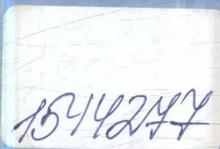




А. Н. Зикий, А. В. Помазанов
А. В. Андрианов, А. С. Кочубей



Управляемые устройства СВЧ

учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологическая академия

А. Н. ЗИКИЙ
А. В. ПОМАЗАНОВ
А. В. АНДРИАНОВ
А. С. КОЧУБЕЙ

УПРАВЛЯЕМЫЕ УСТРОЙСТВА СВЧ

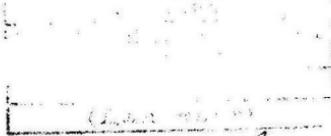
Учебное пособие

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2023

УДК 621.396.62

ББК 32.842

3-601



Печатается по решению кафедры информационной безопасности телекоммуникационных систем Института компьютерных технологий и информационной безопасности Южного федерального университета (протокол № 22 от 31 мая 2023 г.)

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор Южного федерального университета
К. Е. Румянцев

кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
начальник лаборатории АО «ТНИИС» *С. В. Крикотин*

Зикий, А. Н.

3-601 Управляемые устройства СВЧ : учебное пособие / А. Н. Зикий, А. В. Помазанов, А. В. Андрианов, А. С. Кочубей ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2023. – 204 с.

ISBN 978-5-9275-4483-7

Изложены принципы построения и основы проектирования управляемых устройств СВЧ-радиосигналов, применяемых в телекоммуникационных системах. Рассматриваются вопросы схемотехники и конструкции управляемых устройств. Приводятся многочисленные результаты разработки и экспериментальных исследований управляемых устройств различных диапазонов длин волн. Учебное пособие написано на основе оригинальных работ авторов, опубликованных в научных журналах.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 10.05.02 – Информационная безопасность телекоммуникационных систем и изучающих дисциплину «Устройства телекоммуникационных систем», может быть полезно при курсовом и дипломном проектировании.

УДК 621.396.62

ББК 32.842

ISBN 978-5-9275-4483-7

© Южный федеральный университет, 2023

© Зикий А. Н., Помазанов А. В.,
Андрианов А. В., Кочубей А. С., 2023

© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. АТТЕНЮАТОРЫ СВЧ ДИАПАЗОНА	6
1.1. Экспериментальное исследование ступенчатого аттенюатора с механическим управлением	6
1.2. Ступенчатый аттенюатор	13
1.3. Экспериментальное исследование ступенчатого аттенюатора на микросхеме	21
1.4. Аттенюатор с цифровым управлением на базе модуля М44752	25
1.5. Ступенчатый аттенюатор с электронным управлением (328 МГц)	30
1.6. Фиксированный аттенюатор дециметровых волн	38
1.7. Аттенюатор миллиметрового диапазона	43
1.8. Широкополосный аттенюатор с электронным управлением	46
1.9. Моделирование и экспериментальное исследование аттенюатора сантиметрового диапазона	53
1.10. Управляемый аттенюатор дециметровых волн	61
1.11. Аттенюатор сантиметрового диапазона с электронным управлением	67
2. ВЫКЛЮЧАТЕЛИ И ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ	72
2.1. Двухканальный переключатель	72
2.2. Моделирование рpп-диодного переключателя сантиметрового диапазона [57]	77
2.3. Шестиканальный переключатель [70]	79
2.4. Высокочастотный выключатель [62]	82
2.5. Моделирование и экспериментальное исследование рpп-диодного выключателя [61]	87
2.6. Экспериментальное исследование двухканального переключателя на микросхеме [67]	93
2.7. Волноводные выключатели фирмы «САЛЮТ»	97
2.8. Волноводный выключатель [71]	101
2.9. Трёхканальный переключатель	105

2.10. Четырёхканальный переключатель на pin-диодах	109
2.11. Пятиканальный переключатель	114
2.12. Шестиканальный переключатель на pin-диодах	117
2.13. Выключатель дециметрового диапазона	122
3. ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА СВЧ (ОГРАНИЧИТЕЛИ)	128
3.1. Тенденции развития защитных устройств СВЧ по патентным источникам информации [86]	128
3.2. Полупроводниковое защитное устройство	131
3.3. Защитное устройство миллиметрового диапазона	134
3.4. Экспериментальное исследование защитного устройства [77]	137
3.5. Ограничительные свойства серийных маломощных усилителей [87]	144
3.6. Моделирование ограничителя дециметрового диапазона	148
3.7. Диодный ограничитель	154
4. ФАЗОВРАЩАТЕЛИ И ФАЗОВЫЕ МОДУЛЯТОРЫ	162
4.1. Экспериментальное исследование сверхвысокочастотного фазового манипулятора [88]	162
4.2. Разработка и экспериментальное исследование широкополосного фазового манипулятора [90]	171
4.3. Электронные коммутаторы для модуляторов	175
4.4. Экспериментальные исследования СВЧ-фазовращателя	178
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	183
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	184
ПРИЛОЖЕНИЯ	192
Приложение А. Фотографии аттенюаторов	192
Приложение Б. Фотографии фиксированных аттенюаторов	195
Приложение В. Фотографии переключателей и выключателей ...	197
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	203