

Е.И.Нефёдов

ОТКРЫТЫЕ
КОАКСИАЛЬНЫЕ
РЕЗОНАНСНЫЕ
СТРУКТУРЫ



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1982

22.336

Н 58

УДК 538.56

Нефёдов Е.И. Открытые коаксиальные резонансные структуры. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы 1982. - 220 с.

Монография представляет собою первое в отечественной и мировой литературе систематическое изложение теории открытых коаксиальных резонансных структур, нашедших широкое применение в антенно-волноводной технике, квантовой и дифракционной электронике, диагностике плазменных и электронных потоков, измерительной технике, электронике СВЧ и, в частности, релятивистской электронике, а также в ряде других областей современной физики и техники, связанных с освоением диапазонов миллиметровых, субмиллиметровых и световых волн.

Дана классификация открытых коаксиальных резонансных структур, изложена теория и алгоритмы расчетов коаксиальных и дисковых резонаторов. Подробно исследованы свойства высших типов волн коаксиальных кругового и эллиптического волноводов и биконического рупора. Обнаружен ряд интересных физических эффектов, которые реализуются в коаксиальных цилиндрических и дисковых открытых структурах.

Книга предназначена для научных работников и инженеров-проектировщиков радиоэлектронной аппаратуры новых диапазонов электромагнитных волн. Она окажется полезной и рекомендуется аспирантам и студентам старших курсов радиопизических и радиотехнических специальностей.

Рис. 87, табл. 9, библи. 311 назв.

Евгений Иванович Нефёдов

ОТКРЫТЫЕ КОАКСИАЛЬНЫЕ РЕЗОНАНСНЫЕ СТРУКТУРЫ

М., 1982 г., 220 стр. с илл.

Редактор В. А. Григорова

Техн. редактор Н. В. Семенчинская

Корректор Т. В. Обод

ИБ № 11818

Сдано в набор 23.07.81. Подписано к печати 20.11.81. Т - 27773.

Бумага офсетная. Формат 60x90 1/16. Офсетная печать. Усл. печ. л. 13,8. Уч.-изд. л. 14,6. Тираж 2550 экз. Заказ № 966. Цена 2 р. 20 к.

Издательство "Наука". Главная редакция физико-математической литературы. 117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Ордена Трудового Красного Знамени 1-я типография издательства "Наука", 199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

© Издательство "Наука".
Главная редакция
физико-математической
литературы, 1982

Н 1704040000 - 002 97 - 82
053(02) - 82

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	7
§ В.1. Классификация открытых коаксиальных резонансных структур	7
1. Базовые конструкции резонаторов (7). 2. ОКЦР с прямолинейными образующими (8). 3. ОКЦР с фокусирующими зеркалами (9). 4. ОКДР с плоскими зеркалами (11). 5. ОКДР с фокусирующими зеркалами и (или) отверстиями на зеркалах (11). 6. Системы дифракционно связанных ОКЦР (13). 7. Системы дифракционно связанных ОКДР (15).	
§ В.2. Применение ОКЦР и ОКДР в радиофизике	16
1. ОКЦР (16). 2. Ортроны на основе ОКЦР (21). 3. ОКДР (25).	
§ В.3. Методы математической теории дифракции, применяемые при анализе открытых структур	30
1. Метод разделения переменных (30). 2. Метод приближенного разделения переменных (метод Хартри - Фока) (30). 3. Метод частичных областей (32). 4. Метод возмущений (34). 5. Вариационные методы (35). 6. Метод коллокации (38). 7. Метод интегрального уравнения (39). 8. Метод поперечных сечений (39). 9. Метод продольных сечений (41). 10. Метод квазиполного обращения оператора (42). 11. Импедансный подход к теории открытых резонансных структур (44). 12. Метод R-функций и его модификация (49).	
Глава 1. <u>Высшие типы волн коаксиальных кругового и эллиптического волноводов и биконического рупора</u>	54
§ 1.1. Высшие типы волн регулярного коаксиального кругового волновода	55
1. Краевая задача. Электрические и магнитные волны. Характеристические уравнения (55). 2. Численное исследование характеристических уравнений (57). 3. Приближенные формулы для корней дисперсионных уравнений (66).	
§ 1.2. Аномальное поведение магнитных волн H_{m1} коаксиального волновода	70
§ 1.3. Симметричные волны коаксиального волновода с импедансным внутренним проводником	76
1. Электрические волны (76). 2. Магнитные волны (77).	

§ 1.4.	Высшие типы магнитных волн $H_{m1}^{Ч,Н}$ регулярного коаксиального эллиптического волновода	80
§ 1.5.	Высшие типы волн биконического волновода	85
	1. Постановка задачи. Дисперсионные уравнения (85). 2. Численное исследование дисперсионных уравнений (87).	
Глава 2.	<u>Открытые коаксиальные цилиндрические резонансные структуры</u>	95
§ 2.1.	ОКЦР с прямолинейными образующими	95
	1. Принцип действия ОКЦР с прямолинейными образующими (95). 2. Коэффициент отражения (98). 3. Токи на зеркалах. Добротность колебаний (99). 4. Возможные обобщения (100). 5. Возбуждение ОКЦР через продольные щели в поверхности внутреннего зеркала (101). 6. Связанные системы ОКЦР (103). 7. Экспериментальное исследование ОКЦР (103).	
§ 2.2.	ОКЦР с импедансным внутренним зеркалом	108
	1. Постановка задачи (108). 2. Коэффициент отражений (109). 3. Добротные колебания (110).	
§ 2.3.	ОКЦР предельного типа	113
	1. Электрические волны (113). 2. Магнитные волны (114).	
§ 2.4.	ОКЦР с внешним фокусирующим (бочкообразным) и внутренним цилиндрическим зеркалами	115
	1. МЦР-режим ОКЦР (115). 2. ГДИ-режим (117).	
§ 2.5.	ОКЦР с внутренним фокусирующим и внешним цилиндрическим зеркалами	121
	1. Постановка задачи. Двумерная модель (121). 2. Экспериментальные исследования (123).	
§ 2.6.	ОКЦР перестраиваемого типа	125
§ 2.7.	Селекция типов колебаний в ОКЦР с внутренним коническим зеркалом	130
	1. Постановка задачи. Одномодовый режим (130). 2. Возбуждение ОКЦР электронными потоками (133).	
§ 2.8.	Расчет и оптимизация электронного КПД коаксиального оротрона	135
	1. Приближение заданного поля (135). 2. Машинная оптимизация (136).	
Глава 3.	<u>Открытые коаксиальные цилиндрические резонансные структуры с "нефокусирующими" зеркалами</u>	140
§ 3.1.	ОКЦР с "нефокусирующими" зеркалами	140
	1. Теория (140). 2. Эксперимент (142). 3. Торoidalный открытый резонатор (142). 4. ОКЦР на основе коаксиального эллиптического волновода (143).	
§ 3.2.	Приграничные волны в структурах с односвязным поперечным сечением	144
Глава 4.	<u>Открытые коаксиальные дисковые резонансные структуры</u>	147
§ 4.1.	ОКДР кольцевого типа	147
	1. Постановка задачи. Модель. Характеристическое уравнение (147). 2. Приближенное исследование характеристического уравнения (151). 3. Микрополосковые резонаторы (153).	

§ 4.2.	ОКДР с отверстиями в фокусирующих зеркалах	155
	1. Постановка задачи. Интегральное уравнение Мандельштама (155). 2. Осесимметричные резонаторы с центральными или кольцевыми отверстиями в одном или обоих зеркалах (159). 3. Излучение через отверстия в зеркалах открытого резонатора (162). 4. Возбуждение квазиоптических линий через щель в зеркале открытого резонатора (163).	
§ 4.3.	ОКДР с фокусирующими зеркалами и центральным стержнем..	170
	1. Метод эталонного уравнения (170). 2. Экспериментальное исследование ОКДР (176).	
§ 4.4.	Диафрагменная линия и родственные ей ОКДР-структуры . .	177
§ 4.5.	ОКДР с круговыми металлическими решетками и диэлектрическими трубами	182
	1. ОКДР с круговыми металлическими решетками (182) .	
	2. Дисковые резонансные структуры с диэлектрическими трубками (185).	
§ 4.6.	Колебания типа шепчущей галереи в ОКДР	188
	1. Общие соображения (188). 2. Характеристическое уравнение (189).	
<u>Добавления</u>		192
	Д.1. Цилиндрические функции. Основные соотношения	192
	Д.2. Модифицированные функции Матье первого и второго рода . .	193
	Д.3. Присоединенные функции Лежандра первого и второго рода . .	197
Литература		198
Предметный указатель		215