

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. В. Земляков

Г. Ф. Заргано

ВОЛНОВОДНЫЕ СЕЛЕКТИВНЫЕ УСТРОЙСТВА

Монография

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2019

УДК 621.372.8(075.8)
ББК 32.845.7я73
3 53

*Печатается по решению Ученого совета физического факультета
Южного федерального университета (протокол № 3 от 21 февраля 2019 г.)*

Рецензенты:

профессор кафедры фотоники и физики микроволн физического факультета
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М. В. Ломоносова», доктор физико-математических наук,
профессор *Ю. А. Пирогов*;
заместитель генерального директора по научной работе и инновациям
АО «Всероссийский научно-исследовательский институт “Градиент”»,
доктор технических наук, профессор *В. Н. Шевченко*

Земляков, В. В.

- 3 53 Волноводные селективные устройства : монография / В. В. Земляков,
Г. Ф. Заргано ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ;
Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. –
310 с.

ISBN 978-5-9275-32-00-1

Представлены электродинамические методы решения краевых и дифракционных задач, включая анализ и синтез частотно-селективных структур, модо-селективных структур и направленных ответвителей. Показаны новые модели и конструкции волноводных устройств с простыми и сложными металлическими гребнями. Рассмотрены алгоритмы анализа и синтеза новых конструкций полосно-пропускающих и полосно-запирающих фильтров на прямоугольных волноводах с простыми и сложными металлическими гребнями, включая устройства на запердельных волноводах, резонансных диафрагмах со сложной апертурой, резонансных штырях, а также фильтры с разворотом и многоуровневой геометрией. Изложен анализ и синтез многоэлементных направленных ответвителей на базе волноводов сложного сечения, работающих в одно- и многомодовом режимах. Представлены алгоритмы синтеза и новые конструкции модовых волноводных трансформаторов на базе волноводов сложного сечения, включая устройства на плавных вариациях геометрии, плоско-поперечных стыках и тонких продольных металлических диафрагмах. Рассмотрены методы анализа и синтеза, а также возможности реализации сложных волноводных устройств в структуре многослойных интегральных СВЧ-микросхем с применением SIW-технологии.

Предназначена для инженеров и научных работников, преподавателей и студентов радиопизических и радиотехнических специальностей.

УДК 621.372.8(075.8)

ББК 32.845.7я73

ISBN 978-5-9275-32-00-1

© Южный федеральный университет, 2019
© Земляков В. В., Заргано Г. Ф., 2019
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Список основных сокращений	5
Введение	6
Глава 1. Электродинамический анализ фильтров на гребневых волноводах с тонкими металлическими диафрагмами или плоско-поперечными сдвигами	14
1.1. Методы и алгоритмы расчета в многомодовом режиме характеристик одиночных и связанных плоско-поперечных неоднородностей в волноводах сложных сечений	14
1.2. Синтез полосно-пропускающих фильтров на гребневых волноводах с тонкими металлическими диафрагмами или плоско-поперечными сдвигами.....	40
Глава 2. Электродинамический анализ фильтров на гребневых волноводах с плоско-поперечными стыками	58
2.1. Синтез полосно-пропускающих фильтров на базе П- и Н-волноводов со связью на запредельных волноводах	58
2.2. Синтез полосно-пропускающих фильтров на базе L-гребневых волноводов со связью на запредельных волноводах	75
Глава 3. Электродинамический анализ волноводных фильтров на сложных резонансных диафрагмах и круглых резонансных штырях	124
3.1. Синтез полосно-пропускающих фильтров на сложных резонансных диафрагмах	124
3.2. Синтез полосно-запирающих фильтров на волноводах сложного сечения	140
Глава 4. Электродинамический анализ и синтез направленных ответвителей с малыми отверстиями связи на волноводах сложного сечения в одно- и многомодовом режиме	148
4.1. Расчет характеристик одиночных малых отверстий связи волноводов сложного сечения	148

4.2. Расчет характеристик направленных ответвителей на гребневых волноводах с малыми отверстиями связи 159

4.3. Анализ связи волноводов сложного сечения через малые отверстия в многомодовом режиме 186

Глава 5. Электродинамический анализ и синтез модовых трансформаторов на стыках волноводов сложного сечения и продольных металлических диафрагмах 192

5.1. Современные устройства для преобразования мод 192

5.2. Синтез модовых волноводных трансформаторов на продольных диафрагмах 223

5.3. Синтез модовых волноводных трансформаторов на скачкообразных изменениях поперечного сечения 229

Глава 6. Электродинамический анализ и синтез модовых трансформаторов на плавных деформациях волноводов сложного сечения 241

6.1. Применение метода поперечных сечений для расчета характеристик изогнутых волноводов и волноводов переменного сечения 241

6.2. Модовые трансформаторы на изгибах волноводов сложного сечения с нерегулярной и регулярной внешней границей 255

6.3. Модовые трансформаторы на плавно-ступенчатых деформациях волноводов сложного сечения 270

Глава 7. Волноводная техника в структурах современных интегральных микросхем (SIW-технология) 273

7.1. SIW-технология, современное состояние и перспективы развития 273

7.2. Проектирование волноводных полосно-пропускающих фильтров, выполненных по SIW-технологии 283

Заключение 295

Список литературы 296