МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
(Проректор по учебной работе)
_____ **Л. А. Боков**
«6» 07 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ СВЧ МИС

Уровень основной образовательной программы магистратура

Направления подготовки **11.04.04** «Электроника и наноэлектроника»

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			18						18	часов
2.	Лабораторные работы			16						16	часов
3.	Практические занятия			18						18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)			-						-	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)			52						52	часов
6.	Из них в интерактивной форме			24						24	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)			56						56	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)			108						108	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена			36						36	часов
10.	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)			144						144	часов
	(в зачетных единицах)			4						4	ЗЕ

Экзамен 3 **семестр**

Томск 2015

Согласована на портале № 12835

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 57 от « 2 » 7 2015 г.

Лист согласований

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) 3+ 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 » 07 2015 г., протокол № 57.

Разработчики:

Ассистент кафедры ФЭ _____ / А.С. Сальников

Профессор кафедры ФЭ _____ / 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

Согласована на портале № 12835

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Получение знаний о методах моделирования и проектировании гетероструктурных СВЧ МИС, включая современные подходы к автоматизированному проектированию.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части профессионального цикла ООП по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» в соответствии с ФГОС 3+ (Б1.В.ОД.2.3).

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

На материалах, изучаемых в данной дисциплине, базируются следующие дисциплины, изучаемые позднее: гетероструктурные полупроводниковые приборы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения (ОПК-1);

– способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры (ОПК-2);

– способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);

– способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-5);

– готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ (ПК-7);

– способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-8);

– способность разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-9);

– способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники (ПК-10);

– способность проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства (ПК-11);

– способность самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых ИС, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур (TCAD) (ПСК-2).

3.2. В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать: основные виды элементов и функциональных блоков СВЧ МИС и их характеристики; параметры и принцип действия СВЧ транзисторов; алгоритмы моделирования элементов и цепей СВЧ; виды и основные подходы к построению моделей;

уметь: проводить построение математических моделей элементов СВЧ МИС; решать задачу согласования; рассчитывать транзисторные усилители;

владеть: навыками работы в программах моделирования и системах автоматизированного проектирования СВЧ МИС.

Согласована на портале № 12835

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	**52**	**40**
В том числе:	-	
Лекции	18	8
Лабораторные работы	16	20
Практические занятия	18	12
Самостоятельная работа (всего)	**92**	**104**
В том числе:	-	
Подготовка к контрольному тестированию	4	4
Подготовка к практическим занятиям	20	24
Подготовка к лабораторным работам	32	40
Подготовка к экзамену	36	36
Общая трудоемкость час	**144**	**144**
Зачетные Единицы Трудоемкости	**4**	**4**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самост. работа студента	Всего час	Формируемые компетенции (ОПК, ПК, ПСК)
1.	Основные элементы и функциональные блоки СВЧ МИС	4	0	4	12	20	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-5, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
2.	Модели элементов СВЧ МИС	4	0	4	16	24	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-5, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
3.	Моделирование СВЧ цепей	4	8	6	20	38	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-5, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
4.	Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	6	8	4	44	62	ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-5, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК, ПСК)
1.	Основные элементы и функциональные блоки СВЧ МИС	Характеристики гетероструктурных транзисторов. Делители и сумматоры мощности. СВЧ фильтры. Малошумящие усилители. Усилители мощности.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-5
2.	Модели элементов СВЧ МИС	Виды моделей. Модели пассивных элементов. Модели линий передач. Модели активных элементов. Подходы к построению моделей элементов.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-5

Согласована на портале № 12835

3.	Моделирование СВЧ цепей	Представление устройств в виде четырехполюсника. Методы анализа цепей. Электромагнитное моделирование СВЧ устройств.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПК-5
4.	Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	Задача широкополосного и узкополосного согласования. Проектирование малошумящих усилителей. Проектирование усилителей мощности.	6	ОПК-1, ОПК-2, ПК-5

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
Предшествующие дисциплины					
1.	материалы и элементы электронной техники	+	+		
2.	твердотельная электроника	+	+		
3.	технология арсенид-галлиевой гетероструктурной электроники	+	+		
4.	основы СВЧ-электроники	+	+	+	+
5.	интегральные схемы СВЧ диапазона	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1.	гетероструктурные полупроводниковые приборы	+	+	+	

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

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	Л	Практ.	Лаб.	СРС	
ОПК-1	+				Контрольное тестирование
ОПК-2	+			+	Контрольное тестирование
ПК-2		+		+	Выполнение практических заданий
ПК-5	+			+	Коллоквиум
ПК-7		+		+	Выполнение практических заданий
ПК-8		+		+	Выполнение практических заданий
ПК-9			+	+	Защита лабораторной работы
ПК-10			+	+	Защита лабораторной работы
ПК-11			+	+	Защита лабораторной работы
ПСК-2			+	+	Защита лабораторной работы

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы / Формы	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лабораторные работы (час)	Всего
Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением	4	4	0	8
Работа в команде		8	8	16
Итого интерактивных занятий	4	12	8	24

Согласована на портале № 12835

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК, ПСК
1.	3	Основные элементы и функциональные блоки СВЧ МИС	4	ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
2.	3	Построение моделей СВЧ МИС	4	ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
3.	4	Проектирование пассивных СВЧ устройств	4	ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2
4.	4	Методы моделирования схем	4	ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Моделирование пассивных элементов СВЧ МИС	4	ПК-2, ПК-7, ПК-8
2.	1	Электромагнитное моделирование	4	ПК-2, ПК-7, ПК-8
3.	2	Проектирование транзисторного СВЧ усилителя	6	ПК-2, ПК-7, ПК-8
4.	3	Виды моделей элементов СВЧ МИС	4	ПК-2, ПК-7, ПК-8

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 заданиям. Подготовка к выполнению лабораторной работы №1	12	ОПК-2, ПК-2, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Защита лабораторной работы, выполнение практических заданий
2	2	Подготовка к практическим заданиям. Подготовка к выполнению лабораторной работы №2. Подготовка к контрольному тестированию.	16	ОПК-2, ПК-2, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Защита лабораторной работы, выполнение практических заданий, контрольное тестирование
3	3	Подготовка к практическим заданиям. Подготовка к выполнению лабораторной работы №3	20	ОПК-2, ПК-2, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Защита лабораторной работы, выполнение практических заданий
4	4	Подготовка к выполнению лабораторной работы №4. Подготовка к контрольному тестированию.	8	ОПК-2, ПК-2, ПК-7,ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Защита лабораторной работы, контрольное тестирование
5	4	Подготовка и сдача экзамена	36		Оценка на экзамене

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

не предусмотрено

Согласована на портале № 12835

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 и защита лабораторных работ	8	8	10	**26**
Выполнение практических заданий	8	12	10	**30**
Контрольное тестирование	4	0	4	**8**
Компонент своевременности	2	2	2	**6**
Итого максимум за период:	**22**	**22**	**26**	**70**
Сдача экзамена (максимум)				**30**
Нарастающим итогом	**20**	**42**	**70**	**100**

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 экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	**80 – 100**	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	**70 – 79**	B (очень хорошо)
	60 – 69	C (хорошо)
	50 – 59	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	**45 – 49**	
	40 – 45	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	**Ниже 40 баллов**	F (неудовлетворительно)

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Основная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с.

http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_,Осипов%20К_Ю_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(УП).pdf

12.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Алехин и др., ред. Г. И. Веселов. - М.: Высшая школа, 1988. - 279 с. **(29)**

2. Вопросы электроники СВЧ : сб. науч. тр. / ред. А. Д. Сушков. - СПб. : Санкт-Петербургский электротехнический институт, 1992. - 61[1] с. **(1)**

3. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха // пер. с англ., ред. пер. В. Г. Шейнкман. - М. : Радио и связь, 1987. - 428 с. **(23)**

4. Климачев И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, В. А. Иовдальский // ред. А. Н. Королев. - М.: Техносфера, 2006. - 351 с. **(30)**

12.3. Учебно-методические пособия

1. Сальников А.С. "Моделирование и проектирование гетероструктуных СВЧ МИС" (метод. указ. по практ. зан. и сам. работе), ТУСУР, 2013.- 32 стр. – [электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Сальников_МИПГСВЧМИС_ПрактическиеЗанятия.pdf

Указания по практическим занятиям: С. 4-9.

Указания по самостоятельной работе: С. 10-32.

Согласована на портале № 12835

2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с.

http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(Лаб%20практ).pdf

12.4. Программное обеспечение

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.

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Согласована на портале № 12835

Приложение 1

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
«18» ____10_____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС

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 Сахаров Ю. В.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 12835

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
ПСК-2	способностью самостоятельно разрабатывать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых интегральных схем, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур	Должен знать активные и пассивные элементы СВЧ МИС; Должен уметь проводить построение математических моделей элементов СВЧ МИС; Должен владеть навыками работы в программах моделирования;
ПК-5	способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Должен знать виды СВЧ устройств; Должен уметь решать задачу согласования; Должен владеть навыками разработки схем в САПР СВЧ устройств;
ПК-10	способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Должен знать технологию изготовления и физические принципы работы СВЧ транзисторов; Должен уметь описать принципы распространения радиоволн в различных средах; Должен владеть разработкой топологии СВЧ интегральных схем;
ПК-11	способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Должен знать параметры СВЧ транзисторов; Должен уметь оценить применимость технологического процесса для изготовления устройства; Должен владеть общим технологическим процессом изготовления и сборки СВЧ устройств;
ПК-9	способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	Должен знать алгоритмы моделирования СВЧ цепей; Должен уметь связать физические процессы в транзисторе и его параметры; Должен владеть общими принципами разработки библиотек элементов;
ПК-8	способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с	Должен знать виды и основные подходы к построению моделей;

Согласована на портале № 12835

	учетом заданных требований	Должен уметь дать общую оценку электронной компонентной базы; Должен владеть основными навыками обработки результатов СВЧ измерений;
ПК-7	готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	Должен знать основные методы синтеза СВЧ цепей; Должен уметь назвать основные подходы к автоматизированному синтезу СВЧ цепей; Должен владеть навыками автоматизированного синтеза простейших СВЧ цепей;
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	Должен знать принципы работы, параметры и основы проектирования линейных усилителей; Должен уметь рассчитать основные параметры линейных усилителей; Должен владеть основными принципами проектирования линейных усилителей;
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать принципы работы, параметры и основы проектирования малошумящих усилителей; Должен уметь рассчитать основные параметры малошумящих усилителей; Должен владеть основными принципами проектирования малошумящих усилителей;
ОПК-1	способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения	Должен знать принципы работы, параметры и основы проектирования усилителей мощности; Должен уметь рассчитать основные параметры усилителей мощности; Должен владеть основными принципами проектирования усилителей мощности;

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

Согласована на портале № 12835

			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 ПСК-2

ПСК-2: способностью самостоятельно разрабавать модели наногетероструктур, активных и пассивных элементов, технологических операций изготовления гетероструктурных МИС СВЧ с использованием технологических систем моделирования и проектирования элементов и технологий полупроводниковых интегральных схем, в том числе МИС СВЧ, изготавливаемых на основе гетероструктур.

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	активные и пассивные элементы СВЧ МИС;	проводить построение математических моделей элементов СВЧ МИС;	навыками работы в программах моделирования;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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)	отлично представляет элементы СВЧ МИС, технологии изготовления и их математические модели	способен построить довольно сложные математические модели элементов СВЧ МИС	свободно владеет программами моделирования, способен использовать все их возможности
Хорошо (базовый уровень)	представляет виды элементов СВЧ МИС и	способен построить простейшие	способен выполнять типовые работы в

Согласована на портале № 12835

	их технологии изготовления	математические модели элементов СВЧ МИС	программах моделирования
Удовлетворительно (пороговый уровень)	основные виды активных и пассивных элементов СВЧ МИС	представляет общие методы построения математических моделей элементов СВЧ МИС	представляет общие подходы работы в программах моделирования

2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

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	виды СВЧ устройств;	уметь решать задачу согласования;	владеть навыками разработки схем в САПР СВЧ устройств;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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 виды СВЧ устройств и их параметры, представляет тенденции их развития	свободно рассчитывает согласующие цепи, представляет влияние структуры на характеристики	способен проектировать линейные СВЧ усилители, представляет влияние параметров транзистора на характеристики устройства
Хорошо (базовый уровень)	знает виды СВЧ устройств и их основные параметры;	способен рассчитывать простейшие согласующие цепи	способен проектировать простейшие линейные СВЧ усилители

Согласована на портале № 12835

Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные виды СВЧ устройств;	перечисляет методы решения задачи согласования, их основные черты	способен спроектировать простейшие СВЧ фильтры

2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	технологию изготовления и физические принципы работы СВЧ транзисторов;	описать принципы распространения радиоволн в различных средах;	разработкой топологии СВЧ интегральных схем;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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)	представляет технологический процесс изготовления, физические принципы работы транзистора, представляет их связь между собой	математически описывает распространения сигнала в длинных линиях, представляет особенности распространения разных диапазонов	способен подготовить законченную топологию СВЧ интегральной схеме, содержащую основные и дополнительные элементы
Хорошо (базовый уровень)	может показать технологический процесс, способен	представляет практические аспекты распространения СВЧ	способен подготовить топологию СВЧ интегральной схемы в

Согласована на портале № 12835

	описать физические принципы работы СВЧ транзистора	волн в линиях передач, а также в свободном пространстве	виде основных элементов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	имеет общее представление о технологии СВЧ транзисторов	знает общие принципы распространения волн в свободном пространстве и материале	представляет топологии отдельных элементов СВЧ интегральных схем

2.4 Компетенция ПК-11

ПК-11: способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства.

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	параметры СВЧ транзисторов;	оценить применимость технологического процесса для изготовления устройства;	общим технологическим процессом изготовления и сборки СВЧ устройств;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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)	представляет параметры транзистора, способен сравнить разные технологии по этим параметрам	представляет разные технологии изготовления СВЧ МИС, их параметры и типовые области применения	способен представить технологический процесс изготовления и сборки СВЧ МИС, а также методы его параметрического контроля

Согласована на портале № 12835

Хорошо (базовый уровень)	знает параметры транзистора, представляет формулы для их расчёта	знает основные технологии СВЧ МИС и параметры для их оценки	имеет целостное представления о технологическом процессе изготовления и сборки СВЧ МИС
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные параметры транзистора	знает основные технологии изготовления СВЧ МИС	представляет этапы технологического процесса изготовления СВЧ МИС

2.5 Компетенция ПК-9

ПК-9: способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями.

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

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	алгоритмы моделирования СВЧ цепей;	связать физические процессы в транзисторе и его параметры;	общими принципами разработки библиотек элементов;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	представляет методы моделирования СВЧ цепей и математический аппарат, лежащий в их основе	представляет параметры, физические процессы в транзисторе и их количественную связь в виде формул	способен разрабатывать библиотеки элементов и использовать их в САПР
Хорошо (базовый уровень)	представляет методы моделирования СВЧ цепей и области их	представляет параметры, физические процессы в транзисторе и их	представляет состав библиотеки элементов и подходы к их разработке

Согласована на портале № 12835

	применения	качественную связь	
Удовлетворительно (пороговый уровень)	даёт классификацию подходов к моделированию СВЧ цепей	представляет параметры и физические процессы в СВЧ транзисторе	даёт определение библиотеки элементов, может использовать библиотеки элементов в САПР

2.6 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований.

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

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	виды и основные подходы к построению моделей;	дать общую оценку электронной компонентной базы;	основными навыками обработки результатов СВЧ измерений;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

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

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	владеет методами построения моделей и их математическим аппаратом	способен осуществить и обосновать выбор электронной компонентой базы к данной задаче	выполняет исключение паразитных параметров в специализированной программе несколькими методами
Хорошо (базовый уровень)	представляет в общем виде методы построения моделей	имеет представления о параметрах выбора электронной компонентной базе	выполняет исключение паразитных параметров в специализированной программе
Удовлетворительн	даёт классификацию	даёт определение	представляет основные

Согласована на портале № 12835

о (пороговый уровень)	методов построения моделей	электронной компонентной базы	методы обработки результатов СВЧ измерений

2.7 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные методы синтеза СВЧ цепей;	назвать основные подходы к автоматизированному синтезу СВЧ цепей;	владеть навыками автоматизированного синтеза простейших СВЧ цепей;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	даёт определение автоматизированного синтеза, перечисляет основные подходы и программное обеспечение	хорошо ориентируется в методах автоматизированного синтеза, представляет их математический аппарат	свободно владеет программами автоматизированного синтеза, способен использовать результаты в практических задачах
Хорошо (базовый уровень)	даёт определение автоматизированного синтеза, перечисляет основные подходы	называет основные подходы к автоматизированному синтезу и современные направления развития области	способен самостоятельно выполнять автоматизированный синтез в специализированных

Согласована на портале № 12835

			программах
Удовлетворительно (пороговый уровень)	даёт определение автоматизированного синтеза	называет основные подходы к автоматизированному синтезу	способен решить типовые задачи автоматизированного синтеза СВЧ цепей

2.8 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы работы, параметры и основы проектирования линейных усилителей;	рассчитать основные параметры линейных усилителей;	основными принципами проектирования линейных усилителей;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	знает принципы работы, параметры и основы проектирования линейных усилителей;	рассчитывает параметры линейного усилителя, осознаёт связь и компромисс не только технических, но и экономических параметров	способен решать практические задачи по проектированию линейных усилителей в САПР СВЧ устройств
Хорошо (базовый уровень)	знает принципы работы и основные параметры линейных усилителей;	рассчитывает параметры линейного усилителя, понимает компромисс	способен применить принципы проектирования

Согласована на портале № 12835

		между параметрами	линейных усилителей в САПР
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные параметры линейных усилителей;	рассчитывает несколько основных параметров в типовых задачах	знает основные принципы проектирования линейных усилителей

2.9 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 19.

Таблица 19 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы работы, параметры и основы проектирования малошумящих усилителей;	рассчитать основные параметры малошумящих усилителей;	основными принципами проектирования малошумящих усилителей;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	знает принципы работы, параметры и основы проектирования малошумящих усилителей;	рассчитывает параметры малошумящего усилителя, осознаёт связь и компромисс не только технических, но и экономических параметров	способен решать практические задачи по проектированию малошумящих усилителей в САПР СВЧ устройств
Хорошо (базовый уровень)	знает принципы работы и основные параметры	рассчитывает параметры малошумящего	способен применить принципы

Согласована на портале № 12835

	малошумящих усилителей;	усилителя, понимает компромисс между параметрами	проектирования малошумящих усилителей в САПР
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные параметры малошумящих усилителей;	рассчитывает несколько основных параметров в типовых задачах	знает основные принципы проектирования малошумящих усилителей

2.10 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	принципы работы, параметры и основы проектирования усилителей мощности;	рассчитать основные параметры усилителей мощности;	основными принципами проектирования усилителей мощности;
Виды занятий	• Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен;	• Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	знает принципы работы, параметры и основы проектирования усилителей мощности;	рассчитывает параметры усилителя мощности, осознаёт связь и компромисс не только технических, но и экономических параметров	способен решать практические задачи по проектированию усилителей мощности в САПР СВЧ устройств
Хорошо (базовый	знает принципы работы	рассчитывает параметры	способен применить

Согласована на портале № 12835

уровень)	и основные параметры усилителей мощности;	усилителя мощности, понимает компромисс между параметрами	принципы проектирования усилителей мощности в САПР
Удовлетворительно (пороговый уровень)	знает основные параметры усилителей мощности;	рассчитывает несколько основных параметров в типовых задачах	знает основные принципы проектирования усилителей мощности

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. Децибельная 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 Пример вопросов практического занятия

Пример 1. Определить добротность Q согласующей цепи, трансформирующей активную нагрузку с номиналом 5 Ом в активное сопротивление 50 Ом; рассчитать на частоте 850 МГц согласующую Г-образную цепь.

Пример 2. Решить задачу из примера 1, используя в качестве согласующей Т-образную цепь.

Пример 3. Решить задачу из примера 1, используя в качестве согласующей П-образную цепь.

Пример 4. На входе и выходе усилителя (рис. 4.21) с выходной мощностью 4 Вт, работающего на частоте 137 МГц, включены отрезки линии передач с волновым сопротивлением 50 Ом. По справочнику определены на частоте 137 МГц: входное сопротивление транзистора (1,5+j1,2) Ом; емкость между коллектором и эмиттером C_H = 60 пФ; напряжение источника питания 9 В. Рассчитать согласующие цепи на входе и выходе усилителя.

3.3 Вопросы для коллоквиума

1. Описание шумящего четырехполюсникав системе волновых параметров
2. Вывод выражения для коэффициента шума в Т-параметрах
3. Многополюсники СВЧ
4. Методы расчета СВЧ устройств
5. Основы синтеза фильтров СВЧ

3.4 Темы лабораторных работ

1. Расчет и моделирование элементов линий передач
2. Расчет и моделирование четырехполюсников
3. Расчет и моделирование согласующих цепей
4. Исследование методов деэмбеддинга и экстракции для зондовых измерений
5. Разработка линейного усилителя на биполярном транзисторе

3.5 Вопросы для экзамена

1. Состояние исследований в области полупроводниковой электроники в России и мире.
2. САПР СВЧ устройств: назначение, состав, особенности. Библиотеки элементов для САПР.
3. Виды моделей СВЧ компонентов.
4. Моделирования СВЧ схем, основные понятия, виды.

Согласована на портале № 12835

5. Пассивные элементы СВЧ МИС (технология, топология элемента, модель).
6. СВЧ транзисторы и их параметры: статические, шумовые, мощностные. Их определение.
7. Моделирование СВЧ транзистора.
8. Фильтры СВЧ. Назначение, примеры реализации.
9. Усилители СВЧ диапазона. Виды, назначение, подходы к проектированию.
10. Ограничители мощности. Назначение, примеры реализации.

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. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР Synopsys TCAD: Учебное пособие. – Томск: ТУСУР, 2012. – 76 с.
http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_,Осипов%20К_Ю_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(УП).pdf

4.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Алехин и др., ред. Г. И. Веселов. - М.: Высшая школа, 1988. - 279 с. **(29)**
2. Вопросы электроники СВЧ : сб. науч. тр. / ред. А. Д. Сушков. - СПб. : Санкт-Петербургский электротехнический институт, 1992. - 61[1] с. **(1)**
3. Гупта К. Машинное проектирование СВЧ устройств / К. Гупта, Р. Гардж, Р. Чадха // пер. с англ., ред. пер. В. Г. Шейнкман. - М. : Радио и связь, 1987. - 428 с. **(23)**
4. Климачев И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, В. А. Иовдальский // ред. А. Н. Королев. - М.: Техносфера, 2006. - 351 с. **(30)**

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Сальников А.С. "Моделирование и проектирование гетероструктуных СВЧ МИС" (метод. указ. по практ. зан. и сам. работе), ТУСУР, 2013.- 32 стр. – [электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/images/files/Сальников_МИПГСВЧМИС_ПрактическиеЗанятия.pdf
Указания по практическим занятиям: С. 4-9.
Указания по самостоятельной работе: С. 10-32.
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: ТУСУР, 2012. – 13 с.
http://miel.tusur.ru/images/files/Зыков%20Д_Д_%20Проектирование%20и%20технология%20электронной%20компонентной%20базы%20(Лаб%20практ).pdf

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/

Согласована на портале № 12835

Согласована на портале № 12835