МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Твердотельная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	52	52	часов
5	Из них в интерактивной форме	32	32	часов
6	Самостоятельная работа	56	56	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 35927

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 91 от «19» 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент кафедры ФЭ	_____	А. С. Сальников
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	_____	П. Е. Троян

Эксперты:

Доцент кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	И. А. Чистоедова
Профессор кафедры физической электроники (ФЭ)	_____	Т. И. Данилина

Согласована на портале № 35927

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

- 1.Получение знаний о текущем уровне состояния исследований и производства СВЧ МИС
- 2.Изучение основных видов проектирования гетероструктурных СВЧ МИС и их элементов
- 3.Получение навыков проектирования основных типовых СВЧ МИС
-

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС» (Б1.В.ОД.2.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Гетероструктурные полупроводниковые приборы, Интегральные схемы СВЧ-диапазона, Методы математического моделирования.

Последующими дисциплинами являются: Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.), Физические основы надежности изделий твердотельной электроники.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-2 способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию;
- 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;
- ПК-10 способностью разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники;
- ПК-11 способностью проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- 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;

В результате изучения дисциплины обучающийся 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 СJЗЧ МИС; решать sадачу со гласования; 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 35927

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	52	52
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	32	32
Самостоятельная работа (всего)	56	56
Выполнение расчетных работ	4	4
Оформление отчетов по лабораторным работам	30	30
Подготовка к лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	3	3
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	11	11
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
1 Основные элементы и функциональные блоков СВЧ	4	8	0	14	26	ПК-10, ПК-11, ПК-2, ПК-5, ПСК-2
2 Модели элементов СВЧ МИС	4	0	0	13	17	ПК-10, ПК-11, ПСК-2
3 Моделирование СВЧ цепей	4	10	8	15	37	ПК-11, ПК-2, ПК-5, ПСК-2
4 Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	6	0	8	14	28	ПК-10, ПК-11, ПК-2, ПК-5, ПСК-2
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
Итого	18	18	16	56	108	

Согласована на портале № 35927

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основные элементы и функциональные блоков СВЧ	Характеристики гетероструктурных транзисторов. Делители и сумматоры мощности. СВЧ фильтры. Малошумящие усилители, усилители мощности.	4	ПК-10, ПК-5
	Итого	4	
2 Модели элементов СВЧ МИС	Виды моделей. Модели пассивных элементов. Модели линий передал. Модели активных элементов. Подходы к построению моделей элементов.	4	ПК-10, ПК-11, ПСК-2
	Итого	4	
3 Моделирование СВЧ цепей	Представление устройств в виде четырехполюсника. Методы анализа цепей. Электромагнитное моделирование СВЧ устройств.	4	ПК-2, ПК-5, ПСК-2
	Итого	4	
4 Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	Задача широкополосного и узкополосного согласования. Проектирование малошумящих усилителей. Проектирование усилителей мощности.	6	ПК-11, ПК-5, ПСК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		18	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Гетероструктурные полупроводниковые приборы		+		+
2 Интегральные схемы СВЧ-диапазона	+		+	
3 Методы математического моделирования		+	+	
Последующие дисциплины				
1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в том числе педагогическая практика) (рассред.)	+	+	+	+

Согласована на портале № 35927

2 Физические основы надежности изделий твердотельной электроники	+	+	+	+

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

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

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-10	+		+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию
ПК-11	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию
ПСК-2	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

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

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы	Интерактивные практические занятия, ч	Интерактивные лабораторные занятия, ч	Интерактивные лекции, ч	Всего, ч
3 семестр				
Case-study (метод конкретных ситуаций)	10			10
Презентации с использованием слайдов с обсуждением			12	12

Согласована на портале № 35927

IT-методы		10		10
Итого за семестр:	10	10	12	32
Итого	10	10	12	32

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
3 Моделирование СВЧ цепей	Основные элементы и функциональные блоки СВЧ МИС	4	ПК-11, ПК-2, ПК-5
	Построение моделей СВЧ МИС	4	
	Итого	8	
4 Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	Проектирование пассивных СВЧ устройств	4	ПК-10, ПК-2, ПСК-2, ПК-11, ПК-5
	Методы моделирования схем	4	
	Итого	8	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Основные элементы и функциональные блоков СВЧ	Моделирование пассивных элементов СВЧ МИС	4	ПК-2, ПК-5, ПСК-2, ПК-11
	Электромагнитное моделирование	4	
	Итого	8	
3 Моделирование СВЧ цепей	Проектирование транзисторного СВЧ усилителя	6	ПК-11, ПК-2, ПК-5, ПСК-2
	Виды моделей элементов СВЧ МИС	4	
	Итого	10	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

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

Согласована на портале № 35927

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Основные элементы и функциональные блоков СВЧ	Оформление отчетов по лабораторным работам	14	ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	14		
2 Модели элементов СВЧ МИС	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	5	ПК-10, ПК-11, ПСК-2	Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	8		
	Итого	13		
3 Моделирование СВЧ цепей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-11, ПК-2, ПК-5, ПСК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	15		
4 Проектирование транзисторных СВЧ усилителей	Проработка лекционного материала	2	ПК-11, ПК-5, ПСК-2, ПК-10, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Выполнение расчетных работ	4		
	Итого	14		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		92		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр

Согласована на портале № 35927

3 семестр				
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	6	10	6	22
Отчет по практическому занятию	10	6	4	20
Расчетная работа		5	5	10
Тест	4	4	4	12
Итого максимум за период	22	27	21	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	22	49	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. П.Е. Троян. Функциональная электроника : Учебное пособие // Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 70 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Troyan/FE_lec.pdf (дата обращения: 04.07.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Микроэлектронные устройства СВЧ : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Алехин и др.,

Согласована на портале № 35927

ред. Г. И. Веселов. - М. : Высшая школа, 1988. - 279 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

2. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

3. Климачев И. И. СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования / И. И. Климачев, В. А. Иовдальский // ред. А.Н. Королев. - М. : Техносфера, 2006. - 351 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сальников А.С. Моделирование и проектирование гетероструктурных СВЧ МИС (метод. указ. по практ. зан. и сам. работе), ТУСУР, 2013.- 32 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://miel.tusur.ru/images/files/Uchebno-metodicheskii_kompleks%20disciplin/Salnikov/MP_GS.pdf (дата обращения: 04.07.2018).

2. Компьютерное моделирование и проектирование. Лабораторный практикум. Часть 2: Методические указания к лабораторным работам / Агеев Е. Ю. - 2012. 79 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2549 (дата обращения: 04.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные 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/

3. библиографическая и реферативная база данных Scopus [Электронный ресурс]: информационная система. – Режим доступа: http://scopus.com/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для про-

Согласована на портале № 35927

ведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 124 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер персональный (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice
– Microsoft Windows 7
– PDF-XChange Viewer
– PascalABC

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 124 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер персональный (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– LibreOffice
– Microsoft Windows 7
– PDF-XChange Viewer
– PascalABC

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Согласована на портале № 35927

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Какое утверждение не относится к распределенным элементам:

a. размеры элемента более λ/10

b. параметры элемента равномерно распределены по его длине

c. электрическое поле сосредоточено внутри элемента

d. электрическое поле вдоль элемента неоднородно

2. Какой элемент из приведенного списка лишний, с точки зрения классифика-ции элементов:

a. тонкопленочный резистор

b. спиральная катушка индуктивности

c. диод с барьером Шоттки

3. Какой эффект не проявляется в катушках индуктивности:

a. вихревые токи в подложке;

b. скин-эффект;

c. эффект близости;

d. эффект Эрли

4. Какой из упомянутых видов моделей является наиболее медленным:

a. физико-технологические;

b. электромагнитные модели;

c. модели в виде ЭС;

d. поведенческие модели

5. В каком виде структура элемента не играет никакой роли, поэтому их называ-ют ещё бесструктурными?

a. физико-технологические;

b. электромагнитные модели;

c. модели в виде ЭС;

d. поведенческие модели

6. Какие эффекты не могут быть описаны с помощью малосигнальных моделей транзисторов:

a. СВЧ параметры (матрица рассеяния);

b. влияние уровня сигнала на характеристики прибора;

c. шумовые параметры;

d. влияние температуры на транзистор.

7. Основное различие между теорией схем и теорией линий передачи:

а) элементы схемы

Согласована на портале № 35927

b) напряжение
c) текущий
d) электрический размер
8. Линия передачи - это сеть параметров _____.
а) сосредоточенный
б) распределены
c) активный
d) ни один из упомянутых
9. Для распространения поперечной электромагнитной волны нам нужно минимум:
а) 1 проводник
б) 2 проводника
c) 3 проводника
г) куча проводников
10. Чтобы моделировать линию передачи бесконечно малой длины Δz, сосредоточенный элемент, который не используется, является:
а) резистор
б) индуктор
c) конденсатор
d) транзистор
11. _____ и _____ вносят вклад в полное сопротивление линии передачи в представлении сосредоточенных элементов.
а) резистор, индуктор
b) резистор, конденсатор
c) конденсатор, индуктор
d) транзистор, конденсатор
12. _____ и _____ вносят вклад в полное сопротивление линии передачи в представлении сосредоточенных элементов.
а) резистор, индуктор
b) резистор, конденсатор
c) конденсатор, индуктор
d) транзистор, конденсатор
13. Характеристический импеданс линии передачи:
а) импеданс Z линии передачи
б) импеданс, который является постоянным в любой точке линии передачи
в) взаимно пропускание линии передачи
d) ни один из упомянутых
14. Константа распространения γ равна:
а) реальная стоимость
б) ни один из упомянутых
в) мнимое значение
d) комплексное значение
15. Константа затухания α означает:
а) действительная часть постоянной распространения
b) потери, вызванные линией передачи
c) ни один из упомянутых
г) все упомянутые
16. Постоянная распространения γ определяется по формуле:
а) $\alpha + j\beta$
b) $\alpha - j\beta$
c) $\alpha / j\beta$
d) $\alpha.j\beta$
17. Один из них, среди прочих, не является типом линии ТЕА, используемой в микроволновых сетях:
а) Коаксиальный провод

Согласована на портале № 35927

b) Линия микрополосковой линии
c) Линии полос
d) Руководство по поверхностям
18. Ниже приведен единственный сетевой элемент микроволны, который является линией ТЕА:
а) Коаксиальный кабель
б) Прямоугольный волновод
c) Круговой волновод
d) Поверхностный волновод
19. Связь между матрицами напряжения, тока и импеданса микроволновой сети:
a) [V] = [Z] [I].
b) [Z] = [V] [I].
c) [I] = [Z] [V].
d) [V] = [Z] - [I].
20. Матрицы пропускания и импеданса сети микроволн связаны как:
a) [Y] = [Z] -1.
b) [Y] = [Z].
c) [V] = [Z] [Z] -1.
d) [Z] = [V] [V] -1

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Пассивные линейные элементы СВЧ МИС (технология, топология элемента, модель) .
2. СВЧ - транзисторы и диоды (технология, топология элемента, модель).
3. Линейные и нелинейные модели СВЧ - транзисторов. Понятие экстракции моделей.
4. Функции САПР.
5. Библиотеки элементов САПР: назначение, состав, разработка.
6. Проектирование схем с учетом выхода годных.
7. Шумовые параметры СВЧ - транзистора
8. Мощностные параметры СВЧ - транзистора
9. Понятие многополюсника. Z, Y, S-параметры.
10. Задача согласования: назначение, способы решения
11. Электромагнитное моделирование СВЧ схем.
12. Проектирование усилителя: этапы и подходы.
13. Линии передачи СВЧ - энергии: параметры, виды, модель.
14. Диаграмма Вольперта-Смита.
15. СВЧ - фильтры. Виды, назначение, подходы к проектированию.
16. Малошумящие усилители. Виды, назначение, подходы к проектированию.
17. Аттенюаторы. Виды, назначение, подходы к проектированию.
18. Фазовращатели. Виды, назначение, подходы к проектированию.
19. Детекторы мощности. Виды, назначение, подходы к проектированию.
20. Смесители. Виды, назначение, подходы к проектированию.

14.1.3. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Моделирование пассивных элементов СВЧ МИС
Электромагнитное моделирование
Проектирование транзисторного СВЧ усилителя

14.1.4. Темы опросов на занятиях

Характеристики гетероструктурных транзисторов. Делители и сумматоры мощности. СВЧ фильтры. Малошумящие усилители, усилители мощности.

Виды моделей. Модели пассивных элементов. Модели линий передал. Модели активных элементов. Подходы к построению моделей элементов.

Представление устройств в виде четырехполюсника. Методы анализа цепей. Электромагнитное моделирование СВЧ устройств.

Задача широкополосного и узкополосного согласования. Проектирование малошумящих усилителей. Проектирование усилителей мощности.

Согласована на портале № 35927

14.1.5. Темы расчетных работ

Задание №1. Расположите монолитные резисторы в порядке возрастания их ти-пового удельного сопротивления:

1.Нихромовый тонкопленочный резистор

2.Диффузионный резистор

3.Поликремниевый резистор с высокой степенью легирования.

Задание №2. Трансформаторы, состоящие из двух индуктивно связанных кату-шек индуктивности (первичной и вторичной), используются в разных областях электро-техники для преобразования напряжений и сопротивлений. В том числе такие катушки могут быть выполнены по интегральной кремниевой технологии, имеющей более 4-х уровней металлизации. ЭС трансформатора представлена на рисунке ниже. На ЭС: L1 – индуктивность первичной катушки, L2 – индуктивность вторичной катушки, – взаимная индуктивность катушек, k – коэффициент связи. Приняв в качестве известных величин Z-параметры (Z11, Z12, Z21, Z22), выведите выражения для расчёта L1, L2 и k. В качестве ответа сопоставьте значения параметров и правильные выражения для их расчёта.

Задание №3. Требуемым образом доработав формулы, полученные в лекции, рассчитать значения элементов ЭС для резистора, структура которой приведена на рисунке ниже. Известны Y-параметры резистора, полученные на частоте 200 МГц:

[3.226e-3+j2.44e-4 , -3.226e-3+j2.615e-5 ;

-3.226e-3+j2.615e-5 , 3.226e-3+j2.503e-4]

14.1.6. Темы лабораторных работ

Основные элементы и функциональные блоки СВЧ МИС

Построение моделей СВЧ МИС

Проектирование пассивных СВЧ устройств

Методы моделирования схем

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;

Согласована на портале № 35927

– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 35927