УДК 621.396.674.1

О СПОСОБЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ОБРАТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ШИРОКОЙ ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

В. П. Кисмерешкин, Н. А. Косточкина
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация **– В работе приведены результаты компьютерного моделирования направленных свойств систем «линейный вибратор – линейный вибратор», «линейный вибратор – петлевая рамка». Показаны преимущества системы, состоящей из вибратора и петлевого излучателя, выразившиеся в расширении частотного диапазона в части коэффициента защитного действия. Результаты моделирования сопоставленыс экспериментальными данными. Расхождение имеет место в части большей диапазонности, достигаемой экспериментально по сравнению с моделью. Анализ полученных результатов показывает, что физика процесса получения однонаправленного излучения по существу верна, однако модель требует уточнения.**

Ключевые слова: **однонаправленное излучение, петлевой излучатель, линейный вибратор, диаграмма направленности.**

I. Введение

Известные способы снижения обратного излучения основываются либо на взаимодействии резонансных излучателей [1], либо на системах «вибратор – отражатель» [2, 3]. Первая система узкополосна, а вторая обладает, кроме того, значительной парусностью.

II. Постановка задачи

Целью данной работы является исследование варианта однонаправленной системы на основевзаимодействия линейного вибратора с петлевой рамкой.

III. Теория

Итак, формирование однонаправленного излучения представляет собой систему из двух линейных электрических вибраторов, согласованных по поляризации и находящихся на расстоянии друг от друга в пределах (0,2–0,3)λ, где λ – длина волны. При этом индуктивный характер одного из них по отношению к другому приводит к снижению уровня излучения в сторону индуктивного (более длинного), а емкостной характер, в сторону последнего. Таким образом, проектируют эффективные однонаправленные антенные системы продольного излучения. Важным обстоятельством в данном случае является достаточно сильная зависимость эффекта подавления уровня обратного излучения от частоты. Данное утверждение хорошо иллюстрируется на модели и экспериментально. Факт взаимодействия электромагнитного поля вибраторов через напряженности электрических полей очевиден: электрическое поле основного (активного) вибратора и наведенное поле пассивного вычитаются в сторону последнего, если характер его сопротивления индуктивный и складываются в сторону активного.

Представим себе систему, состоящую из линейного вибратора и конструкции в виде вытянутой вдоль линий электрического поля рамки (петли), которые параллельны друг другу. При взаимодействии друг с другом в петлевом излучателе наводятся токи, обусловленные как напряженностью электрического поля, так и напряженностью магнитного поля. В результате в петлевом излучателе наводится пара токов, как это показано на рис. 1

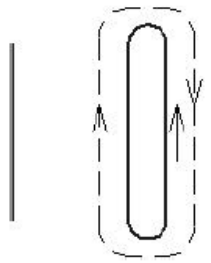


Рис. 1. Токи, наводимые вибратором в петлевом рефлекторе

На частотах, соответствующих длине петли, близкой к резонансной, имеет место описанный выше режим взаимодействия. При отстройке от этой частоты превалируют поля, обусловленные рамкой (петлей). В этом случае в диаграмме направленности появляется множитель (1+sinα), который вносит уже существенный вклад в формирование направленных свойств системы. На рис. 2 схематично представлен этот процесс.

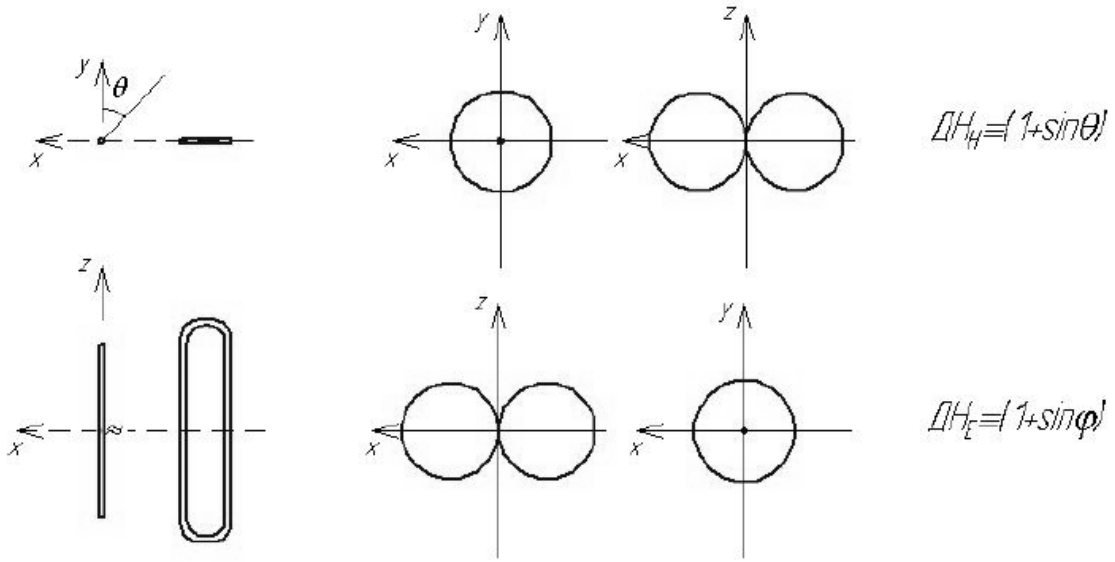


Рис. 2. Формирование диаграмм направленности в «Е» и «Н» плоскостях
в системе «линейный вибратор – петлевая рамка»

Как видноиз рис. 2, диаграммы направленности системы как в «Е», так и в «Н» плоскостях содержат множитель (1+sinα), где α – угол обзора.

IV. Результаты экспериментов

В данной работе представлены результаты электродинамического моделирования с помощью программного продукта MMANA-GAL. Данная программа для расчета и анализа антенн использует метод моментов, который позволяет свести операторную задачу к системе линейных алгебраических уравнений. Так, были промоделированы две системы: система, состоящая из двух вибраторов, и «линейный вибратор – петлевая рамка». В обоих случаях вибратор и петлевая рамка находятся на расстоянии $0.15\lambda_{max}$ от активного вибратора. Длина рамки и пассивного вибратора составляет $0.52\lambda_{max}$. Ключевыми параметрами моделирования являются коэффициент усиления в главном направлении и уровень обратного излучения. В результатеполучена зависимость этих параметров от частоты.

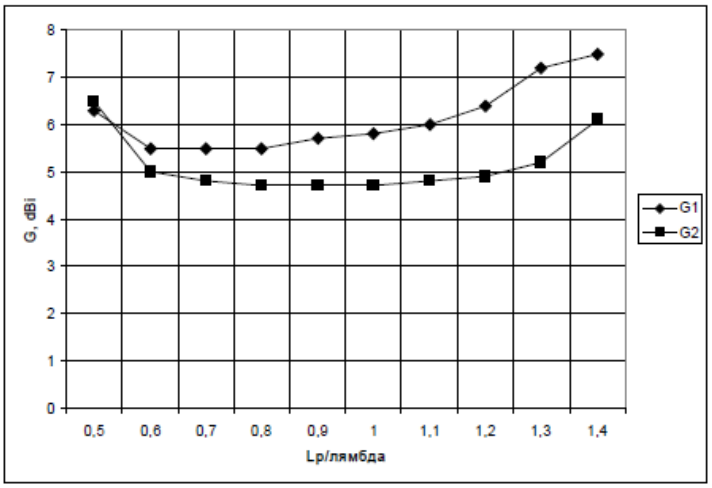


Рис. 3. Графики зависимости коэффициента усиления систем от соотношения Lp/λ

Ниже приведены результаты моделирования, из которых следует, что налицо существенное расширение частотного диапазона в системе «линейный вибратор – петлевая рамка».На рис 3. G1 – коэффициент усиления системы «линейный вибратор – петлевая рамка», G2 – системы «линейный вибратор – линейный вибратор»; U1 – уровень обратного излучения системы «линейный вибратор – петлевая рамка», U2 – уровень обратного излучения системы «линейный вибратор – линейный вибратор».

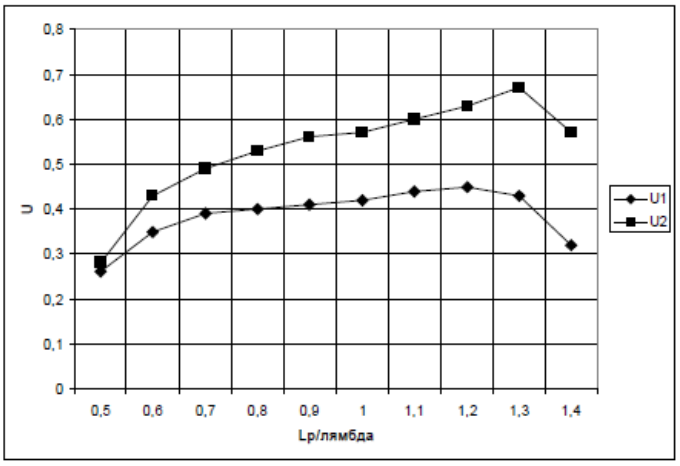


Рис. 4. Графики зависимости уровня обратного излучения систем от соотношения Lp/λ

V. Обсуждение результатов

Полученные результаты подтверждены экспериментально, достигнуто расширение до 260%. Данное положение внедрено в целый ряд разработок, некоторые решения признаны изобретениями [4, 5, 6].

Так, система, состоящая из пассивного элемента, диапазонного излучателя и директорной структуры [6] в диапазоне (470 – 790)МГц (рис. 5), позволила получить уровень обратного излучения ниже основного более чем на 20 dB. Аналогично обстоит дело и в метровом диапазоне (174 – 230)МГц.Здесь уровень обратного излучения составил около 15 dB.

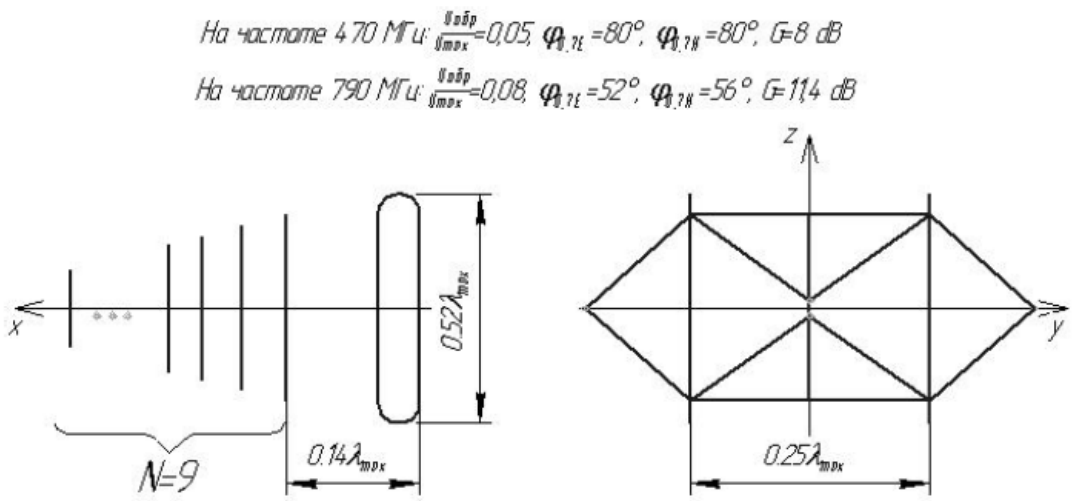


Рис. 5. Система «диапазонный излучатель – петлевой рефлектор – директорная структура»

При установкепетлевых рефлекторов около диапазонных излучателей [6] эффективность подавления обратного излучения может быть существенно повышена за счет конструктивного совмещения петли и рамки. На рис. 6 а, б показаны варианты реализации рефлекторов.

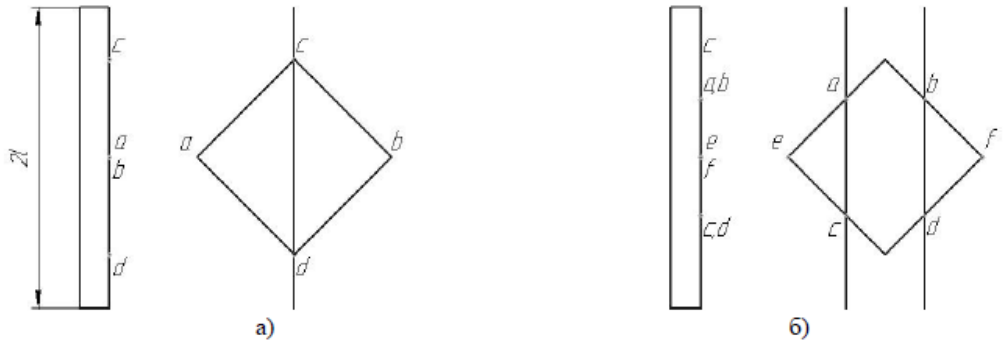


Рис. 6. Варианты конструктивного совмещения петли и рамки

Рефлектор,реализованный в поперечно-излучающей решетке [4] диапазона(390 – 470) МГц при КУ≥14 dB, обеспечивает коэффициент защитного действия (КЗД) не менее 20 dB.

Особенно выигрывает конструкция антенн в области метрового диапазона. Так, в диапазоне частот (174 – 230) МГц рефлектор в виде 2-х петлевых элементов позволяет достичь КЗД не хуже 15 dB. При этом парусность антенны оказывается минимальной по сравнению с системой с плоским рефлектором.

VI. Выводы и заключение

Проведенное в работе моделирование показало наличие эффекта снижения уровня обратного излучения в системе «линейный вибратор – петлевая рамка» по сравнению с парой взаимодействующих вибраторов в более широкой полосе частот. Показана возможность усиления данного эффекта в широкой полосе путем интеграции с поперечной рамкой.

Таким образом, петлевые элементы в качестве рефлектора в различных исполнениях дают возможность достичь достаточно хороших значений КЗД в широкой полосе частот при незначительной парусности.

Дальнейшее исследование в данной области представляет несомненный практический и научный интерес.

Список литературы

1. Кисмерешкин В. П. Телевизионные антенны для индивидуального приема.М.: Связь, 1976. 72 с.

2. А. с. 138277 Российская Федерация, МКИ Н 01Q 9/16 Диапазонная направленная антенна / Харченко К.П.

3. А. с.191647 Российская Федерация, МКИ Н 01 Q 9/28. Диапазонная направленная антенна / В. П. Кисмерешкин, К. П. Харченко, П. П. Мартынов. № 1057654/26-9 ; заявл. 15.11.66 ; опубл. 26.01.67, Бюл. № 4.

4. Кисмерешкин В. П. Восьмиэлементная антенна. Омск, 1970.3 с. Информ. листок № 0220276.

5. А. с. 216803, МКИ Н 01 Q 15/14.Проволочный рефлектор / В. П. Кисмерешкин.№ 1105187/26-9 ; заявл. 23.09.66 ; опубл. 26.04.68, Бюл. № 15.

6. Пат. 2113039, МКИ Н 01 Q 15/14. Широкополосный рефлектор / В. П. Кисмерешкин, Г. Н. Лобова. № 96122764 ; заявл. 28.11.96 ; опубл. 10.06.98.