

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ РАДИОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

Е. П. КУРУШИН, Е. И. НЕФЁДОВ

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА
АНИЗОТРОПНЫХ
ВОЛНОВЕДУЩИХ
СТРУКТУР



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

МОСКВА 1983 г.

К у р у ш и н Е. П., Н е ф ё д о в Е. И. **Электродинамика анизотропных волноведущих структур.** М.: Наука, 1983.

В книге рассмотрены вопросы теории распространения электромагнитных волн в волноведущих и резонансных структурах, содержащих анизотропные включения. Особое внимание уделено структурам с тонкими анизотропными пленками, перспективными для применения в диапазонах миллиметровых и субмиллиметровых волн. При анализе использованы импедансные граничные условия анизотропного типа.

Предназначено для радиофизиков, радиотехников, инженеров-проектировщиков аппаратуры новых диапазонов электромагнитных колебаний.

Ответственный редактор
доктор физико-математических наук
Ю. Н. КАЗАНЦЕВ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
В. 1. Оператор входного импеданса (адмитанса)	6
В. 2. Двухсторонние граничные условия	9
В. 3. Обзор рассматриваемых физических задач	11
В. 4. Объемные интегральные структуры СВЧ	22
Глава первая	
МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД . .	31
1. 1. Макроскопические модели плазмы	31
1. 2. Тензор диэлектрической проницаемости электронной плазмы .	34
1. 3. Макроскопическая модель магнитной среды	36
Глава вторая	
ТЕНЗОРЫ ВХОДНЫХ ИМПЕДАНСОВ НЕКОТОРЫХ АНИЗОТРОПНЫХ СТРУКТУР	46
2. 1. Понятие поверхностного анизотропного импеданса	46
2. 2. Тензоры входных импедансов конкретных структур	54
2. 3. Учет пространственной дисперсии	66
Глава третья	
ПРОХОЖДЕНИЕ ПЛОСКИХ ВОЛН ЧЕРЕЗ АНИЗОТРОПНЫЕ ГРАНИЦЫ И СЛОИ	77
3. 1. Отражение плоской электромагнитной волны от плоскости с анизотропным импедансом. Обобщение формул Френеля . . .	77
3. 2. Отражение и пропускание волн полубесконечной и анизотропной подложкой в изотропной среде	80
3. 3. Прохождение плоской волны через анизотропный слой.	81
3. 4. Отражение волн от продольно намагниченного ферритового слоя, расположенного параллельно идеально проводящей плоскости	85
3. 5. Тензор импеданса плоской границы раздела вакуум-изотропный диэлектрик. Граничные условия Щукина — Леонтовича .	87
3. 6. Импеданс прозрачного диэлектрического слоя	89
3. 7. Частопериодическая гофрированная поверхность	91
Глава четвертая	
ЭЛЕКТРОДИНАМИКА РЕГУЛЯРНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ВОЛНОВОДОВ	93
4. 1. Распространение электромагнитных волн в прямоугольном волноводе с произвольно намагниченной ферритовой пластиной	93

4. 2. Электродинамический анализ регулярных полосковых линий на анизотропных и гиротропных подложках	100
4. 3. Строгая постановка задач анализа регулярных линий на гиротропных и анизотропных подложках	111
4. 4. Алгебраизация системы интегральных уравнений. Результаты численного расчета	122

Глава пятая

ПРИНЦИП ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ДЛЯ АНИЗОТРОПНЫХ СРЕД	131
5. 1. Общий вид уравнений подобия для магнитоанизотропной среды	131
5. 2. Применение метода моделирования для ферритовых устройств с поперечным намагничиванием	136

Глава шестая

РАССЕЯНИЕ ВОЛН АНИЗОТРОПНЫМИ СЛОЯМИ И ВКЛЮЧЕНИЯМИ	141
6. 1. Отражение плоской электромагнитной волны от плоскости с периодически изменяющимся анизотропным импедансом	141
6. 2. Обобщение задачи Зоммерфельда об излучении нити с током над импедансной плоскостью	150
6. 3. Рассеяние волн тонкими анизотропными слоями в плоском волноводе. Полубесконечные неоднородности	154
6. 4. Дифракция магнитных волн на отрыве одной из пластин плоского волновода с анизотропным заполнением	170
6. 5. Отражение волн от границы раздела диэлектрической и ферритовой подложек в несимметричной полосковой линии	175
6. 6. Рассеяние волн поперечно намагниченным ферритовым цилиндром в H -плоскости T -разветвлении	178

Глава седьмая

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКИХ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ФЕРРИТОВ В УСТРОЙСТВАХ СВЧ	188
7. 1. Основные физические свойства монокристаллических пленок ферритов	189
7. 2. СВЧ-устройства на несимметричных полосковых линиях	193
7. 3. Дисперсия в микрополосковых линиях на монокристаллических подложках	199
ЛИТЕРАТУРА	205
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	215