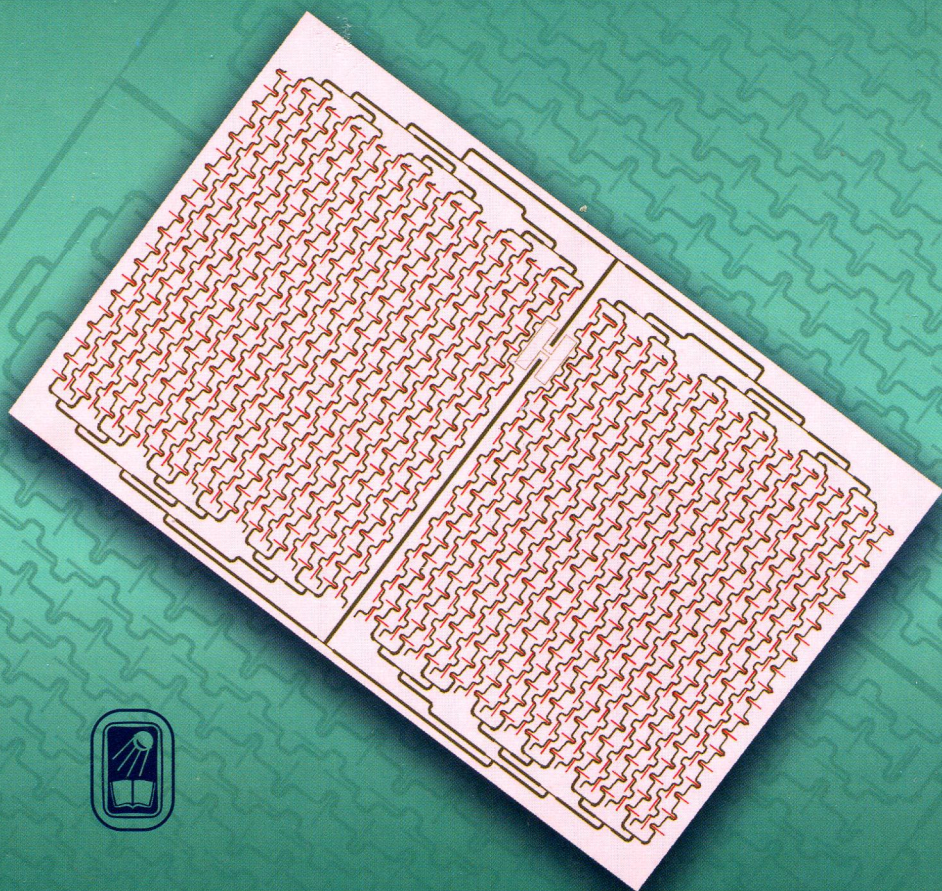


С. Е. БАНКОВ

АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ ПИТАНИЕМ



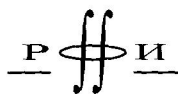
С. Е. БАНКОВ

**АНТЕННЫЕ РЕШЕТКИ
С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ
ПИТАНИЕМ**



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2013

УДК 621.396.67
ББК 32; 22.3
Б 23



*Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований по проекту 12-08-07011,
не подлежит продаже*

Банков С.Е. **Антенные решетки с последовательным питанием.** — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 416 с. — ISBN 978-5-9221-1405-9.

Монография посвящена теории и практике применения планарных антенных решеток с последовательным питанием. Излагается феноменологический подход к анализу и синтезу решеток на основе модели периодически нагруженной линии передачи. Рассматривается электродинамическая теория двумерных щелевых и ленточных решеток. Обсуждаются вопросы численного решения граничных задач. Анализируются технические характеристики антенных решеток. Рассмотрены решетки с дополнительными конструктивными элементами и с двумя излучателями на периоде. Излагаются принципы построения антенн на основе радиальной линии, решеток на основе волноводов со штыревыми стенками и ЕВГ-структур. Рассматриваются конструкции возбуждателей на основе зеркал, линз и делителей мощности.

Книга представляет интерес для специалистов в области теории и техники СВЧ-антенн, студентов радиофизических и радиотехнических специальностей.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Глава 1. Феноменологическая теория решеток с последовательным возбуждением	13
1.1. Модель АПП в виде линии передачи с периодически расположенными нагрузками	13
1.1.1. Антенна бегущей волны (16). 1.1.2. Диаграмма направленности (17). 1.1.3. Коэффициент направленного действия (19). 1.1.4. Антенна стоячей волны (20). 1.1.5. АПП с одинаковыми контурами (22). 1.1.6. АПП бегущей волны с одинаковыми контурами (23). 1.1.7. АПП стоячей волны с одинаковыми излучателями (27).	
1.2. Частотный синтез АПП	28
1.2.1. Антенна бегущей волны (28). 1.2.2. Антенна стоячей волны (32).	
1.3. Синтез амплитудно-фазового распределения АПП в полосе частот	37
1.3.1. Антенны бегущей волны (37). 1.3.2. Антенна стоячей волны (44).	
1.4. Многодиапазонные антенны бегущей волны	47
1.5. Специальные виды частотного сканирования в антеннах бегущей волны	54
1.5.1. Частотное сканирование в плоскости (55). 1.5.2. Двухполяризационное сканирование в плоскости (60). 1.5.3. Коническое частотное сканирование (63). 1.5.4. Растровое частотное сканирование (65).	
Глава 2. Граничные задачи электродинамики антенн с последовательным питанием	72
2.1. Граничная задача для АПП на ПВ	73
2.1.1. Модель АПП на ПВ (73). 2.1.2. Вывод СИУ (75). 2.1.3. Метод Галеркина (79). 2.1.4. Параметры рассеяния антенны (81). 2.1.5. Антенные параметры (83).	
2.2. Граничная задача для волноводно-щелевой решетки	86
2.3. АПП на основе системы СПЛ	89
2.3.1. Вывод СЛАУ для амплитуд магнитных токов в щелях (92). 2.3.2. Внешние параметры решетки (97).	
2.4. Граничная задача для АПП на основе ПлДВ	99
2.5. Одномерные щелевые и ленточные решетки	102
2.6. Учет конечной толщины металлического экрана со щелями.	106
Глава 3. Методы решения граничных задач электродинамики антенн с последовательным питанием	113
3.1. Функции решетки и методы их вычисления	113
3.1.1. Улучшение сходимости двойного ряда (113). 3.1.2. Особенности типа простых полюсов (117). 3.1.3. Особенности типа точек ветвления (121).	
3.2. Анализ полубесконечной решетки методом Винера-Хопфа	123

3.3. Однородная решетка. Модель решетки в виде эквивалентной периодической структуры	127
3.4. Непериодическое возбуждение решетки	135
3.4.1. Волновой пучок с равномерным амплитудным распределением (140). 3.4.2. Волновой пучок с косинусоидальным амплитудным распределением (141).	
Глава 4. Решетки с одиночными излучателями	144
4.1. Режимы функционирования решеток. Основные физические эффекты	144
4.1.1. Режим импедансной пленки (145). 4.1.2. Первая полоса запираания. Брэгговское отражение (147). 4.1.3. Обратное излучение в свободное пространство. Резонанс излучателя (148). 4.1.4. Анизотропия свойств решетки (150). 4.1.5. Вторая полоса запираания. Эффект нормали (151). 4.1.6. Излучение вперед (151). 4.1.7. Побочные дифракционные максимумы (151).	
4.2. Решетки на ПВ	152
4.2.1. Решетка в режиме резонанса излучателя (152). 4.2.2. Решетка в режиме излучения по нормали (156). 4.2.3. Неотражающая решетка (158). 4.2.4. Возбуждение решетки волновым пучком конечных размеров (159).	
4.3. Волноводно-щелевые решетки	163
4.3.1. Продольные щели в широкой стенке (163). 4.3.2. Поперечные щели в широкой стенке (166). 4.3.3. Резонансные наклонные щели в узкой стенке волновода (168). 4.3.4. Продольные нерезонансные щели (170). 4.3.5. Двухполяризационные антенны на основе ВЦР (171).	
4.4. Решетки на основе СПЛ	176
4.4.1. Решетка с продольными щелями (177). 4.4.2. Решетка с поперечными щелями (182). 4.4.3. Двухполяризационная решетка на основе СПЛ (184).	
4.5. Ленточные решетки на основе ПлДВ	187
Глава 5. Решетки с расширенными возможностями	193
5.1. Электродинамическая теория решеток на основе ПВ с двумя щелями на периоде	193
5.2. АПП на основе решеток на ПВ с двумя щелями на периоде	199
5.2.1. Решетки с заданной плоскостью линейной поляризации (200). 5.2.2. Решетки с круговой поляризацией поля излучения (205). 5.2.3. Решетки, излучающие по нормали (206).	
5.3. Двухслойные решетки на основе ПВ	208
5.3.1. Решетка с импедансной пленкой (210). 5.3.2. Решетка с ленточными вибраторами (214).	
5.4. Волноводно-щелевые решетки с двумя щелями на периоде	217
5.4.1. ВЦР с продольными щелями в широкой стенке (217). 5.4.2. ВЦР с наклонными щелями в узкой стенке (229).	
5.5. Двухполяризационные антенны на основе ПВ и ПлДВ	232

5.5.1. Двухполяризационные антенны на основе одноволновых планарных волноводов (232).	
5.5.2. Двухполяризационные антенны на основе двухволновых планарных волноводов (237).	
Глава 6. Антенны на основе радиальной линии	243
6.1. Принципы построения антенн на радиальной линии	244
6.1.1. Конфигурация щелей в АРЛ линейной поляризации, излучающей по нормали (248).	
6.1.2. Конфигурация щелей в АРЛ круговой поляризации, излучающей по нормали (250).	
6.2. Согласование АРЛ	253
6.3. Оценка направленных свойств АРЛ	261
6.4. Различные модификации АРЛ	268
6.4.1. Двухполяризационные АРЛ (268).	
6.4.2. Конические АРЛ (272).	
6.4.3. Секторные АРЛ (273).	
Глава 7. Антенные решетки на основе волноводов со штыревыми стенками и ЕВG-волноводов	277
7.1. СВЧ-устройства на основе волноводов со штыревыми стенками и ЕВG-волноводов	277
7.2. ЕВG-волновод	284
7.2.1. Поле основной волны (287).	
7.2.2. Рабочий диапазон волновода (288).	
7.2.3. Затухание основной волны волновода (291).	
7.3. Системы связанных ЕВG-волноводов	293
7.3.1. Теория связанных волн (295).	
7.3.2. Решение с помощью МКИ (296).	
7.3.3. Решение с помощью МКИ и метода поперечного резонанса (298).	
7.4. Излучающие решетки на ЕВG-волноводах	304
7.4.1. Уравнение для постоянной распространения волны решетки (306).	
7.4.2. Матрица рассеяния щели (307).	
7.4.3. Внешние параметры решетки (312).	
7.5. Конструкции и параметры АПП на основе ЕВG-волноводов и ВШС	313
Глава 8. Устройства возбуждения излучающих решеток	322
8.1. Квазиоптический возбудитель на основе планарного зеркала	322
8.1.1. АПП с зеркальным квазиоптическим возбудителем (322).	
8.1.2. Межслойный переход (325).	
8.2. Квазиоптический зеркальный возбудитель на основе ЕВG-структуры	334
8.2.1. Конструкция возбудителя (334).	
8.2.2. Режимы функционирования межслойного перехода (335).	
8.2.3. Межслойный переход при нормальном падении T -волны (339).	
8.2.4. Результаты численного исследования межслойного перехода (340).	
8.2.5. Наклонное падение T -волны на межслойный переход (343).	
8.3. Квазиоптический линзовый возбудитель	347
8.4. Волноводные делители мощности на основе ЕВG-структур	359
8.4.1. Элементарные делители мощности (359).	
8.4.2. Многоканальные делители мощности (362).	
8.5. Компактные E -плоскостные волноводные делители мощности	366

Глава 9. Проектирование и экспериментальное исследование антенных решеток с последовательным питанием	373
9.1. Антенна на основе ПВ	373
9.2. Проектирование и экспериментальное исследование АПП на основе СПЛ	376
9.2.1. Конструкция АПП на СПЛ (376). 9.2.2. Излучающая решетка (378). 9.2.3. Подавление кросс-поляризации в двухполяризационных антеннах (380). 9.2.4. Затухание в СПЛ (381). 9.2.5. Многоканальный делитель мощности и вспомогательные элементы антенны (382). 9.2.6. Экспериментальное исследование антенн (383).	
9.3. Ленточные решетки и их применение в приемопередатчиках миллиметрового диапазона	391
9.4. Щелевая решетка на основе ПВ с двухзеркальным планарным возбудителем.	397
9.5. Применение АПП в системах беспроводной связи миллиметрового диапазона	403
Список литературы	409
Список сокращений	415