

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебно-методической работе
А.А.Панфилов
« 31 » « 03 » 2015 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ И АНТЕНН

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	6/216	18	36	36	90	экзамен
Итого	6/216	18	36	36	90	экзамен

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Проектирование микроэлектронных устройств и антенн» (ПМЭУ и А) является:

1. изучение принципов работы пассивных и активных МЭУ СВЧ, микрополосковых антенн и освоение методов их расчета, в том числе, с помощью современных вычислительных средств вычислительной техники;
2. приобретение практических навыков автоматизированного проектирования и экспериментального проектирования МЭУ СВЧ и антенн с использованием современных измерительных средств, ознакомление с основами их конструирования и технологической реализации.
3. получение углубленных знаний в области проектирования МЭУ СВЧ и антенн, связанных с разными сферами деятельности специалиста:
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - научно-исследовательской;
 - сервисно-эксплуатационной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина: ПМЭУ и А;

- индекс: Б1.В.ДВ.11;
- вариативная часть, дисциплины по выбору.

При освоении дисциплины ПМЭУ и А используются основные положения и знания полученные студентами при изучении предыдущих курсов: «Физика радиоволн», «Электродинамика и РРВ», «Устройства СВЧ и антенны», «Основы конструирования и проектирования РЭС». Дисциплина ПМЭУ и А дает необходимую подготовку в области конструирования интегральных схем СВЧ и антенн современных радиотехнических средств.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПМЭУ и А

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

1) Знать:

- принципы работы и типовые схемотехнические и конструкторские решения основных МЭУ СВЧ и антенн современных радиотехнических средств;
- методы проектирования, в том числе с помощью САПР, планарных МЭУ и антенн;
- основы технологической реализации интегральных схем СВЧ и печатных антенн;
- методы экспериментального исследования МЭУ СВЧ и антенн с помощью современной измерительной аппаратуры (ОПК-5, ОПК-7, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-17).

2) Уметь:

- технически обосновывать выбор схемотехнического и конструктивного решения при разработке МЭУ СВЧ и антенн;
- применять существующие методы расчета МЭУ СВЧ и антенн, проводить компьютерное моделирование с использованием современных специализированных программных средств;
- выполнять экспериментальные исследования МЭУ СВЧ и антенн на современной измерительной базе (ОПК-5, ОПК-7, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-17).

3) Владеть:

- существующей методологией проектирования МЭУ СВЧ и антенн, в том числе с помощью современных САПР.
- типовыми методиками исследования МЭУ СВЧ с помощью современной автоматизированной измерительной аппаратуры и их адаптацией для исследования направленных свойств антенн;
- типовыми приемами калибровки и настройки современной измерительной аппаратуры СВЧ (ОПК-5, ОПК-7, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-17).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПМЭУ и А

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
	Пассивные МЭУ СВЧ										
1	Линии передачи СВЧ	6	1	1	2			5	2/67		
2	Элементы и узлы интегральных схем СВЧ	6	2	1	2			5	2/50		
3	Устройства СВЧ	6	3	1	2	12		5	12/72		
4	Автоматизация проектирования устройств СВЧ	6	4	1	2			5	2/33		
	Активные МЭУ СВЧ										
5	Проектирование транзисторных усилителей СВЧ	6	5	1	2	4		5	6/54	Рейтинг-контроль № 1	
		6	6	1	2	4		5	6/100		
6	Проектирование диодных преобразователей частоты	6	7	1	2			5	4/40		
		6	8	1	2			5	2/100		
		6	9	1	2			5	2/100		
7	Проектирование диодных генераторов СВЧ	6	10	1	2			5	2/22		
		6	11	1	2			5	2/100		
	Микрополосковые и диэлектрические антенны СВЧ										
8	Методы расчета микрополосковых антенн	6	12	1	2	4		5	6/43	Рейтинг-контроль № 2	
9	Микрополосковые антенны с увеличенной полосой рабочих частот	6	13	1	2	4		5	6/40		
10	Микрополосковые антенны миллиметрового	6	14	1	2			5	2/17		

	диапазона. Диэлектрические резонаторные антенны.	6	15	1	2			5		2/100	
11	Микрополосковые антенны с пластинами и подложками из нетрадиционных материалов. Активные микрополосковые антенны	6	16	1	2			5		2/15	
		6	17	1	2			5		2/100	
12	Антенны с электрически управляемыми направленными свойствами	6	18	1	2	8		5		10/45	Рейтинг- контроль № 3
Всего				18	36	36		90		72/61	экзамен

Матрица соотношения разделов дисциплины и формируемых компетенций										
Раздел дисциплин	Трудоемкость (в часах)	Компетенции								Количество компетенций
		ОПК-5	ОПК-7	ОПК-9	ПК-1	ПК-2	ПК-6	ПК-17		
1	3	+				+				2
2	3	+				+				2
3	15	+	+		+	+	+	+	+	6
4	3	+		+		+			+	4
5	14	+	+	+	+	+	+	+	+	7
6	9	+	+	+	+	+	+	+	+	7
7	6	+	+	+	+	+	+	+	+	7
8	7	+	+	+	+	+			+	6
9	7	+	+	+	+	+	+	+	+	7
10	6	+	+	+	+	+	+	+	+	7
11	6			+		+				2
12	11			+		+	+			3
Вес компетенций		0,17	0,14	0,15	0,12	0,10	0,20	0,12		

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	Восьмиполюсные устройства СВЧ	4
2	Фильтры СВЧ	4
3	Управляющие устройства СВЧ на коммутационных диодах	4
4	Транзисторные усилители СВЧ	6
5	Диодные преобразователи частоты	6
6	Генераторы на полупроводниковых диодах	6
7	Микрополосковые антенны устройства	6

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (в часах)
1	Восьмиполюсные устройства СВЧ	4
2	Фильтры СВЧ	4
3	Управляющие устройства СВЧ на коммутационных диодах	4
4	Транзисторные усилители СВЧ	8
5	Микрополосковые антенные устройства	8
6	Многолучевая антенная решетка	8

№ п/п	Содержание РГР (номера разделов дисциплины)	Трудоемкость (в часах)
1	№ 1, 2, 4 (5 вариантов)	10 (СРС)
2	№ 3, 4, 5 (5 вариантов)	10 (СРС)
3	№ 6, 7, 8, 9, 10, 11 (5 вариантов)	10 (СРС)

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения аудиторных занятий и внеаудиторной работы. Объем аудиторных занятий, проводимых с использованием интерактивных форм, составляет 36 часов лабораторного практикума, 36 часов практических занятий, 30 внеаудиторных часов для выполнения РГР.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Насыщенность курса новыми для студентов материалами предполагает интенсивную самостоятельную работу, эффективному характеру которой способствуют еженедельные консультации. Самостоятельная работа включает домашнюю работу с лекционными материалами с целью расширения и углубления теоретических знаний, подготовку к практическим занятиям, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, выполнение заданий, предусмотренных РГР. В основе самостоятельной работы лежит изучение рекомендованной основной и дополнительной литературы. Базовые источники и пакеты прикладных программ в электронном виде включены в учебно-методический комплекс, сопровождающий дисциплину

5.3. Компьютерные технологии обучения

Для более эффективного освоения дисциплины студентам предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса (УМК), включающего: конспект лекций и методические указания к ним; методические указания к практическим занятиям, лабораторному практикуму, самостоятельной работе. В УМК включены и сопровождающий дисциплину пакет прикладных программ, рабочая программа, список вопросов к экзамену. Компьютерные технологии используются на практических занятиях при подготовке к лабораторным работам, обработке экспериментальных результатов и оформлении отчётов, при выполнении заданий, предусмотренных РГР.

5.4. Лекции приглашённых специалистов

В рамках курса ПМЭУ и А предусмотрены встречи со специалистами и потенциальными работодателями. В частности:

- запланирована лекция доктора технических наук, профессора Московского Государственного Технического Университета (МЭИ) Сазонова Д.М.

- предполагается встреча с начальником лаборатории «ГНПП «Крона»», г. Владимир Н.Г. Соколовым и генеральным директором ОКБ «Радиосвязь» г. Владимир, А.Е. Богданов.

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится 3 раза за семестр и предполагает суммарную оценку баллов по следующим составляющим: планомерность выполнения лабораторных работ, активность и степень освоения материала на практических занятиях, планомерность и качество выполнения РГР.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Вопросы к экзамену.

1. Микрополосковая линии для (п.7а,[1] с. 6-24).
2. Щелевая и копланарная линии (п.7а, [1] с. 24-28).
3. Связанные линии передачи (п.7а, [1] с. 28-31).
4. Индуктивности, ёмкости, резисторы, согласованные нагрузки для интегральных схем СВЧ (п.7а, [1] с. 40-46).
5. Резонаторы на микрополосковых, щелевых и диэлектрических структурах (п.7а, [1] с. 47-53).
6. Устройства возбуждения линий передачи, переходы, короткозамыкатели (п.7а, [1] с. 53-56).
7. Направленные ответвители и мосты (п.7а, [1] с. 57-67).
8. Делители и сумматоры мощности (п.7а, [1] с. 68-75).
9. Устройства управления фазой и амплитудой сигнала (п.7а, [1] с. 76-86).
10. Фильтры СВЧ (п.7а, [1] с. 87-100).
11. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств с помощью программы МАКЕТ (п.7а, [3] с. 3-6).
12. Формализация расчета характеристик радиоэлектронных устройств в программе МАКЕТ (п.7а, [3] с. 6-11).
13. Входной язык программы МАКЕТ (п.7а, [3] с. 11-24).
14. Описание программы МАКЕТ и библиотека элементов (п.7а, [3] с. 24-32).
15. Бесструктурная модель транзистора СВЧ (конспект лекций (КЛ) с. 1-3).
16. Устойчивость транзисторных усилителей СВЧ (КЛ с. 1-3).
17. Режим двухстороннего согласования в транзисторных усилителях СВЧ (КЛ с. 3-9).
18. Режим фиксированного усиления в безусловно устойчивом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 11-13).
19. Режим фиксированного усиления в потенциально неустойчивом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 13-15).
20. Согласующие цепи в микрополосковом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 15-20).
21. Развязывающие и блокировочные элементы в широкополосном транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 15-20).

22. Общие положения расчета СВЧ диодных преобразователей частоты (КЛ с. 22-25).
23. Свойства одноканальных СВЧ смесителей (КЛ с. 25-31).
24. Сложные схемы СВЧ смесителей (КЛ с. 31-33).
25. Преобразование частоты с подавлением зеркального канала (КЛ с. 34-38).
26. Гетеродины СВЧ преобразователей частоты (КЛ с. 39-40).
27. Генераторные диоды с межзащитным переносом элементов (МПД): эквивалентная схема и инженерный метод определения параметров (КЛ с. 57-56).
28. Расчет электронного режима и полного сопротивления генераторного диода (КЛ с. 58-59; п. 7б, [16] с. 168-170).
29. Расчет цепей подавления паразитных НЧ колебаний в диодных генераторах СВЧ (КЛ с. 59-60; п. 7б, [16] с. 89-92).
30. Конструирование микрополосковых диодных генераторов СВЧ (КЛ с. 60-62; п. 7б, [16] с. 104-108).
31. Перестройка частоты в диодных генераторах СВЧ (КЛ с. 63-64; п. 7б, [16] с. 120-123).
32. Модель длинной линии для прямоугольной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 5-7).
33. Микрополосковые антенны, возбуждаемые микрополосковой линией (п. 7б, [6] с. 7-8).
34. Резонаторная модель микрополосковой линии (п. 7б, [6] с. 8-11).
35. САПР-модель прямоугольной микрополосковой антенны, возбуждаемой коаксиальной линией (п. 7б, [6] с. 11-14).
36. САПР-модель связанной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 14-16).
37. САПР-модель электромагнитно-связанной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 16-19).
38. Электродинамическая модель, учитывающая основные процессы в структуре антенны (п. 7б, [6] с. 19-20).
39. Электродинамическая модель дисковой микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 23-26).
40. Порядок разработки электромагнитно-связанной микрополосковой антенны на двухслойных подложках (п. 7б, [6] с. 26-27).
41. Влияние конечных размеров экранной плоскости и подложки (п. 7б, [6] с. 31-34).
42. Увеличение полосы широкополосных антенн добавлением пассивных излучателей (п. 7б, [6] с. 35-40).
43. Частотно-независимые и логопериодические антенны (п. 7б, [6] с. 40-42).
44. Широкополосные микрополосковые антенны с пластинами сложной формы (п. 7б, [6] с. 42-45).
45. Широкополосные микрополосковые антенны с согласующими цепями (п. 7б, [6] с. 45-49).
46. Микрополосковые антенны с пространственными переходами (п. 7б, [6] с. 49-51).

47. Вибраторные и щелевые микрополосковые антенны (п.7б, [6] с. 51-54).
48. Микрополосковые антенны с круговой поляризацией (п.7б, [6] с. 54-58).
49. Щелевые микрополосковые антенны КВЧ диапазона (п.7б, [6] с. 59-61).
50. Логопериодические микрополосковые антенны КВЧ диапазона (п.7б, [6] с. 61-61).
51. Антенны КВЧ диапазона на основе Френелевских зонных пластин (п.7б, [6] с. 61-63).
52. Диэлектрические резонаторные антенны (п.7б, [6] с. 61-67).
53. Широкополосные диэлектрические резонаторные антенны (п.7б, [6] с. 69-71).
54. Микрополосковые антенны с пластинами из высокотемпературных сверхпроводящих материалов (п.7б, [6] с. 71-74).
55. Микрополосковые антенны на ферритовых подложках (п.7б, [6] с. 74-76).
56. Микрополосковые антенны на подложках из киральных материалов (п.7б, [6] с. 76-76).
57. Микрополосковые антенны на подложках из полосно-замирающих материалов (п.7б, [6] с. 76-77).
58. Активные микрополосковые антенны (п.7б, [6] с. 77-81).
59. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток (п.7б, [17] с. 394-396).
60. Фазированные антенные решетки (п.7б, [17] с. 396-402).
61. Управление фазированием сканирующих антенных решеток (п.7б, [17] с. 402-405).
62. Многолучевые антенные решетки (п.7б, [17] с. 405-411).
63. Антенные решетки с частотным сканированием (п.7б, [17] с. 411-415).

6.2. Текущий контроль. Вопросы к рейтинг-контролю .

Рейтинг-контроль №1

1. Микрополосковая линии для (п.7а,[1] с. 6-24).
2. Щелевая и копланарная линии (п.7а, [1] с. 24-28).
3. Связанные линии передачи (п.7а, [1] с. 28-31).
4. Индуктивности, ёмкости, резисторы, согласованные нагрузки для интегральных схем СВЧ (п.7а, [1] с. 40-46).
5. Резонаторы на микрополосковых, щелевых и диэлектрических структурах (п.7а, [1] с. 47-53).
6. Устройства возбуждения линий передачи, переходы, короткозамыкатели (п.7а, [1] с. 53-56).
7. Направленные ответвители и мосты (п.7а, [1] с. 57-67).
8. Делители и сумматоры мощности (п.7а, [1] с. 68-75).

9. Устройства управления фазой и амплитудой сигнала (п.7а, [1] с. 76-86).
10. Фильтры СВЧ (п.7а, [1] с. 87-100).
11. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств с помощью программы МАКЕТ (п.7а, [3] с. 3-6).
12. Формализация расчета характеристик радиоэлектронных устройств в программе МАКЕТ (п.7а, [3] с. 6-11).
13. Входной язык программы МАКЕТ (п.7а, [3] с. 11-24).
14. Описание программы МАКЕТ и библиотека элементов (п.7а, [3] с. 24-32).
15. Бесструктурная модель транзистора СВЧ (конспект лекций (КЛ) с. 1-3).
16. Устойчивость транзисторных усилителей СВЧ (КЛ с. 1-3).
17. Режим двухстороннего согласования в транзисторных усилителях СВЧ (КЛ с. 3-9).
18. Режим фиксированного усиления в безусловно устойчивом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 11-13).
19. Режим фиксированного усиления в потенциально неустойчивом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 13-15).
20. Согласующие цепи в микрополосковом транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 15-20).
21. Развязывающие и блокировочные элементы в широкополосном транзисторном усилителе СВЧ (КЛ с. 15-20).

Рейтинг-контроль №2

1. Общие положения расчета СВЧ диодных преобразователей частоты (КЛ с. 22-25).
2. Свойства одноканальных СВЧ смесителей (КЛ с. 25-31).
3. Сложные схемы СВЧ смесителей (КЛ с. 31-33).
4. Преобразование частоты с подавлением зеркального канала (КЛ с. 34-38).
5. Гетеродины СВЧ преобразователей частоты (КЛ с. 39-40).
6. Генераторные диоды с межзащитным переносом элементов (МПД): эквивалентная схема и инженерный метод определения параметров (КЛ с. 57-56).
7. Расчет электронного режима и полного сопротивления генераторного диода (КЛ с. 58-59; п. 7б, [16] с. 168-170).
8. Расчет цепей подавления паразитных НЧ колебаний в диодных генераторах СВЧ (КЛ с. 59-60; п. 7б, [16] с. 89-92).
9. Конструирование микрополосковых диодных генераторов СВЧ (КЛ с. 60-62; п. 7б, [16] с. 104-108).
10. Перестройка частоты в диодных генераторах СВЧ (КЛ с. 63-64; п. 7б, [16] с. 120-123).

11. Модель длинной линии для прямоугольной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 5-7).
12. Микрополосковые антенны, возбуждаемые микрополосковой линией (п. 7б, [6] с. 7-8).
13. Резонаторная модель микрополосковой линии (п. 7б, [6] с. 8-11).
14. САПР-модель прямоугольной микрополосковой антенны, возбуждаемой коаксиальной линией (п. 7б, [6] с. 11-14).
15. САПР-модель связанной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 14-16).
16. САПР-модель электромагнитно-связанной микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 16-19).
17. Электродинамическая модель, учитывающая основные процессы в структуре антенны (п. 7б, [6] с. 19-20).
18. Электродинамическая модель дисковой микрополосковой антенны (п. 7б, [6] с. 23-26).
19. Порядок разработки электромагнитно-связанной микрополосковой антенны на двухслойных подложках (п. 7б, [6] с. 26-27).
20. Влияние конечных размеров экранной плоскости и подложки (п. 7б, [6] с. 31-34).

Рейтинг-контроль № 3

1. Увеличение полосы широкополосных антенн добавлением пассивных излучателей (п.7б, [6] с. 35-40).
2. Частотно-независимые и логопериодические антенны (п.7б, [6] с. 40-42).
3. Широкополосные микрополосковые антенны с пластинами сложной формы (п.7б, [6] с. 42-45).
4. Широкополосные микрополосковые антенны с согласующими цепями (п.7б, [6] с. 45-49).
5. Микрополосковые антенны с пространственными переходами (п.7б, [6] с. 49-51).
6. Вибраторные и щелевые микрополосковые антенны (п.7б, [6] с. 51-54).
7. Микрополосковые антенны с круговой поляризацией (п.7б, [6] с. 54-58).
8. Щелевые микрополосковые антенны КВЧ диапазона (п.7б, [6] с. 59-61).
9. Логопериодические микрополосковые антенны КВЧ диапазона (п.7б, [6] с. 61-61).
10. Антенны КВЧ диапазона на основе Френелевских зонных пластин (п.7б, [6] с. 61-63).
11. Диэлектрические резонаторные антенны (п.7б, [6] с. 61-67).

12. Широкополосные диэлектрические резонаторные антенны (п.7б, [6] с. 69-71).
13. Микрополосковые антенны с пластинами из высокотемпературных сверхпроводящих материалов (п.7б, [6] с. 71-74).
14. Микрополосковые антенны на ферритовых подложках (п.7б, [6] с. 74-76).
15. Микрополосковые антенны на подложках из киральных материалов (п.7б, [6] с. 76-76).
16. Микрополосковые антенны на подложках из полосно-замирающих материалов (п.7б, [6] с. 76-77).
17. Активные микрополосковые антенны (п.7б, [6] с. 77-81).
18. Способы сканирования и задачи, решаемые с помощью антенных решеток (п.7б, [17] с. 394-396).
19. Фазированные антенные решетки (п.7б, [17] с. 396-402).
20. Управление фазированием сканирующих антенных решеток (п.7б, [17] с. 402-405).
21. Многолучевые антенные решетки (п.7б, [17] с. 405-411).
22. Антенные решетки с частотным сканированием (п.7б, [17] с. 411-415).

6.3. Расчетно-графические работы для СРС. Расчетно-графические работы являются базой для оценки степени усвоения теоретического материала и совместно с другими формами учебного процесса, учитывается в рейтинг-контроле. Для каждой из 3 РГР подготовлено 5 вариантов. Каждый вариант включает требования для разработки пассивного или активного устройства СВЧ и ссылки на основную или дополнительную литературу с изложенной методикой проектирования.

Расчетно-графическая работа № 1.

Вариант 1

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса пропускания $V_n \geq 40\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$) ; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ ;

центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр должен

быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.76, [7] с. 271-297).

2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 7\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$) ; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ ;

центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 42.86$ см ($f_0 = 0.7$ ГГц). Фильтр

должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.76, [7] с. 297-334).

3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания:

$\lambda_{-n} = 12$ см, $\lambda_n = 9$ см – рассогласование $|\Gamma| \leq 0.02$. Согласуемые сопротивления: $r=75$

Ом, $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.76, [8] с. 270-398).

4. Рассчитать трехдецибелный двухшлейфный ответвитель для работы в диапазоне:

$f_{-n} = 3$ ГГц, $f_n = 4$ ГГц. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.76, [9] с. 175-191).

Вариант 2

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 20\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.3 ; число заграждаемых гармоник

$P=5$ (вторая-шестая, т.е. $\nu = 6$) ; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ ;

центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 10$ см ($f_0 = 3$ ГГц). Фильтр должен

быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое

сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7б, [7] с. 271-297).

2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 10\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.2 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$) ; уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 20$ дБ ;

центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр

должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 4$ мм; $t = 0.05$ мм).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7б, [7] с. 297-334).

3. Рассчитать ступенчатый переход с максимально плоской частотной характеристикой,

обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 12$ см, $\lambda_n = 9$ см – рассогласование

$|\Gamma| \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления: $r=75 \text{ Ом}$, $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.76, [8] с. 270-398).

4. Рассчитать трехдецибелный трехшлейфный ответвитель для работы в диапазоне:

$f_{-n} = 3 \text{ ГГц}$, $f_n = 4 \text{ ГГц}$. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.76, [9] с. 175-191).

Вариант 3

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 30\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.5 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (четвертая, пятая, шестая, т.е. $\nu = 6$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 60$ дБ;

центральная частота полосы пропускания $f_0 = 0.7$ ГГц ($\lambda_0 = 42.86$ см). Фильтр должен

быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм). Волновое

сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7б, [7] с. 271-297).

2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 15\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.35 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 40$ дБ;

центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 30$ см ($f_0 = 1$ ГГц). Фильтр

должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50$ Ом, (п.7б, [7] с. 297-334).

3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания:

$\lambda_{-n} = 10$ см, $\lambda_n = 5$ см – рассогласование $|\Gamma| \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления:

$r=100 \text{ Ом}$, $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; \text{tg}\delta = 0.001; b = 4 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.76, [8] с. 270-398).

4. Рассчитать гибридное кольцо с равным делением мощности для работы в диапазоне:

$f_{-n} = 3 \text{ ГГц}$, $f_n = 4 \text{ ГГц}$. Ответвитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; \text{tg}\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.76, [9] с. 175-191).

Вариант 4

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник для подавления побочных излучений,

удовлетворяющий следующим техническим условиям : полоса пропускания $V_{\pi} \geq 20\%$

;КСВ в полосе пропускания < 1.3 ;полоса подавления побочных излучений

$f_{31} - f_{32} = 1.3f_2 - 4.5f_2$, где f_{31}, f_{32} –соответственно граничные частоты полосы

заграждения, f_2 -наивысшая частота полосы пропускания; уровень заграждения гармоник

$a_3 \geq 40$ дБ ; центральная частота полосы пропускания $f_0 = 0.7$ ГГц ($\lambda_0 = 42.86$ см).

Фильтр должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4$ мм; $t = 0.05$ мм).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50$ Ом, (п.7б, [7] с. 271-297).

2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 15\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.4 ;число заграждаемых гармоник

$P=5$ (вторая, третья, четвертая, пятая, шестая т.е. $\nu = 6$); уровень заграждения гармоник

$a_3 \geq 40$ дБ ; центральная длина волны в полосе пропускания $\lambda_0 = 42.86$ см (

$f_0 = 0.7$ ГГц). Фильтр должен быть реализован на СПЛ (

$\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.7б, [7] с. 297-334).

3. Рассчитать ступенчатый переход с максимально плоской частотной характеристикой, обеспечивающий в полосе пропускания: $\lambda_{-n} = 10 \text{ см}$, $\lambda_n = 5 \text{ см}$ – рассогласование

$|\Gamma| \leq 0.05$. Согласуемые сопротивления: $r=100 \text{ Ом}$, $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Переход должен быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [8] с. 270-398).

4. Рассчитать направленный ответвитель на связанных МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$) для работы в диапазоне: $f_{-n} = 3 \text{ ГГц}$,

$f_n = 4 \text{ ГГц}$. Номинальное значение переходного ослабления $C_0 = -15 \text{ дБ}$. Волновое

сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.7б, [8] с. 71-94).

Вариант 5

1. Рассчитать ступенчатый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 40\%$; КСВ в полосе пропускания < 1.4 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая, т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 30$ дБ;

центральная длина волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30 \text{ см}$ ($f_0 = 1 \text{ ГГц}$). Фильтр должен

быть реализован на СПЛ ($\varepsilon = 2.6; tg\delta = 0.001; b = 4 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое

сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho} = 50 \text{ Ом}$, (п.7б, [7] с. 271-297).

2. Рассчитать шлейфовый фильтр гармоник, имеющий следующие параметры: полоса

пропускания $V_{\pi} \geq 10\%$, КСВ в полосе пропускания < 1.35 ; число заграждаемых гармоник

$P=3$ (вторая, третья, четвертая т.е. $\nu = 4$); уровень заграждения гармоник $a_3 \geq 60$ дБ.

Минимальная ширина полоскового проводника в звене $W \geq 0.1 \text{ мм}$. Центральная длина

волны полосы пропускания $\lambda_0 = 30 \text{ см}$ ($f_0 = 1 \text{ ГГц}$). Фильтр должен быть реализован

на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление входов

$\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.7б, [7] с. 297-334).

3. Рассчитать чебышевский ступенчатый переход, обеспечивающий в полосе пропускания:

$\lambda_{-n} = 15 \text{ см}$, $\lambda_n = 7.5 \text{ см}$ – рассогласование $|\Gamma| \leq 0.02$. Согласуемые сопротивления:

$r=80 \text{ Ом}$, $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Переход должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.76, [8] с. 270-398).

4. Рассчитать одноступенчатый трехдецибельный кольцевой делитель мощности для

работы в диапазоне: $f_{-n} = 3 \text{ ГГц}$, $f_n = 4 \text{ ГГц}$. Делитель должен быть реализован на

МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление

подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$, (п.76, [8] с. 168-176).

Расчетно-графическая работа № 2

Вариант 1

1. Рассчитать проходной фазовращатель на двухшлейном трёхдецибелльной мосте, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi = 45^\circ$, КСВ в диапазоне частот < 1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12], [13]).
2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 1500 \text{ МГц}$, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 10^{-5} \text{ с}$, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$, потери загораждения $L_{\text{з}} > 30 \text{ дБ}$, потери пропускания $L_{\text{п}} < 0.5 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 10 \text{ мВт}$. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7б, [10],[11],[12],[13]).
3. Рассчитать двухканальный переключатель последовательного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот

< 1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{ок} < 1\text{дБ}$, вносимое ослабление закрытого

канала $L_{зк} > 20\text{дБ}$, волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50\text{ Ом}$. Тип

используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 1-3 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1\text{ мм}; t = 0.05\text{ мм}$), (п.7а, [1]; п. 7б,[14]).

Вариант 2

1. Рассчитать проходной шлейфный фазовращатель, имеющий следующие параметры:

рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi = 22,5^\circ$,

КСВ в диапазоне частот < 1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 2 \text{ ГГц}$,

коммутируемая импульсная мощность 80 Вт ; длительность импульса $\tau_n = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$,

период повторения импульсов $\tau_n = 10^{-3} \text{ с}$, потери загораживания $L_3 > 40 \text{ дБ}$, потери

пропускания $L_n < 1 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 15 \text{ мВт}$.

Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

Волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот

< 1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1 \text{ дБ}$, вносимое ослабление закрытого

канала $L_{\text{эк}} > 20 \text{ дБ}$, волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 2-4 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [1]; п. 7б,[14]).

Вариант 3

1. Рассчитать проходной фазовращатель на переключаемых линиях, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте

$\Delta\varphi = 90^\circ$, КСВ в диапазоне частот < 1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление

подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 2 \text{ ГГц}$,

коммутируемая импульсная мощность 80 Вт ; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$,

период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$., потери загораживания $L_3 > 40 \text{ дБ}$, потери

пропускания $L_{\text{п}} < 1 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 15 \text{ мВт}$.

Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$). Волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельно-последовательного типа, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в

диапазоне частот < 1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1 \text{ дБ}$, вносимое

ослабление закрытого канала $L_{\text{эк}} > 20 \text{ дБ}$, волновое сопротивление подводящих линий

$\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель должен быть

реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б,[10],[11],[12],

[13]).

4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 3-5 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [1]; п. 7б,[14]).

Вариант 4

1. Рассчитать петлевой фазовращатель, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi = 180^\circ$, КСВ в диапазоне частот < 1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий

$\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 3 \text{ ГГц}$, коммутируемая импульсная мощность 80 Вт ; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ с}$, период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$., потери заграждения $L_3 > 60 \text{ дБ}$, потери пропускания $L_{\text{п}} < 1,5 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 25 \text{ Вт}$

.. Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$).

Волновое сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

3. Рассчитать двухканальный переключатель с четвертьволновыми коммутируемыми шлейфами, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот < 1.5 , вносимое ослабление открытого канала $L_{\text{ок}} < 1 \text{ дБ}$,

вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{эк}} > 20 \text{ дБ}$, волновое сопротивление
подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Тип используемого диода 2A503A. Переключатель

должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б,

[10],[11],[12],[13]).

4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 4-6 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [1]; п. 7б,[14]).

Вариант 5

1. Рассчитать проходной фазовращатель, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, фазовый сдвиг на средней частоте $\Delta\varphi = 45^\circ$, КСВ в диапазоне частот < 1.5 ; тип диода 2A503A, волновое сопротивление подводящих линий

$\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Фазовращатель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

2. Рассчитать ограничитель мощности с параметрами: рабочая частота $f_0 = 3.5 \text{ ГГц}$,

коммутируемая импульсная мощность 80 Вт ; длительность импульса $\tau_{\text{и}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ с}$,

период повторения импульсов $\tau_{\text{п}} = 10^{-3} \text{ с}$., потери загряднения $L_3 > 65 \text{ дБ}$, потери

пропускания $L_{\text{п}} < 2 \text{ дБ}$, порог ограничения по непрерывной мощности $P_{\text{пор.}} > 25 \text{ мВт}$.,

Тип используемого диода 2A517A. Ограничитель должен быть реализован на МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$).

Волновое сопротивление подводящих

линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. (п.7б, [10],[11],[12],[13]).

3. Рассчитать двухканальный переключатель параллельного типа с четвертьволновыми коммутируемыми шлейфами, имеющий следующие параметры: рабочий диапазон частот 3.4-3.55 ГГц, КСВ в диапазоне частот < 1.5 , вносимое ослабление открытого

канала $L_{\text{ок}} < 1 \text{ дБ}$, вносимое ослабление закрытого канала $L_{\text{зк}} > 20 \text{ дБ}$, волновое

сопротивление подводящих линий $\tilde{\rho}_0 = 50 \text{ Ом}$. Тип используемого диода 2A503A.

Переключатель должен быть реализован на МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7б,[10],[11],[12],[13]).

4. Рассчитать транзисторный усилитель СВЧ в интегральном исполнении. Тип используемого транзистора 3П326-А. Рабочий диапазон частот 5-7 ГГц. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ (

$\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1 \text{ мм}; t = 0.05 \text{ мм}$), (п.7а, [1]; п. 7б,[14]).

Расчетно-графическая работа № 3

Вариант 1

1. Рассчитать балансный диодный смеситель частоты в интегральном исполнении.

Используемый режим – широкополосный. Частота сигнала $f_c = 12$ ГГц; промежуточная

частота $f_{\text{пр}} = 1.5$ ГГц; КСВ по входу и выходу < 1.5 ; полоса пропускания $> 20\%$;

сопротивление источника сигнала и нагрузки 50 Ом; потери преобразования $L_{\text{п}} < 6$ дБ.

Смеситель должен обеспечивать максимальное подавление комбинационных

составляющих при мощности гетеродина $P_r < 10$ мВт. Интегральная схема должна

быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7б,

[10],[13],[15]).

2. Привести варианты и описать свойства планарных антенн с круговой поляризацией, (п.7б, [5],[6]).
3. Описать свойства и привести пример конструкции планарных антенн с подвешенными пластинами и пространственными переходами, (п.7б, [5],[6]).
4. Рассмотреть свойства и особенности конструирования планарных антенн с пластинами из высокотемпературных сверхпроводящих материалов, (п.7б, [5],[6]).

Вариант 2

1. Рассчитать балансный диодный смеситель частоты в интегральном исполнении.

Используемый режим – узкополосный. Частота сигнала $f_c = 12$ ГГц; промежуточная

частота $f_{\text{пр}} = 1.5$ ГГц; КСВ по входу и выходу < 1.5 ; полоса пропускания $> 10\%$;

сопротивление источника сигнала и нагрузки 50 Ом; потери преобразования $L_{\text{п}} < 6$ дБ.

Смеситель должен обеспечивать максимальное подавление комбинационных

составляющих при мощности гетеродина $P_{\text{г}} < 1$ мВт. Интегральная схема должна быть

реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7б, [10],

[13],[15]).

2. Рассмотреть вопрос увеличения полосы планарных антенн добавлением пассивных излучателей, (п.7б, [5],[6]).
3. Рассмотреть общие принципы конструирования диэлектрических резонаторных антенн, (п.7б, [5],[6]).
4. Рассмотреть свойства и особенности конструирования планарных антенн на ферритовых подложках, (п.7б, [5],[6]).

Вариант 3

1. Рассчитать балансный диодный смеситель частоты в интегральном исполнении.

Используемый режим – широкополосный. Частота сигнала $f_c = 5$ ГГц; промежуточная

частота $f_{\text{пр}} = 100$ МГц; КСВ по входу и выходу < 1.5 ; полоса пропускания $> 20\%$;

сопротивление источника сигнала и нагрузки 50 Ом; потери преобразования $L_{\text{п}} < 6$ дБ.

Смеситель должен обеспечивать максимальное подавление комбинационных

составляющих при мощности гетеродина $P_{\text{г}} < 3$ мВт. Интегральная схема должна быть

реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7б, [10],

[13],[15]).

2. Привести варианты и описать свойства частотно-независимых и логопериодических планарных антенн, (п.7б, [5],[6]).
3. Рассмотреть особенности конструирования цилиндрических и прямоугольных резонаторных антенн, (п.7б, [5],[6]).
4. Рассмотреть свойства и особенности конструирования планарных антенн на подложках из киральных материалов, (п.7б, [5],[6]).

Вариант 4

1. Рассчитать балансный диодный смеситель в интегральном исполнении. Используемый

режим – узкополосный. Частота сигнала $f_c = 5$ ГГц; промежуточная частота

$f_{\text{пр}} = 100$ МГц; КСВ по входу и выходу < 1.5 ; полоса пропускания $> 10\%$;

сопротивление источника сигнала и нагрузки 50 Ом; потери преобразования $L_{\text{п}} < 3$ дБ.

Смеситель должен обеспечивать максимальное подавление комбинационных

составляющих при мощности гетеродина $P_{\text{г}} < 1$ мВт. Интегральная схема должна быть

реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.6.2, [10],

[13],[15]).

2. Привести варианты и описать свойства широкополосных планарных антенн с пластинами сложной формы, (п.7б, [5],[6]).
3. Рассмотреть общие принципы и особенности конструирования диэлектрических резонаторных антенн с круговой поляризацией, (п.7б, [5],[6]).
4. Рассмотреть свойства и особенности конструирования планарных антенн на подложках из электромагнитных полосоугрождающих материалов, (п.7б, [5],[6]).

вариант 5

1. Рассчитать балансный диодный смеситель в интегральном исполнении. Используемый режим – широкополосный. Частота сигнала $f_c = 7.5$ ГГц; промежуточная частота $f_{\text{пр}} = 100$ МГц; КСВ по входу и выходу < 1.5 ; полоса пропускания $> 20\%$; сопротивление источника сигнала и нагрузки 50 Ом; потери преобразования $L_n < 6$ дБ. Смеситель должен обеспечивать максимальное подавление комбинационных составляющих при мощности гетеродина $P_r < 5$ мВт. Интегральная схема должна быть реализован на основе МПЛ ($\varepsilon = 9.6; tg\delta = 0.0001; h = 1$ мм; $t = 0.05$ мм), (п.7б, [10], [13],[15]).
2. Описать методику и привести пример расширения полосы планарных излучателей с помощью согласующих цепей, (п.7б, [5],[6]).
3. Рассмотреть общие принципы и особенности конструирования диэлектрических антенн с увеличенной полосой частот, (п.7б, [5],[6]).
4. Привести варианты и пояснить принципы действия SMART-антенны с азимутальным сканированием, (п.7б, [5],[6]).

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПМЭУ и А

а) Основная литература:

1. Веселов Г.И. и др. Микроэлектронные устройства СВЧ: Уч. пособие для радиотехнических специальностей вузов \ Под ред. Г.И.Веселова. – М.: Высшая школа, 2015, -280 с. (Библиотека ВлГУ)
2. Сазонов Д.М. и др. Устройства СВЧ: Уч. пособие для вузов \ Под ред. Д.М.Сазонова. – М.: Высшая школа, 2005, - 295 с. (Библиотека ВлГУ)

3. Мишустин Б.А. Автоматизированный анализ линейных радиоэлектронных устройств. – М.: МЭИ, 2002, - 64 с. (Библиотека ВлГУ)

б) Дополнительная литература

1. Никольский В.В. и др. Автоматизированное проектирование устройств СВЧ \ Под ред. В.В.Никольского. – М.: Радио и связь, 1982, - 272 с.
2. Гвоздев В.И., Нефедов Е.И., Объёмные интегральные схемы СВЧ. – М.: Наука, 1985, - 256 с.
3. Гасанов Л.Г. и др. Твёрдотельные устройства СВЧ в технике связи. – М.: Радио и связь, 1990, - 288 с.
4. Фуско В. СВЧ цепи \ Анализ и автоматизированное проектирование \ Пер. с англ. Д.А. Вольмана – М.: Радио и связь, 1990, - 287 с.
5. Панченко Б.А., Нефёдов Е.И. Микрополосковые антенны. – М.: Радио и связь, 1986, - 144 с.
6. Лось В.Ф. Микрополосковые и диэлектрические резонаторные антенны. САПР-модели: методы математического моделирования. – Антенны, 2002, вып 11 (66), с.3-80.
7. Справочник по элементам полосковой техники /Мазепова О.И. и др./ Под ред. А.Л. Фельдштейна.- М.: Связь, 1979.-336с.
8. Фельдштейн А.Л., Явич Л.Р., Смирнов В.П. Справочник по элементам волноводной техники. Изд. 2-е. М.: Сов. Радио, 1967.-652с.
9. Малорацкий Л.Г., Явич Л.Р. Проектирование и расчет СВЧ элементов на полосковых линиях. М.:Сов. Радио, 1972.-232с.
10. Полупроводниковые диоды. Сверхвысокочастотные диоды. Справочник / Б.А. Наливайко и др. Под. Ред. Б.А. Наливайко.-Томск: МГП «РАСКО», 1992.-223с.
11. Проектирование управляющих устройств на коммутационных диодах. Гридин А.Н.-М.: Моск. Энерг. ин-т, 1986.-48 с.
12. Хижа Г.С., Вендик И.Б., Серебряков Е.А. СВЧ фазовращатели и переключатели: Особенности создания на р-і-п-диодах в интегральном исполнении.- М.: Радио и связь, 1984.-184с.
13. Микроэлектронные устройства СВЧ / Н.Т. Бова и др. К.: Техніка, 1984.-184с.
14. Петров Г.В., Толстой А.И.Линейные балансные СВЧ усилители.-М.: Радио и связь,1983.-176с.
15. Автоматизированное проектирование микроминиатюрных полупроводниковых узлов СВЧ радиоприемных устройств. Текшев В.Б., Разевиг В.Д., Плигин С.Г. д. ред. В.Д. Разевига.- М.: Моск. Энерг. ин-т, 1987.-100с.

16. Давыдова Н.С., Далюшевский Ю.З. Диодные генераторы и усилители СВЧ.- М.: Радио и связь, 1986. -184 с.
17. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. Учеб. для радиотех. спец. вузов. –М.: Высш. шк., 1988. -432 с.

в) Методическая литература

1. Гаврилов В.М., Садовский Н.В., Ситнянский Б.Д. Расчёт на ЭВМ параметров полосовых линий и фазированных антенных решёток. Метод. указания по применению прикладных программ. Владимир, 1987,- 33 с.
2. Гаврилов В.М. Лабораторные работы по курсу «Проектирование МЭУ и антенн». Владимир, 2014.-100 с.
3. Гаврилов В.М. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Проектирование МЭУ и антенн». Владимир, 2014. -15 с.
4. Гаврилов В.М. Методические указания к СРС по курсу «Проектирование МЭУ и антенн». Владимир, 2014. -16 с.
5. Гаврилов В.М. Методические указания к лекциям по курсу «Проектирование МЭУ и антенн». Владимир, 2014. -5 с.

г) Приложение по стандартизации

1. ГОСТ 2.702-75 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем.
2. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Конструкторские документы на микро-устройствах.
3. ГОСТ 3.1102-81 ЕСКД. Виды технологической документации в микроэлектронике.
4. ГОСТ 2.417-78. ЕСКД. Правила выполнения чертежей печатных плат.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПМЭУ и А

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- лабораторные макеты и измерительное оборудование специализированной лаборатории (510-3) по дисциплине ПМЭУ и А: Р2-53 – 5 шт., Р4-11 – 2 шт., Г4-111Б, Г4-83, С4-27, ФК2-33;
- компьютеры со специализированным программным обеспечением (2 шт.);
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3, 335-3);
- набор слайдов, сопровождающих лекционный материал (188 шт.).

Программа составлена в соответствии с требованием ФГОС ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника.

Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС

Гаврилов В.М.

Рецензент (ы) зав. отделом радиотехники ФГУП «ГНПП «Крона»

Соколов Н.Г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС.

Протокол № 12 от 30.03.15 года

Зав. кафедрой РТ и РС

О.Р. Никитин.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления _____

Протокол № 9 от 31.03.15 года

Председатель комиссии _____

О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой _____ *ОРНИКТИИ*

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт _____

Кафедра _____

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 2016г.
Заведующий кафедрой

(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования

Форма обучения

Владимир 2016

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: _____
(подпись, должность, ФИО)

а) основная литература: _____ (*не более 5 книг*)

б) дополнительная литература: _____

в) периодические издания: _____

г) интернет-ресурсы: _____