

8/11

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
профессионального образования

УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ
(ТУСУР)

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

(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

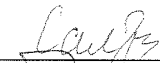
Лист согласований

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

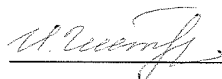
 / П.Е. Троян

Зав. выпускающей
кафедрой ФЭ

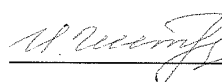
 / П.Е. Троян

Эксперты:

Председатель методической
комиссии факультета ФЭТ

 / Т.И. Данилина

Председатель методической
комиссии кафедры ФЭ

 / И.А. Чистоедова

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.

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 |

| | | | | |
|----|---|---|---|--------------------|
| 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 |
|--|-------|--------------|----------------------------|---------------------------|-------|
| <i>Мультимедийные презентации с видеороликами и раздаточным материалом с последующим обсуждением</i> | | 4 | 4 | 0 | 8 |
| <i>Работа в команде</i> | | | 8 | 8 | 16 |
| Итого интерактивных занятий | | 4 | 12 | 8 | 24 |

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика лабораторных занятий | Трудо-емкость (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 | Трудо-емкость (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) | Трудо-емкость (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

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) |
| 45 – 49 | | |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 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](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. Велосов. - 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 гетероструктурных 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](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.



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 » _____ 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

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; |

| | | |
|-------|--|---|
| | 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| | | | 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 разработать 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| | 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|---|--|
| 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 | технологии изготовления и физические принципы работы СВЧ транзисторов; | описать принципы распространения радиоволн в различных средах; | разработкой топологии СВЧ интегральных схем; |
| Виды занятий | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| | 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|
| | 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 библиотеку 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |
| Удовлетворительно | даёт классификацию | даёт определение | представляет основные |

| | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|--|
| | | | 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| | | 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 | <ul style="list-style-type: none"> • Подготовка к экзамену; • Самостоятельная работа; • Лекции; • Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Практические занятия; • Интерактивные лекции; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> • Самостоятельная работа; • Лабораторные занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> • Опрос на занятиях; • Коллоквиум; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • Контрольное тестирование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> • 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|--|--|---|
| | 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 вида 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 | <ul style="list-style-type: none"> Подготовка к экзамену; Самостоятельная работа; Лекции; Интерактивные лекции; | <ul style="list-style-type: none"> Самостоятельная работа; Лабораторные занятия; Практические занятия; Интерактивные лекции; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные практические занятия; | <ul style="list-style-type: none"> Самостоятельная работа; Лабораторные занятия; Интерактивные лабораторные занятия; Интерактивные практические занятия; |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> Опрос на занятиях; Коллоквиум; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> Контрольное тестирование; Отчет по лабораторной работе; Опрос на занятиях; Экзамен; | <ul style="list-style-type: none"> 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 |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--|--|
| 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. 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 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 четырехполосника в системе волновых параметров
2. Вывод выражения для коэффициента шума в Т-параметрах
3. Многополосники 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 четырехполосников
3. Расчет и моделирование согласующих цепей
4. Исследование методов деэмпеддинга 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.

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 формирования 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](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 гетероструктурных 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](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/>

