


 / П.Е. Троян

#### Эксперты:

Председатель методической  
комиссии факультета ФЭТ

 / Т.И. Данилина

Председатель методической  
комиссии кафедры ФЭ

 / И.А. Чистоедова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование общего представления об интегральных схемах СВЧ диапазона (ИС СВЧ), обзор основных видов приборов и устройств, изготавливаемых на основе СВЧ ИС, технологии их изготовления и области применения, ознакомление с основными подходами к разработке СВЧ ИС.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла ООП по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» в соответствии с ФГОС 3+ (Б1.В.ОД.2.2).

Изучение дисциплины базируется на следующих ранее изучаемых дисциплинах: материалы и элементы электронной техники, твердотельная электроника, технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники, основы СВЧ-электроники.

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины, изучаемые позднее: моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС, гетероструктурные полупроводниковые приборы.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);
- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области (ОПК-4);
- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов (ПК-4);
- способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10).

### 3.2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

**знать:** основы теории СВЧ цепей, методы описания многополосников, физический смысл параметров рассеяния; методы согласования волновых сопротивлений; характеристики и технологии изготовления активных и пассивных элементов СВЧ ИС; принципы и устройства СВЧ измерений; современные системы автоматизированного проектирования СВЧ ИС;

**уметь:** рассчитывать телеграфные уравнения длинных линий; рассчитывать согласующие цепи; моделировать активные и пассивные элементы;

**владеть:** навыками работы САПР Microwave Office; навыками разработки согласующих цепей; навыками моделирования СВЧ цепей.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
В том числе:	-	-
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
В том числе:	-	-
Подготовка к практическим занятиям	48	48
Подготовка к контрольному тестированию	4	4
Подготовка к семинару	2	2
Общая трудоемкость час	<b>108</b>	<b>108</b>
Зачетные Единицы Трудоемкости	<b>3</b>	<b>3</b>



## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОПК, ПК, ПСК)
1.	Основы теории СВЧ цепей	10	6	10	26	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10
2.	Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	10	2	10	22	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10
3.	Технология СВЧ ИС	8	0	8	16	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10
4.	САПР СВЧ ИС	8	10	20	38	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Основы теории СВЧ цепей	Волновые процессы в длинных линиях. Представление СВЧ устройств в виде многополюсников. Параметры рассеяния. Методы анализа СВЧ устройств. Узкополосное и широкополосное согласование.	10	ОПК-2, ОПК-4
2.	Пассивные и активные элементы СВЧ устройств	СВЧ транзисторы. СВЧ диоды. Сосредоточенные пассивные элементы. Распределенные пассивные элементы.	10	ОПК-2, ОПК-4
3.	Технология СВЧ ИС	Монолитные и гибридные интегральные схемы СВЧ. Гетероструктурные технологии изготовления. Основные принципы зондовых измерений СВЧ МИС.	8	ОПК-2, ОПК-4
4.	САПР СВЧ ИС	Виды современных САПР. Схемотехнические САПР. Топологические САПР. Системы электромагнитного анализа. Современные САПР.	8	ОПК-2, ОПК-4

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин			
		1	2	3	4
<b>Предшествующие дисциплины</b>					
1.	материалы и элементы электронной техники		+	+	
2.	твердотельная электроника		+	+	
3.	технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники			+	
4.	основы СВЧ-электроники	+	+	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>					
1.	моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС	+	+	+	
2.	гетероструктурные полупроводниковые приборы гетероструктурные полупроводниковые приборы		+	+	+

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий			Формы контроля
	Л	Практ.	СРС	
ОПК-2	+		+	Контрольное тестирование, оценка активности на семинаре
ОПК-4	+		+	Контрольное тестирование, выполнение практического задания
ПК-4		+	+	Выполнение практического задания
ПК-10		+	+	Выполнение практического задания

#### 6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

##### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Всего
<i>Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением</i>		6	0	6
<i>Работа в команде</i>		0	14	14
Итого интерактивных занятий		6	14	20

#### 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

не предусмотрено

#### 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	1	Вводное занятие, входное тестовое задание	2	ПК-4, ПК-10
2.	1	Волновые уравнения в СВЧ схемах. Волновое сопротивление	2	ПК-4, ПК-10
3.	1	Задача согласования импедансов. Аналитический расчёт.	2	ПК-4, ПК-10
4.	2	Диаграмма Вольперта-Смита в задаче согласования импедансов.	2	ПК-4, ПК-10
5.	4	Знакомство с САПР Microwave Office. Проектирование простейших фильтров.	2	ПК-4, ПК-10
6.	4	Расчет и моделирование элементов линий передач	2	ПК-4, ПК-10
7.	4	Расчет и моделирование четырехполосников	2	ПК-4, ПК-10
8.	4	Расчет и моделирование согласующих цепей	4	ПК-4, ПК-10

#### 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы (детализация)	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК	Контроль выполнения работы
1	1	Подготовка к практическим занятиям по СВЧ цепям, решению волновых уравнений, телеграфным уравнениям, диаграмме Вольперта-Смита. Подготовка к контрольному тестированию.	10	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10	Контрольное тестирование, выполнение практических заданий
2	2	Подготовка к практическим занятиям по видам активных и пассивных элементам МИС, их характеристикам и параметрам. Подготовка к контрольному тестированию.	10	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10	Контрольное тестирование, выполнение практических заданий



3	3	Подготовка к семинару по современным технологиям изготовления СВЧ МИС	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10	Оценка активности участия в семинаре
4	4	Изучение пользовательского интерфейса, приёмов работы, получения и сохранения результатов в САПР AWR Microwave Office. Подготовка к практическим занятиям.	20	ОПК-2, ОПК-4, ПК-4, ПК-10	Выполнение практических заданий

## 10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

## 11. РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ

Таблица 11.1. Балльные оценки для элементов контроля дисциплины

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
Выполнение практических заданий	16	20	30	66
Активное участие в семинаре	0	8	0	8
Контрольное тестирование	14	0	0	14
Компонент своевременности	4	4	4	12
<b>Итого максимум за период:</b>	<b>34</b>	<b>32</b>	<b>34</b>	<b>100</b>
<b>Нарастающим итогом</b>	<b>34</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

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

Таблица 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный зачёт	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	95 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	87 – 94	B (очень хорошо)
	80 – 86	C (хорошо)
	74 – 80	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	67 – 73	E (посредственно)
	60 – 66	F (неудовлетворительно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## **12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **12.1. Основная литература**

12.1.1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (У.п.), ТУСУР, 2013.- 66 стр. – [электронный ресурс]. [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=237](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237)

### **12.2. Дополнительная литература**

12.2.1. Данилин В.Н. Аналоговые полупроводниковые интегральные схемы СВЧ / Валентин Николаевич Данилин, А.И. Кушниренко, Гарри Васильевич Петров. - М. : Радио и связь, 1985. - 192 с. **(16)**

12.2.2. Маттей Д. Л. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи / Д. Л. Маттей, Л. Янг, Е. М. Т. Джонс // пер с англ., ред.: Л. В. Алексеев, Ф. В. Кушнир. - М. : Связь, 1972. - Т. 1. - 438 с. **(5)**

12.2.3. Будурис Ж. Цепи сверхвысоких частот: Теория и применение / Ж. Будурис, П. Шеневье // Пер. с фр., ред. пер А. Л. Зиновьев. - М.: Советское радио, 1979. - 285 с. **(8)**

12.2.4. Фильтры и цепи СВЧ / пер. с англ. Л. В. Алексеев, А. Е. Знаменский, В. С. Поляков. - М.: Связь, 1976. - 246 с. **(10)**

12.2.5. Фуско. В. СВЧ цепи: Анализ и автоматизированное проектирование / В. Фуско // Пер с англ., ред. пер. В. И. Вольман. - М.: Радио и связь, 1990. - 287 с. **(19)**

### **12.3. Учебно-методическое пособие**

12.3.1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе), ТУСУР, 2013.-37 стр. – [электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=237](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237)

### **12.4. Программное обеспечение**

12.4.1. САПР СВЧ устройств AWR Microwave Office

### **12.5. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

При обучении используются базы данных периодических изданий и ресурсы Интернета.

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

12.6.1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

12.6.2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>

## **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации программы учебной дисциплины требуется аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; для реализации лабораторных работ – компьютерный класс.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой ФЭ  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Интегральные схемы СВЧ-диапазона**

Уровень основной образовательной программы: **Магистратура**  
Направление подготовки (специальность): **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**  
Профиль: **Твердотельная электроника**  
Форма обучения: **очная**  
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**  
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**  
Курс: **2**  
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

– каф. ФЭ Сальников А. С.

Зачет: 3 семестр

Томск 2016



## 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-4	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	Должен знать – основы теории СВЧ цепей, методы описания многополюсников, физический смысл параметров рассеяния; Должен уметь – рассчитывать телеграфные уравнения длинных линий; Должен владеть – навыками работы в САПР Microwave Office;
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать – методы согласования волновых сопротивлений; характеристики и технологии изготовления активных и пассивных элементов СВЧ ИС; Должен уметь – рассчитывать согласующие цепи; Должен владеть – навыками разработки согласующих цепей;
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Должен знать – принципы и устройства СВЧ измерений; Должен уметь – моделировать активные и пассивные элементы; Должен владеть – навыками моделирования СВЧ цепей
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать – современные системы автоматизированного проектирования СВЧ ИС; Должен уметь – представить базовый технологический процесс СВЧ МИС; Должен владеть – навыками расчета полосковых шлейфов

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-4

ПК-4: способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.

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	основы теории СВЧ цепей, методы описания многополюсников, физический смысл параметров рассеяния;	рассчитывать телеграфные уравнения длинных линий;	навыками работы в САПР Microwave Office\$
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Подготовка к зачету;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Семинар на заданную тему</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</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)	знает уравнения описания СВЧ цепей и описываемые ими физические принципы, знает параметры многополюсников и области их применения,	свободно применяет телеграфные уравнения длинных линий при решении нестандартных задач	способен быстро и эффективно решать задачи с помощью САПР СВЧ устройств, самостоятельно осваивает новые инструменты

	знает точное определение параметров матрицы рассеяния в общем случае, их области применения и принципы измерения.		
Хорошо (базовый уровень)	знает основные уравнения описания СВЧ цепей, параметры многополюсников и задаваемые ими уравнения, знает определение параметров матрицы рассеяния в общем случае.	решать типовые задачи на расчёт длинных линий	способен решать типовые задачи с помощью САПР СВЧ устройств
Удовлетворительно (пороговый уровень)	основные понятия в теории СВЧ цепей, перечисляет основные параметры многополюсников, понятие параметров рассеяния и смысл параметров $S_{21}$ и $S_{11}$ .	воспроизвести основные телеграфные уравнения длинных линий	владеет основными навыками работы в САПР СВЧ устройств

## 2.2 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.

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 согласования волновых сопротивлений; - характеристики и технологии изготовления активных и пассивных элементов СВЧ ИС;	рассчитывать согласующие цепи;	навыками разработки согласующих цепей;
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>



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 методы узкополосного и широкополосного согласования и их разделение по применимости, знает все виды активных и пассивных устройств, способен сравнить элементы по разным технологиям	свободно рассчитывает согласующие цепи разного вида, способен оценить ширину полосы согласующих цепей	свободно использует САПР для получения согласующих цепей и их моделирования
Хорошо (базовый уровень)	знает основные методы согласования, знает виды активных и пассивных устройств	свободно рассчитывает согласующие цепи разных видов	способен рассчитать согласующую цепь и подтвердить её работоспособность в САПР
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает аналитический метод согласования, знает основной перечень элементов СВЧ ИС.	способен рассчитать параметры типовой согласующей цепи	способен рассчитать аналитически согласующие цепи

### 2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы и устройства СВЧ измерений;	моделировать активные и пассивные элементы;	навыками моделирования СВЧ цепей
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>

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)	свободно владеет характеристиками элементов СВЧ МИС, принципами и оборудованьями для их измерения	свободно моделирует пассивные и активные элементы СВЧ ИС	свободно моделирует различные СВЧ цепи, использует все доступные виды и способы моделирования в САПР
Хорошо (базовый уровень)	знает основные виды характеристик элементов СВЧ МИС и принципы их измерения.	классифицирует модели СВЧ элементов, знает основные принцип их построения	способен моделировать требуемые характеристик СВЧ цепей в соответствии с заданием
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные виды характеристик элементов СВЧ МИС	классифицирует модели СВЧ элементов	способен моделировать типовые схемы в САПР

#### 2.4 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 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные системы автоматизированного проектирования СВЧ ИС	представить базовый технологический процесс СВЧ МИС	навыками расчета полосковых шлейфов
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольное тестирование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчёт по выполнению задания на практическом занятии;</li> </ul>

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)	знает коммерческие САПР, указывает их основные возможности и доступные инструменты, способен сравнить их	представляет технологические процессы на основе Si и GaAs, сравнивает их между собой	свободно рассчитывает шлейфы и полосковые устройства на их основе
Хорошо (базовый уровень)	знает коммерческие САПР, способен сравнить их	представляет базовый технологический процесс изготовления и	свободно рассчитывает КЗ и ХХ шлейфы, представляет несколько

	возможности	практические аспекты их реализации	вариантов решения задачи
Удовлетворительный (пороговый уровень)	знает основные коммерческие САПР	представляет базовые технологический процесс изготовления СВЧ МИС.	способен рассчитать основные виды КЗ и ХХ шлейфов

### 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 Типовые задания для контрольного тестирования (входной контроль)

1. Запишите закон Ома
2. Децибелная шкала. Переведите в дБ коэффициент усиления 0,1; 1; 2; 10; 100
3. Запишите Комплексное сопротивление и проводимость
4. Запишите три Основные элементы цепи
5. Запишите формулы для последовательного и параллельного соединения в терминах комплексного сопротивления и проводимости
6. Определение резонанса. Нарисуйте колебательный контур. Чему равна резонансная частота

#### 3.2 Темы семинаров для практических занятий

1. Расчёт и моделирование ВЧ и НЧ фильтров на сосредоточенных элементах
2. Аналитическое решение задачи согласования
3. Обзор систем автоматизированное проектирования СВЧ устройств

#### 3.3 Вопросы для зачёта

1. Особенности СВЧ диапазона
2. Виды линий передач.
3. Математическое описание линии передач. Основные параметры.
4. Входной импеданс нагруженной линии. Холостой и короткозамкнутый шлейфы.
5. Матрицы параметров цепи. Матрица рассеяния.
6. Диаграмма Вольперта-Смита
7. Задача согласования импедансов
8. СВЧ транзисторы и их параметры
9. Перспективы развития ИС 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 формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### 4.1. Основная литература

1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (У.п.), ТУСУР, 2013.- 66 стр. – [электронный ресурс]. [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=237](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237)

#### 4.2. Дополнительная литература

1. Данилин В.Н. Аналоговые полупроводниковые интегральные схемы СВЧ / Валентин Николаевич Данилин, А.И. Кушниренко, Гарри Васильевич Петров. - М. : Радио и связь, 1985. - 192 с. (16)
2. Маттей Д. Л. Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи / Д. Л. Маттей, Л. Янг, Е. М. Т. Джонс // пер с англ., ред.: Л. В. Алексеев, Ф. В. Кушнир. - М. : Связь, 1972. - Т. 1. - 438 с. (5)
3. Будурис Ж. Цепи сверхвысоких частот: Теория и применение / Ж. Будурис, П. Шеневье // Пер. с фр., ред. пер А. Л. Зиновьев. - М.: Советское радио, 1979. - 285 с. (8)



4. Фильтры и цепи СВЧ / пер. с англ. Л. В. Алексеев, А. Е. Знаменский, В. С. Поляков. - М.: Связь, 1976. - 246 с. **(10)**
5. Фуско. В. СВЧ цепи: Анализ и автоматизированное проектирование / В. Фуско // Пер с англ., ред. пер. В. И. Вольман. - М.: Радио и связь, 1990. - 287 с. **(19)**

#### **4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение**

1. Сальников А.С. Интегральные схемы СВЧ диапазона (Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе), ТУСУР, 2013.-37 стр. – [электронный ресурс]. - [http://miel.tusur.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=237](http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=237)

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

1. «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
2. «Научно-образовательный портал ТУСУР» [Электронный ресурс]: научно-образовательный портал университета. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>