

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Полупроводниковые устройства микроволновой техники

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Курс: 4 5, семестры : 8 9

Факультет радиотехники и электроники, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	8	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	7
2	Всего часов	0	252
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	37
4	Лекции, час.	2	2
5	Практические занятия, час.	0	10
6	Лабораторные занятия, час.	0	8
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	8
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		15
10	Самостоятельная работа, час.	0	213
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №179 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 20.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.01 Радиотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПИРПУ, протокол заседания кафедры №6 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Степанов М. А.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Киселев А. В.

Ответственный за образовательную программу:

декан Хрусталеv В. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.1 способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ; в части следующих результатов обучения:
з1. знать методы компьютерного проектирования и моделирования полупроводниковых микроволновых устройств
у2. уметь проектировать и моделировать полупроводниковые микроволновые устройства с помощью стандартных пакетов прикладных программ

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Полупроводниковые устройства микроволновой техники</i>	
ПК.1.з1 знать методы компьютерного проектирования и моделирования полупроводниковых микроволновых устройств	
1.о задачах и проблемах теории и техники широкополосных устройств СВЧ на полупроводниковых приборах	Лекции; Самостоятельная работа
2.об основных типах устройств СВЧ на полупроводниковых приборах, методах их анализа и расчета	Лекции; Практические занятия
3.об основных принципах построения, анализа, расчета и проектирования устройств СВЧ на полупроводниковых приборах	Лекции; Самостоятельная работа
4.о технологии изготовления гибридных интегральных схем СВЧ	Лекции
5.инженерные методы расчета режима транзистора в схеме усилителя мощности СВЧ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6.инженерные методики расчета режима диода с накоплением заряда в схеме умножителя частоты	Лекции; Самостоятельная работа
7.методику построения эквивалента нагрузки по табличным или графическим зависимостям активной и реактивной составляющим иммитанса нагрузки	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
8.типы согласующих цепей и их сравнительные характеристики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
9.инженерные методики расчета различных типов согласующих цепей	Лекции; Самостоятельная работа
ПК.1.у2 уметь проектировать и моделировать полупроводниковые микроволновые устройства с помощью стандартных пакетов прикладных программ	
10.методику расчета конструктивной реализации согласующих цепей в диапазоне СВЧ	Лекции; Самостоятельная работа
11.производить расчет и проектирование широкополосных каскадов усиления мощности СВЧ на транзисторах	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
12.производить расчет и проектирование широкополосных каскадов умножения частоты на диодах с накопления заряда	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
13.разрабатывать широкополосные многокаскадные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
14.начальные навыки расчета и проектирования широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ диапазона	Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
-------------	----------------------	------	-------------------------------	----------------------

Семестр: 8				
Дидактическая единица: Установочная лекция				
6. Установочная лекция	0	2	1, 2	Установочная лекция
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Согласующие цепи широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ				
2. Принципы согласования комплексных нагрузок. Характеристики и параметры качества согласования. Нормирование элементов по уровню и частоте, частотные преобразования цепей. Построение электрического эквивалента нагрузки. Добротность нагрузки и теоретические ограничения ее согласования. Типы согласующих цепей (СЦ) и их сравнительная характеристика. Табличные и аналитические методики расчета СЦ. Гибридные интегральные схемы СВЧ (ГИС СВЧ) и их элементная база. Разработка топологии плат и конструирование ГИС СВЧ	0	0,5	1, 2, 3, 4	Изучение проблем и методов решения задачи согласования комплексных нагрузок. Построение электрического эквивалента нагрузки по заданным исходным данным. Оценка потенциальных возможностей согласования комплексной нагрузки. Изучение типов и свойств широкополосных согласующих цепей и методик их расчета. Расчет квазиполосовой, полиномиальной и оптимальной согласующих цепей по заданным исходным данным.
Дидактическая единица: Широкополосные умножители СВЧ на диодах с накоплением заряда				
3. Общие сведения об умножителях частоты (УЧ), типовые схемы и параметры УЧ. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика. Исходные предпосылки и этапы разработки УЧ на полупроводниковых диодах. Анализ режима ДНЗ в УЧ. Методика расчета режима ДНЗ. Типовые схемы диодных УЧ. Входные и выходные электрические эквиваленты диода. Расчет СЦ диодного УЧ с учетом взаимного влияния входных и выходных цепей.	0	0,5	10, 8, 9	Ознакомление с общими вопросами теории и техники умножения частоты. Изучение физических процессов в диодах с накоплением заряда. Изучение методик расчета режима ДНЗ и согласующих цепей широкополосного диодного умножителя частоты. Расчет широкополосного диодного умножителя частоты по заданным исходным данным.
Дидактическая единица: Широкополосные усилители СВЧ на транзисторах				

4. Транзисторные СВЧ усилители, их классификация, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета. Схемы включения транзистора, типовые схемы транзисторных СВЧ усилителей. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры. Расчет усилительного режима транзистора СВЧ на основе его физической эквивалентной схемы. Схемы ОБ и ОЭ. Особенности расчета входных и выходных цепей широкополосных СВЧ транзисторных усилителей. Корректирующие цепи, их типы и методики расчета. Цепи питания транзистора по постоянному току. Практические схемы широкополосных СВЧ усилительных каскадов на транзисторах и их конструктивная реализация.	0	0,5	2, 3	Ознакомление с общими вопросами теории и техники широкополосных транзисторных усилителей СВЧ диапазона. Изучение принципов анализа и расчета режима транзистора. Изучение особенностей построения и расчета входных и выходных цепей широкополосных транзисторных усилителей СВЧ диапазона. Расчет широкополосного усилительного каскада СВЧ на биполярном транзисторе.
---	---	-----	------	---

Дидактическая единица: Усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах

5. Широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах. Разработка структурной схемы усилительно-умножительного тракта. Делители и сумматоры мощности, фильтры гармоник. Элементы контроля и защиты мощных транзисторов. Перспективы применения и развития техники широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ.	0	0,5	10, 5, 6, 7, 8, 9	Изучение общих вопросов построения усилительно-преобразовательных трактов СВЧ. Изучение методики расчета структурной схемы усилительно-умножительного тракта СВЧ. Ознакомление с типами и свойствами пассивных узлов усилительно-преобразовательных трактов СВЧ.
---	---	-----	-------------------	--

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Назначение, области применения, основные принципы построения, анализа и расчета ШППУ СВЧ				
1. Общие сведения о широкополосных устройствах СВЧ на полупроводниковых приборах (Назначение, области применения, основные принципы построения, анализа и расчета ШППУ СВЧ).	0	2	11, 12, 13, 14	Выполнение лабораторных занятий по курсу
Дидактическая единица: Согласующие цепи широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ				

2. Принципы согласования комплексных нагрузок. Характеристики и параметры качества согласования. Нормирование элементов по уровню и частоте, частотные преобразования цепей. Построение электрического эквивалента нагрузки. Добротность нагрузки и теоретические ограничения ее согласования. Типы согласующих цепей (СЦ) и их сравнительная характеристика. Табличные и аналитические методики расчета СЦ. Гибридные интегральные схемы СВЧ (ГИС СВЧ) и их элементная база. Разработка топологии плат и конструирование ГИС СВЧ	0	1	11, 12, 13, 14	Выполнение лабораторных занятий по курсу
Дидактическая единица: Широкополосные умножители СВЧ на диодах с накоплением заряда				
3. Общие сведения об умножителях частоты (УЧ), типовые схемы и параметры УЧ. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика. Исходные предпосылки и этапы разработки УЧ на полупроводниковых диодах. Анализ режима ДНЗ в УЧ. Методика расчета режима ДНЗ. Типовые схемы диодных УЧ. Входные и выходные электрические эквиваленты диода. Расчет СЦ диодного УЧ с учетом взаимного влияния входных и выходных цепей.	0	2	11, 12, 13, 14	Выполнение лабораторных занятий по курсу
Дидактическая единица: Широкополосные усилители СВЧ на транзисторах				

4. Транзисторные СВЧ усилители, их классификация, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета. Схемы включения транзистора, типовые схемы транзисторных СВЧ усилителей. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры. Расчет усилительного режима транзистора СВЧ на основе его физической эквивалентной схемы. Схемы ОБ и ОЭ. Особенности расчета входных и выходных цепей широкополосных СВЧ транзисторных усилителей. Корректирующие цепи, их типы и методики расчета. Цепи питания транзистора по постоянному току. Практические схемы широкополосных СВЧ усилительных каскадов на транзисторах и их конструктивная реализация.	0	1	11, 12, 13, 14	Выполнение лабораторных занятий по курсу
Дидактическая единица: Усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах				
5. Широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах. Разработка структурной схемы усилительно-умножительного тракта. Делители и сумматоры мощности, фильтры гармоник. Элементы контроля и защиты мощных транзисторов. Перспективы применения и развития техники широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ.	0	2	11, 12, 13, 14	Выполнение лабораторных занятий по курсу

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Назначение, области применения, основные принципы построения, анализа и расчета ШППУ СВЧ				
1. Общие сведения о широкополосных устройствах СВЧ на полупроводниковых приборах (Назначение, области применения, основные принципы построения, анализа и расчета ШППУ СВЧ).	2	2	12, 13, 14, 2, 8	Посещение практических занятий. Решение заданий.
Дидактическая единица: Согласующие цепи широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ				

2. Принципы согласования комплексных нагрузок. Характеристики и параметры качества согласования. Нормирование элементов по уровню и частоте, частотные преобразования цепей. Построение электрического эквивалента нагрузки. Добротность нагрузки и теоретические ограничения ее согласования. Типы согласующих цепей (СЦ) и их сравнительная характеристика. Табличные и аналитические методики расчета СЦ. Гибридные интегральные схемы СВЧ (ГИС СВЧ) и их элементная база. Разработка топологии плат и конструирование ГИС СВЧ	2	2	11, 12, 13, 14, 2, 5	Посещение практических занятий. Решение заданий.
Дидактическая единица: Широкополосные умножители СВЧ на диодах с накоплением заряда				
3. Общие сведения об умножителях частоты (УЧ), типовые схемы и параметры УЧ. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика. Исходные предпосылки и этапы разработки УЧ на полупроводниковых диодах. Анализ режима ДНЗ в УЧ. Методика расчета режима ДНЗ. Типовые схемы диодных УЧ. Входные и выходные электрические эквиваленты диода. Расчет СЦ диодного УЧ с учетом взаимного влияния входных и выходных цепей.	2	2	11, 12, 13, 14, 2, 7, 8	Посещение практических занятий. Решение заданий.
Дидактическая единица: Широкополосные усилители СВЧ на транзисторах				

4. Транзисторные СВЧ усилители, их классификация, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета. Схемы включения транзистора, типовые схемы транзисторных СВЧ усилителей. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры. Расчет усилительного режима транзистора СВЧ на основе его физической эквивалентной схемы. Схемы ОБ и ОЭ. Особенности расчета входных и выходных цепей широкополосных СВЧ транзисторных усилителей. Корректирующие цепи, их типы и методики расчета. Цепи питания транзистора по постоянному току. Практические схемы широкополосных СВЧ усилительных каскадов на транзисторах и их конструктивная реализация.	0	2	11, 12, 13, 14, 5, 7	Посещение практических занятий. Решение заданий.
Дидактическая единица: Усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах				
5. Широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах. Разработка структурной схемы усилительно-умножительного тракта. Делители и сумматоры мощности, фильтры гармоник. Элементы контроля и защиты мощных транзисторов. Перспективы применения и развития техники широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ.	2	2	11, 12, 13, 14, 5	Посещение практических занятий. Решение заданий.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 9				
1	РГЗ	11, 12, 13, 14	55	15
Решение РГЗ: Унру Н. Э. Компьютерное моделирование микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 158, [2] с. : ил., схемы				
2	Подготовка к занятиям	1, 3	138	0
Самостоятельная подготовка к занятиям: Унру Н. Э. Компьютерное моделирование нелинейных микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 69, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214964				
3	Подготовка к аттестации	1, 10, 5, 6, 7, 8, 9	20	0

Подготовка к аттестации: Унру Н. Э. Компьютерное моделирование микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 158, [2] с. : ил., схемы
Унру Н. Э. Компьютерное моделирование нелинейных микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 69, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214964

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail
Консультирование	e-mail
Контроль	e-mail
Размещение учебных материалов	e-mail

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 9	
<i>Лабораторная:</i>	20
Контролирующие материалы приводятся в "Яковенко В. А. Широкополосные полупроводниковые устройства СВЧ : учебное пособие для 4-5 курсов РГФ (специальность 2301) всех форм обучения / В. А. Яковенко. - Новосибирск, 1990. - 106 с. : ил."	
<i>Практические занятия:</i>	20
<i>РГЗ:</i>	20
Контролирующие материалы приводятся в "Яковенко В. А. Расчет режимов полупроводниковых диодов в умножителях частоты : Учеб. пособие для IV-V курсов РПИРПУ (спец. 0701) всех форм обучения. - Новосибирск, 1980. - 101 с."	
<i>Экзамен:</i>	40

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита ЛР	Защита РГЗ	Экзамен
ПК.1	з1. знать методы компьютерного проектирования и моделирования полупроводниковых микроволновых устройств	+	+	+
	у2. уметь проектировать и моделировать полупроводниковые микроволновые устройства с помощью стандартных пакетов прикладных программ			+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Дегтярь Г. А. Устройства генерирования и формирования сигналов : [учебное пособие для вузов по направлению подготовки 654200 "Радиотехника", специальность 200700 "Радиотехника"] / Г. А. Дегтярь ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 997 с. : ил.
2. Яковенко В. А. Мощные широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах : монография / В. А. Яковенко. - Новосибирск, 2012. - 365 с. : ил., схемы, табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000171204

Дополнительная литература

1. Яковенко В. А. Широкополосные полупроводниковые устройства СВЧ : учебное пособие для 4-5 курсов РТФ (специальность 2301) всех форм обучения / В. А. Яковенко. - Новосибирск, 1990. - 106 с. : ил.
2. Яковенко В. А. Расчет режимов полупроводниковых диодов в умножителях частоты : Учеб. пособие для IV-V курсов РПИРПУ (спец. 0701) всех форм обучения. - Новосибирск, 1980. - 101 с.
3. Яковенко В. А. Расчет режимов транзисторов СВЧ : Конспект лекций для IV-VI курсов РТФ (спец. 0701) дневного, вечер. и заоч. отд-ний / Сост. : Яковенко В. А. , Яворский С. С. , Шауро Г. С. - Новосибирск, 1986. - 55 с.
4. Проектирование радиопередающих устройств СВЧ : Учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / [Г. М. Уткин, М. В. Благовещенский, В. П. Жуховицкая и др.]; Под ред. Г. М. Уткина. - М., 1979. - 317 с. : ил.
5. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств / [С. В. Бахарев и др.] ; под ред. В. И. Вольмана. - М., 1982. - 328 с. : ил., граф., табл., схемы

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Унру Н. Э. Компьютерное моделирование микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 158, [2] с. : ил., схемы
2. Унру Н. Э. Компьютерное моделирование нелинейных микроволновых устройств : учебное пособие / Н. Э. Унру ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 69, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214964

8.2 Специализированное программное обеспечение

- 1 Windows
- 2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Моделирование устройств микроволновой техники

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев
“ ” _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Полупроводниковые устройства микроволновой техники

Образовательная программа: 11.03.01 Радиотехника, профиль: Радиотехнические средства
передачи, приема и обработки сигналов

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Полупроводниковые устройства микроволновой техники приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ПК.1/НИП способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	з1. знать методы компьютерного проектирования и моделирования полупроводниковых микроволновых устройств	Общие сведения об умножителях частоты (УЧ), типовые схемы и параметры УЧ. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика. Исходные предпосылки и этапы разработки УЧ на полупроводниковых диодах. Анализ режима ДНЗ в УЧ. Методика расчета режима ДНЗ. Типовые схемы диодных УЧ. Входные и выходные электрические эквиваленты диода. Расчета СЦ диодного УЧ с учетом взаимного влияния входных и выходных цепей. Принципы согласования комплексных нагрузок. Характеристики и параметры качества согласования. Нормирование элементов по уровню и частоте, частотные преобразования цепей. Построение электрического эквивалента нагрузки. Добротность нагрузки и теоретические ограничения ее согласования. Типы согласующих цепей (СЦ) и их сравнительная характеристика. Табличные и аналитические методики расчета СЦ. Гибридные интегральные схемы СВЧ (ГИС СВЧ) и их элементная база. Разработка топологии плат и конструирование ГИС СВЧ Транзисторные СВЧ усилители, их классификация, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета. Схемы включения транзистора, типовые схемы транзисторных СВЧ усилителей. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры. Расчет усилительного режима транзистора СВЧ на основе его физической эквивалентной	Отчет по лабораторной работе РГЗ	Экзамен, вопросы 1 - 30

		схемы. Схемы ОБ и ОЭ. Особенности расчета входных и выходных цепей широкополосных СВЧ транзисторных усилителей. Корректирующие цепи, их типы и методики расчета. Цепи питания транзистора по постоянному току. Практические схемы широкополосных СВЧ усилительных каскадов на транзисторах и их конструктивная реализация. Широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах. Разработка структурной схемы усилительно-умножительного тракта. Делители и сумматоры мощности, фильтры гармоник. Элементы контроля и защиты мощных транзисторов. Перспективы применения и развития техники широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ.		
ПК.1/НИП	у2. уметь проектировать и моделировать полупроводниковые микроволновые устройства с помощью стандартных пакетов прикладных программ	Общие сведения о широкополосных устройствах СВЧ на полупроводниковых приборах (Назначение, области применения, основные принципы построения, анализа и расчета ШППУ СВЧ). Общие сведения об умножителях частоты (УЧ), типовые схемы и параметры УЧ. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика. Исходные предпосылки и этапы разработки УЧ на полупроводниковых диодах. Анализ режима ДНЗ в УЧ. Методика расчета режима ДНЗ. Типовые схемы диодных УЧ. Входные и выходные электрические эквиваленты диода. Расчета СЦ диодного УЧ с учетом взаимного влияния входных и выходных цепей. Принципы согласования комплексных нагрузок. Характеристики и параметры качества согласования. Нормирование элементов по уровню и частоте, частотные преобразования цепей. Построение электрического эквивалента нагрузки. Добротность нагрузки и теоретические ограничения ее согласования. Типы		Экзамен, вопросы1 - 30

		согласующих цепей (СЦ) и их сравнительная характеристика. Табличные и аналитические методики расчета СЦ. Гибридные интегральные схемы СВЧ (ГИС СВЧ) и их элементная база. Разработка топологии плат и конструирование ГИС СВЧ Транзисторные СВЧ усилители, их классификация, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета. Схемы включения транзистора, типовые схемы транзисторных СВЧ усилителей. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры. Расчет усилительного режима транзистора СВЧ на основе его физической эквивалентной схемы. Схемы ОБ и ОЭ. Особенности расчета входных и выходных цепей широкополосных СВЧ транзисторных усилителей. Корректирующие цепи, их типы и методики расчета. Цепи питания транзистора по постоянному току. Практические схемы широкополосных СВЧ усилительных каскадов на транзисторах и их конструктивная реализация. Широкополосные усилительно-преобразовательные тракты СВЧ на полупроводниковых приборах. Разработка структурной схемы усилительно-умножительного тракта. Делители и сумматоры мощности, фильтры гармоник. Элементы контроля и защиты мощных транзисторов. Перспективы применения и развития техники широкополосных полупроводниковых устройств СВЧ.		
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.1/НИП.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам.

Студенты берут билет, готовятся на протяжении 60 минут. После подготовки подходят к

преподавателю и устно отвечают на вопросы из билета.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 9 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.1/НИП, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Полупроводниковые устройства микроволновой техники», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1 - 15, второй вопрос из диапазона вопросов 16 - 30 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет РЭФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Полупроводниковые устройства микроволновой техники»

1. Общие сведения о ШППУ СВЧ (предмет и задачи курса, классификация, структура и назначение элементов, принципы анализа и расчета).
2. Диодные умножители частоты. Выбор модели ДНЗ, обоснование приближения идеальной фильтрации согласующих цепей умножителя.

Утверждаю: зав. кафедрой РПиРПУ _____ Киселев А.В.

(подпись)

(дата)

Билет составил: доцент каф. РПиРПУ _____ Степанов М.А.

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *0 баллов*.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, оценка составляет *10 баллов*.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при

ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов оценка составляет до 15 *баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок оценка составляет до 20 *баллов*.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Полупроводниковые устройства микроволновой техники»

1. Общие сведения о ШППУ СВЧ (предмет и задачи курса, классификация, структура и назначение элементов, принципы анализа и расчета).
2. Общие вопросы согласования комплексных нагрузок (принципы согласования, баланс мощности на входе СЦ, нормирование элементов, частотные преобразования, исходные данные и этапы разработки СЦ).
3. Построение электрического эквивалента нагрузки.
4. Оценка потенциальных возможностей согласования комплексной нагрузки.
5. Типы согласующих цепей и их сравнительная характеристика.
6. Расчет параметров элементов квазиполосовой СЦ. Пример.
7. Расчет параметров элементов полиномиальной СЦ. Пример.
8. Расчет параметров элементов оптимальной СЦ. Пример.
9. Преобразование Нортон и пример его использование при расчете СЦ.
10. Расчет СЦ с помощью теории связанных контуров.
11. Проблемы реализации согласующих цепей СВЧ и пути их разрешения.
12. Элементная база гибридных интегральных схем (ГИС) СВЧ. Сосредоточенные навесные и печатные элементы.
13. Элементная база ГИС СВЧ. Распределенные элементы.
14. Умножители частоты, основные определения и понятия. Этапы разработки умножителей СВЧ.
15. Умножительные диоды СВЧ и их сравнительная характеристика.
16. Диодные умножители частоты. Выбор модели ДНЗ, обоснование приближения идеальной фильтрации согласующих цепей умножителя.
17. Анализ режима ДНЗ в параллельном умножителе. Этапы анализа и их содержание.
18. Инженерная методика расчета режима ДНЗ в умножителе частоты.

19. Машинный расчет режима ДНЗ (математическая модель ДНЗ и ее физическая интерпретация, алгоритм и программа расчета).
20. Типовые схемы диодных умножителей частоты и их конструктивная реализация.
21. Расчет СЦ широкополосных диодных умножителей частоты (ограничения на полосу пропускания, алгоритм расчета).
22. Широкополосные СВЧ транзисторные усилители, основные определения и понятия (назначение, области применения, типовые схемы, характеристики и параметры, принципы построения, анализа и расчета).
23. Особенности транзисторов СВЧ диапазона.
24. Физическая эквивалентная схема транзистора СВЧ и ее параметры.
25. Анализ режима транзистора в схеме ОЭ.
26. Анализ режима транзистора в схеме ОБ. Сравнение схем ОЭ и ОБ.
27. Особенности построения и расчета СЦ широкополосных транзисторных СВЧ усилителей. Коррекция поглощением.
28. Особенности построения и расчета СЦ широкополосных транзисторных СВЧ усилителей. Коррекция отражением.
29. Практические схемы широкополосных транзисторных СВЧ усилителей. Цепи питания по постоянному току.
30. Широкополосные СВЧ усилительно-преобразовательные тракты, принципы построения и расчет структурных схем

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
Высшего профессионального образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)
по дисциплине «Полупроводниковые устройства микроволновой техники», 9
семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты должны провести моделирование линейных и пассивных элементов и узлов микроволновой техники согласно заданному варианту.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны рассчитать параметры заданного устройства, построить его цифровую модель, определить матрицу S-параметров устройства и путем оптимизации добиться значений матрицы S-параметров, требуемых по техническому заданию.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все части РГЗ, отсутствует аналитический вывод соотношений, не приведены численные результаты и пояснительные рисунки. Оценка составляет 0 баллов.
- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если части РГЗ(Р) выполнены формально: аналитические соотношения приведены без вывода, численные результаты не обоснованы, пояснительные рисунки выполнены с недочетами. оценка составляет 10 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если аналитические соотношения получены самостоятельно, но без должных пояснений, численные результаты обоснованы, но не проанализированы, рисунки

выполнены с недочетами. оценка составляет до 15 баллов.

- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если аналитические соотношения получены самостоятельно и с пояснениями, численные результаты обоснованы и проанализированы, рисунки выполнены без недочетов. оценка составляет до 20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ(Р)

Произвести построение электрического эквивалента нагрузки, оценить потенциальные возможности ее согласования, а также возможности ее согласования с помощью двухзвенных оптимальной и полиномиальной чебышевских СЦ.

Исходные данные:

Нагрузка задана частотными зависимостями активной и реактивной составляющими ее проводимости:

1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 f , ГГц

0.13 0.12 0.11 0.11 0.11 0.11 0.11 $G(f)$

0.04 0.05 0.07 0.09 0.13 0.16 0.21 $B(f)$

5.