

УДК 621.37  
ББК 32.845  
П56

Рецензенты:

д-р. техн. наук, профессор *Г.И. Азаров*;  
д-р. техн. наук, профессор *В.Н. Митрохин*

**Пономарев, Л. И.**

П56 Бортовые цифровые многолучевые антенные решетки для систем спутниковой связи / Л. И. Пономарев, В. А. Вечтомов, А. С. Милосердов ; под ред. Л. И. Пономарева. — 2-е изд. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. — 197, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-7038-4808-1

Рассмотрены возможности спутниковых многолучевых зеркальных и линзовых антенн, а также особенности построения бортовых цифровых многолучевых антенных решеток на основе крупноапертурных зеркальных и линзовых излучателей. Приводятся результаты оптимизации структуры и характеристик крупноапертурных излучателей, а также антенных решеток из них. Показаны преимущества многолучевых крупноапертурных излучателей при построении антенных решеток для глобальных систем спутниковой связи и возможные схемотехнические и конструктивные решения по построению цифровых антенных решеток.

Для специалистов в области разработки систем спутниковой связи, а также аспирантов и студентов, обучающихся по специальностям «Радиоэлектронные системы и комплексы» и «Радиотехника».

УДК 621.37  
ББК 32.845

ISBN 978-5-7038-4808-1

© Пономарев Л.И., Вечтомов В.А.,  
Милосердов А.С., 2016  
© Оформление. Издательство  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018

## Оглавление

Предисловие .....	5
Список сокращений .....	7
Введение .....	9
<b>Глава 1. Системы глобальной и региональной спутниковой связи и основные требования, предъявляемые к их антенным устройствам</b> .....	21
1.1. Общие принципы построения систем спутниковой связи .....	21
1.2. Гибридно-зеркальные и гибридно-линзовые схемы построения антенн для космических ретрансляторов геостационарных спутников связи .....	30
1.3. Антенные системы и диаграммообразующие схемы зарубежных космических ретрансляторов с зонированным обслуживанием .....	39
1.4. Проблемы применения ФАР в качестве антенн бортовых ретрансляторов .....	47
<b>Глава 2. Бортовая многолучевая зеркальная антенна для геостационарного космического ретранслятора <i>Ки</i>-диапазона</b> .....	56
2.1. Основные направления повышения эффективности бортового космического ретранслятора для обеспечения связью территории РФ .....	56
2.2. Частотно-поляризационный план и структура парциальных лучей МЛА региональной системы спутниковой связи .....	57
2.3. Бортовая гибридно-зеркальная антенна для покрытия территории РФ .....	60
2.4. Результаты моделирования антенной системы .....	64
2.5. Оптимизация и расчет излучателя многоэлементного облучателя МЛА .....	68
2.6. Конструктивное исполнение МЛА .....	70
2.7. Результаты экспериментальных исследований МЛА .....	74
<b>Глава 3. Зеркальный крупноапертурный излучатель для многолучевой антенной решетки системы спутниковой связи</b> .....	76
3.1. Крупноапертурный излучатель для многолучевой антенной решетки .....	78
3.2. Анализ и оптимизация параметров многолучевого зеркального КАИ .....	80

3.3. Оптимальные схема и алгоритм возбуждения многоэлементного облучателя .....	89
3.4. Моделирование рельефа КУ многолучевого зеркального крупноапертурного излучателя .....	92
3.5. Оптимизация уровня пересечения соседних лучей и рельефа КУ в зеркальном КАИ с 7-элементным облучателем .....	94
3.6. Диаграмма направленности и рельеф КУ многолучевого зеркального КАИ с облучателем в виде семи круглых волноводов, заполненных диэлектриком.....	98
3.7. Коэффициент избыточности многолучевых антенных решеток из КАИ .....	100
<b>Глава 4. Линзовый многолучевой диэлектрический крупноапертурный излучатель МАР .....</b>	<b>102</b>
4.1. Выбор профиля апланатической линзы .....	102
4.2. Электродинамическое моделирование линзового КАИ с облучателем из семи волноводно-стержневых антенн .....	107
4.3. Оптимизация профиля линзы и элемента облучателя КАИ .....	109
4.4. Диаграмма направленности линзового КАИ .....	117
4.5. Рельеф коэффициента усиления линзового КАИ .....	123
4.6. Анализ частотных характеристик линзового КАИ .....	127
<b>Глава 5. Многолучевой линзовый крупноапертурный излучатель, выполненный на основе волноводной линзы .....</b>	<b>130</b>
<b>Глава 6. Многолучевые цифровые антенные решетки из крупноапертурных излучателей .....</b>	<b>136</b>
6.1. Схемы построения бортовых многолучевых ЦАР из КАИ .....	136
6.2. О минимальном количестве излучателей в многолучевых антенных решетках из КАИ .....	140
6.3. Диаграммы направленности многолучевых антенных решеток из КАИ .....	146
6.4. Адаптивная антенна миллиметрового диапазона волн КА Milstar-II .....	156
6.5. Адаптивная многолучевая система для космического аппарата третьего поколения — Advanced ENF .....	159
<b>Глава 7. Схемотехнические и конструктивные решения по построению цифровой бортовой МЛА X-диапазона .....</b>	<b>162</b>
7.1. Структурная схема входных цепей МАР .....	162
7.2. Конструктивные особенности цифровых антенных решеток из КАИ .....	166
7.3. Анализ прочностных характеристик приемной бортовой антенны .....	169
7.4. Цифровая обработка сигналов в бортовой антенне .....	178
7.5. Технические решения по реализации конструкции АЦП .....	188
<b>Литература .....</b>	<b>193</b>