

# СОДЕРЖАНИЕ

СОКРАЩЕНИЙ СПИСОК.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
<b>Глава 1</b>	
<b>РАЗРАБОТКА УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ СВЧ-ДИАПАЗОНА</b>	
<b>НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТРАНЗИСТОРАХ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Разработка линейных транзисторных усилителей СВЧ в диапазоне частот 1–2 и 2–4 ГГц с коэффициентом усиления не менее 33дБ.....	5
1.1.1. Технические требования к усилителю.....	6
1.1.2. Структурные и принципиальные электрические схемы усилителей.....	6
1.1.3. Конструкция и сборка усилителей.....	10
1.1.4. Настройка усилителей и измерение электрических параметров.....	11
1.1.5. Изучение линейности выходной мощности усилителей.....	15
1.1.5.1. Отработка методики измерения выходной мощности усилителей при уменьшении коэффициента усиления на 1 дБ.....	15
1.1.5.2. Связь между уменьшением коэффициента усиления и подавлением интермодуляционных составляющих $P_{\text{вых}}$ от уровня выходной мощности.....	18
1.1.6. Испытания усилителей на надежность.....	20
1.1.6.1. Испытания усилителей на безотказность и долговечность.....	20
1.1.6.2. Ресурс.....	21
1.2. Транзисторный усилитель <i>L</i> -диапазона для космической связи.....	21
1.2.1. Конструкторско-технологическая часть.....	22
1.2.2. Расчетно-аналитическая часть.....	23
1.2.3. Экспериментальная часть.....	25
1.3. Транзисторный линейный усилитель для радиорелейной связи.....	27
1.3.1. Назначение усилителя.....	27
1.3.2. Конструкция и электрические параметры усилителя.....	27
1.4. Автоматическая регулировка выходной СВЧ-мощности транзисторного усилителя.....	29
1.4.1. Схема АРМ и результаты измерений.....	30
1.5. Расчетно-экспериментальная методика определения согласующих цепей, обеспечивающих максимальную выходную мощность СВЧ-транзистора.....	33
1.5.1. Основная часть.....	33
1.6. Твердотельный усилитель мощности бортовой РЭА РЭП.....	36
1.6.1. Конструкция и электрические характеристики усилителя.....	38
1.7. Гибридно-интегральные малогабаритные усилители мощности.....	50
1.7.1 Конструкторская часть.....	50
1.8. Малогабаритный усилитель с выходной мощностью 6 Вт <i>Ku</i> -диапазона длин волн.....	56

1.8.1. Конструкторская часть.....	56
1.8.2. Расчетно-экспериментальная часть.....	58
1.9. Усилитель X-диапазона с выходной импульсной мощностью не менее 50 Вт.....	61
1.9.1. Исследуемая конструкция.....	61
1.9.2. Практические результаты.....	62
Контрольные вопросы.....	66

## **Глава 2**

### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ**

### **УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ СВЧ–ДИАПАЗОНА ..... 67**

2.1. Стоваттный усилитель мощности с уменьшенным уровнем интермодуляционных искажений.....	67
2.1.1. Обоснование разработки.....	67
2.2. Усилители мощности разработки ЗАО «Микроволновые системы».....	71
2.2.1. Сведения о предприятии и разработках усилителей мощности СВЧ-диапазона.....	71
2.2.2. Краткое техническое описание продукции.....	73
2.3. Широкополосный усилитель мощности S-диапазона с выходной мощностью 300–400 Вт в непрерывном режиме.....	77
2.3.1. Схема и конструкция макета усилителя.....	77
2.3.2. Параметры макета усилителя.....	80
2.4. 300-ваттный GaN-усилитель для бортовой аппаратуры.....	81
2.4.1. Разработка усилителя.....	81
2.4.2. Результаты исследования характеристик.....	84
2.5. Отечественные гибридно-монокристаллические усилители мощности.....	86
2.5.1. Мощные усилительные ГМИС X-диапазона на транзисторах из нитрида галлия.....	86
2.5.1.1. Миниатюризация мощных усилительных ГМИС X-диапазона.....	88
2.5.1.2. Исследование мощных миниатюрных усилителей ГМИС СВЧ на GaN-транзисторах.....	89
Контрольные вопросы.....	93

## **Глава 3**

### **МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ. .... 95**

3.1. Усилители мощности для спутниковых систем связи.....	95
Усилители мощности L-диапазона.....	103
Усилители мощности C-диапазона.....	104
Усилители мощности X-диапазон.....	105
Усилители мощности Ku- и Ka-диапазонов.....	106
3.2. Разработки усилителей мощности в виде МИС СВЧ-диапазона.....	107
3.2.1. Интерес отечественных специалистов к монокристаллическим двухваттным усилителям мощности X-диапазона частот.....	107
3.2.2. Отечественная МИС 12-ваттного усилителя мощности на GaAs.....	109

3.2.3. Усилители мощности компании «UMS».....	110
3.2.4. Усилители мощности института прикладной физики полупроводников Фраунгофера (Германия) .....	115
3.2.5. Усилители мощности компании «OMMIC».....	117
3.2.6. 40-ваттный GaN МИС-усилитель с полосой рабочих частот 6–18 ГГц .....	121
3.2.7. Прогноз развития рынка GaN-продукции СВЧ-диапазона до 2022 г.....	124
Контрольные вопросы .....	125
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>127</b>
Библиографический список.....	129