

УДК 621.396.674-025.13

Б 944

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор *В.П. Разинкин*

д-р техн. наук, профессор *Л.Г. Рогулина*

**Бухтияров Д.А.**

Б 944 Многоэлементные директорные антенны с возбудителями дипольного вида: монография / Д.А. Бухтияров, А.П. Горбачев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – 220 с. – (Монографии НГТУ).

ISBN 978-5-7782-4108-4

Работа посвящена проектированию директорных антенн, которые могут быть использованы как отдельно установленные самостоятельные антенны, так и как новая элементная база активных фазированных антенных решеток. Основой этих антенн являются возбудители дипольного вида, питаемые либо на удаленных концах, либо одним удаленным и одним смежным концом. При этом только один излучатель из всего ансамбля является активным, т. е. питаемым от генератора несимметричным (коаксиальным) кабелем, либо фланцем стандартного волновода. Разработка компоновочных схем антенн ведется с позиций современных тенденций и воззрений и опирается на интегральные соотношения метода наводимых электродвижущих сил. Все результаты, получение которых описано в работе, поддерживаются публикациями в центральных и региональных научно-технических журналах и сборниках по радиотехнике и электронике. Они могут быть использованы при подготовке докторских, кандидатских и магистерских диссертаций, а также выпускных квалификационных работ бакалавров по антеннам СВЧ.

УДК 621.396.674-025.13

ISBN 978-5-7782-4108-4

© Бухтияров Д.А., Горбачев А.П., 2020

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2020

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	7
Список сокращений .....	10
ГЛАВА 1. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРА- БОТОК СУЩЕСТВУЮЩИХ ДИРЕКТОРНЫХ АНТЕНН .....	11
1.1. Классические директорные антенны .....	11
1.2. Печатные директорные антенны на фольгированных диэлектриках .....	16
1.3. Компактные директорные антенны для частот свыше 20 ГГц .....	22
Выводы .....	25
ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ АНТЕННЫХ СИСТЕМ С ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ ДИПОЛЬНОГО ВИДА .....	29
2.1. Параметры антенных систем с прямолинейными излучателями дипольного вида .....	30
2.2. Решение внутренней задачи для излучателя дипольного вида .....	38
2.3. Электродинамический анализ антенных систем в ближней зоне излучения .....	48
2.4. Электродинамический анализ антенных систем в дальней зоне излучения .....	60
Выводы .....	66
ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИРЕКТОР- НЫХ АНТЕНН С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ДИПОЛЬНОГО ВИДА .....	67
3.1. Постановка задачи оптимизации директорной антенны .....	67
3.2. Синтез двухдипольных антенных систем .....	71
3.3. Синтез трехэлементных директорных антенн .....	76
3.4. Синтез четырехэлементных директорных антенн .....	81
Выводы .....	84



ГЛАВА 4. ФОРМИРОВАНИЕ ОБЛИКА НАЧАЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ ДИРЕКТОРНЫХ АНТЕНН С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ДИПОЛЬНОГО ВИДА .....	85
4.1. Формирование облика директорных антенн с волноводным пита- нием возбудителей дипольного вида .....	85
4.1.1. Излучатели дипольного вида, интегрированные с питаю- щими их волноводами .....	86
4.1.2. Синтез трехэлементных директорных антенн над беско- нечной идеально отражающей плоскостью .....	94
4.2. Формирование облика печатных директорных антенн с возбу- дителями дипольного вида .....	97
4.2.1. Адаптация печатных распределительных структур для пи- тания возбудителей дипольного вида .....	97
4.2.2. Влияние диэлектрической подложки на параметры печат- ных директорных антенн .....	107
Выводы .....	110
ГЛАВА 5. ЧИСЛЕННАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПЕЧАТНЫХ ДИРЕКТОРНЫХ АНТЕНН .....	111
5.1. Принципы создания оптимальных конечно-элементных элек- тродинамических моделей .....	111
5.2. Печатно-волноводная директорная антенна с центрально- концевым питанием возбудителя .....	114
5.3. Печатно-волноводная директорная антенна с концевым питани- ем возбудителя .....	118
5.4. Печатная директорная антенна с концевым питанием возбу- дителя от модифицированного щелевого делителя .....	122
Выводы .....	126
ГЛАВА 6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕЧАТНЫХ ДИРЕКТОРНЫХ АНТЕНН С ВОЗБУДИТЕЛЯМИ ДИПОЛЬНОГО ВИДА .....	127
6.1. Описание измерительного оборудования .....	128
6.2. Печатная директорная антенна с центрально-концевым питани- ем возбудителя от делителя Вилкинсона .....	130
6.3. Печатная директорная антенна с концевым питанием возбу- дителя от щелевого делителя .....	133



6.4. Печатная директорная антенна с концевым питанием возбуждителя от делителя с эллиптическим отверстием.....	134
6.5. Печатная директорная антенна с концевым питанием возбуждителя от кольцевого синфазно-противофазного делителя.....	138
6.6. Сравнительный анализ характеристик печатных директорных антенн .....	142
Выводы.....	142
Заключение.....	145
Библиографический список .....	147
Приложения.....	157
Приложение 1. Анализ волноведущих структур, используемых при проектировании директорных антенн с возбуждителями дипольного вида.....	157
Приложение 2. Функции электродинамического анализа директорных антенн с возбуждителями дипольного вида.....	159
Приложение 3. Расчет поляризационных потерь моделей антенн в «CST STUDIO SUITE» .....	166
Приложение 4. Автоматизация создания моделей директорных антенн.....	169
Приложение 5. Обмен данными между «CST STUDIO SUITE» и «Mathcad» .....	183
Приложение 6. Анализ работы директорной антенны в качестве облучателя .....	186
Приложение 7. Особенности конструктивно-технологической реализации элементов и узлов печатных директорных антенн.....	191