

**В. Кизименко, Д.В. Москалев, Н.М. Наумович, А.П. Юбко,
О.А. Юрцев**

*Белорусский государственный университет информации и
радиоэлектроники, г. Минск*

Линейные микрополосковые антенные решетки с двойной поляризацией

Описываются нескольких новых вариантов микрополосковых антенных решеток с последовательным возбуждением, излучающих по двум входам поля с ортогональной поляризацией. Приводятся результаты их численного моделирования и эксперимента.

Ключевые слова: микрополосковые линейные решетки, ортогональные поляризации

Микрополосковые излучатели широко используются в качестве самостоятельных антенн и в качестве элементов антенных решеток в различных радиосистемах. Несмотря на большое количество публикаций по микрополосковым антенным с описанием конструкций и результатов их исследований, например [1-5], задача разработки новых конструкций является актуальной. Это связано с тем, что исходные данные при проектировании микрополосковых антенн, прежде всего частота, зависят от исходных требований к системе. Использовать описанные конструкции для создания варианта для новых исходных данных далеко не всегда возможно, так как при проектировании полосковых антеннах не всегда можно применить известный принцип масштабирования. Например, нельзя масштабировать диэлектрическую проницаемость подложки и ее толщину. Эти параметры задаются ГОСТами. В связи с этим возрастает число публикации с описанием новых вариантов микрополосковых излучателей. Данный доклад является одной из них. Далее описываются несколько вариантов микрополосковых линейных решеток с последовательным возбуждением, в которых по развязанным входам возбуждаются поля с ортогональными поляризациями. Микрополосковые излучатели с двумя ортогональными поляризациями в литературе описаны. В настоящем докладе рассматривается линейная антенная решетка с последовательным возбуждением. Такие антенные решетки используются в качестве излучателей плоских антенных решеток с электронным сканированием в одной плоскости, перпендикулярной линии расположения излучателей в линейной решетке. На рис.1 схематически показан пример такой плоской антенной решетки с линейной поляризацией. В плоскости XZ параметры диаграммы направленности (ДН) определяются параметрами линейной антенной решетки (строки плоской решетки). В плоскости YZ производится электронное фазовое сканирование. Цифрами 1, 2, 4,.. обозначены входы линейных антенных решеток (строк). Подобные плоские антенные решетки используются в обзорных наземных радиолокаторах, например, в радиолокаторе «РОСА-РБ» [6], в бортовых радиолокаторах с синтезированной апертурой для мониторинга земной поверхности [7-9]. В последнем случае антенная решетка должна обеспечить излучение (прием) полей с двумя ортогональными поляризациями по развязанным входам. В указанных радиолокаторах используются микрополосковые линейные антенные решетки сантиметрового диапазона волн.

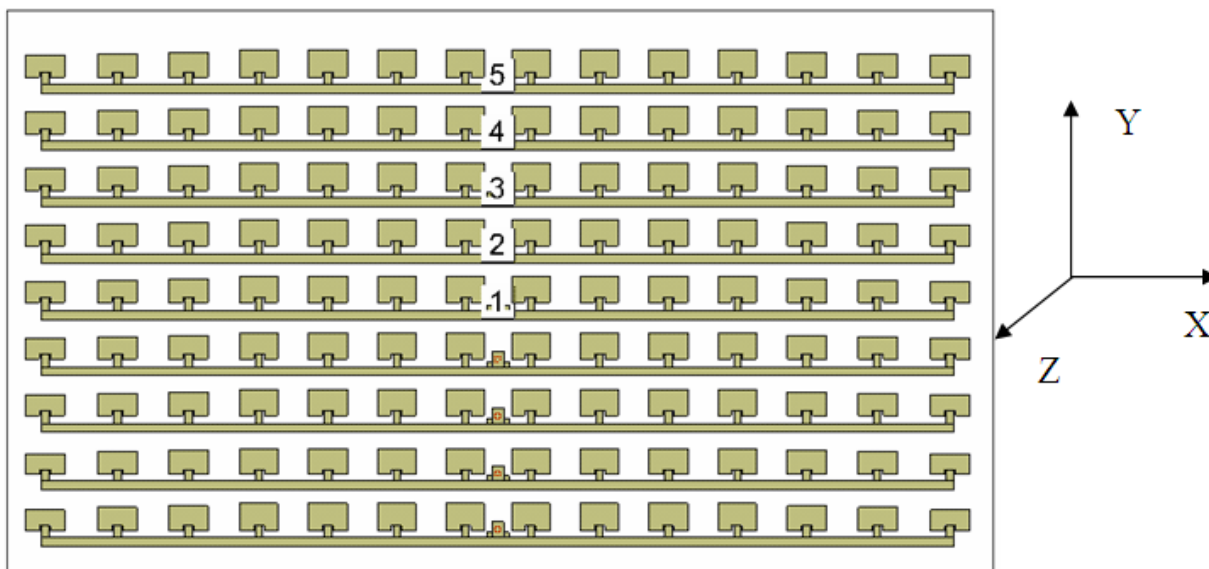


Рисунок 1

На рис.1 каждая строка возбуждается в центре. На средней частоте расстояние между соседними излучателями делается примерно равным длине волны в линии передачи. При этом соседние излучатели на средней частоте возбуждаются синфазно, главный лепесток ДН ориентирован вдоль оси Z. С изменением частоты от центра строки влево и вправо распространяются волны, и излучатели возбуждаются с линейным фазовым распределением. При этом главные лепестки (ГЛ) двух половин строки отклоняются в разные стороны, а ГЛ все стоки не отклоняется от оси Z. С увеличением отклонения от средней частоты увеличивается ширины ГЛ и растут боковые лепестки. Задачей, которую при этом надо решать, является оптимизация геометрических размеров элементов по критерию согласования в максимально возможном диапазоне частот и по критерию обеспечения параметров ДН по двум входам.

В настоящем докладе приводятся результаты численного моделирования и частично эксперимента. Численное моделирование проводилось с помощью известных программ электродинамического моделирования Microwave Office (MWO) CST Microwave Studio (CST) в X-диапазоне частот.

На рис.2 показана топология металлизации некоторых исследованных вариантов. Цифрами 1 и 2 обозначены входы по двум ортогональным поляризациям. В вариантах «а», «б», «ж» конструкция двухслойная, в варианте «д», «е» - трехслойная, в вариантах «д», «е» - однослойная. На рис.3 для иллюстрации показаны модели вариантов «ж» и «д», созданные в программе MWO. На рис.2 и 3 показаны двухэлементные антенные решетки, но моделирование выполнено для решеток с числом излучателей $N_x=2...20$. На рис.3а пассивные прямоугольные пластины, расположенные на втором слое подложки над ромбическими излучателями, предназначены для расширения полосы частот по согласованию. В варианте рис.3б металлизация на третьем слое подложки с ромбическими отверстиями предназначена (по предположению) для уменьшения поля по паразитной поляризации. Поле с такой поляризацией излучается, что приводит к уменьшению развязки по двум входам.

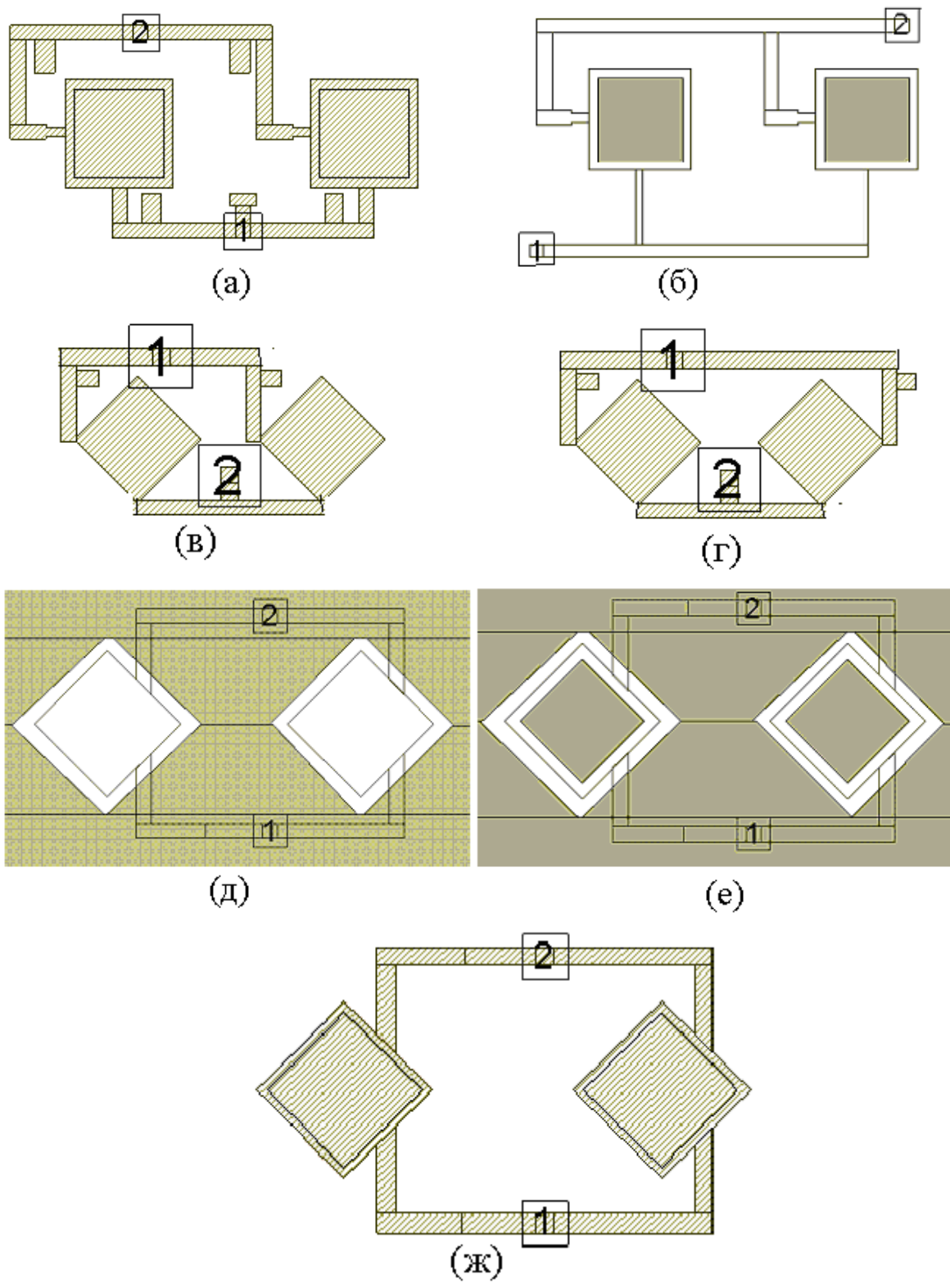
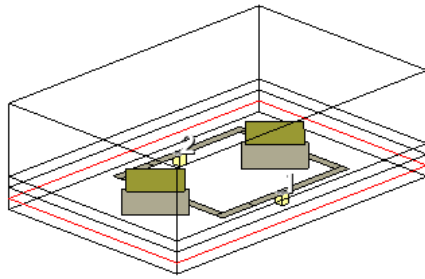
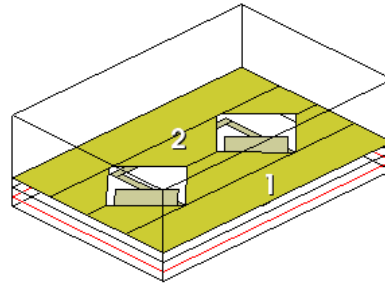


Рисунок 2



(а) - вариант «д»



(б) - вариант «ж»

Рисунок 3

В вариантах рис.3а,б,в,г две ортогональные поляризации – это вертикальная и горизонтальная (по рисунку). В вариантах 3д,е,ж - две наклонные под углом $\pm 45^\circ$ к горизонтальной оси.

Результаты численного анализа позволяют сделать ряд выводов.

1. Применение дополнительных пассивных элементов, расположенных над элементами, возбуждаемыми от микрополосковой линии, позволяет расширить диапазон частот по критерию согласования.
2. Применение асимметричного возбуждения, показанного на рис.2г, позволяет уменьшить уровень поля по паразитной поляризации. В таких вариантах синфазное сложение полей левой и правой половин антенной решетки по горизонтальной поляризации (возбуждение входа 1) обеспечивается смещением точки возбуждения от центра по сравнению с рис.2в. На рис.4, 5 для иллюстрации показаны диаграммы направленности по полю с горизонтальной поляризацией для решеток с числом излучателей $N_x=16$ на средней частоте. Для варианта с несимметричным возбуждением ДН показана на рис.4, при симметричном возбуждении – на рис.5. Слева показаны ДН в плоскости Н, справа – в плоскости Е. Цифрой 1 обозначена ДН по основной поляризации, цифрой 2 – по паразитной (ортогональной) поляризации. Цифрой 1 обозначена ДН по основной поляризации, цифрой 2 – ДН по паразитной поляризации. Как видно, при несимметричном уровне боковых лепестков ниже в плоскости расположения излучателей (правые рисунки на рис.4, 5) . Аналогичные результаты получены при возбуждении входа 2 (см.рис.2г).

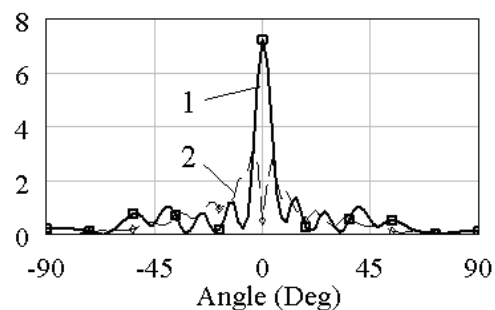
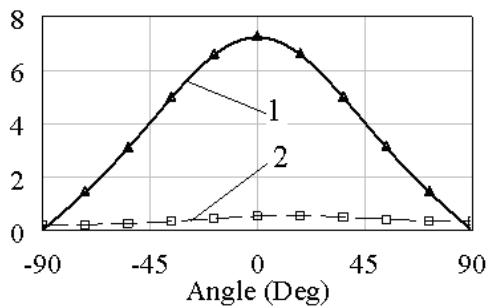


Рисунок 4

3. С ростом числа излучателей в решетке (N_x) ширина главного лепестка ДН в плоскости расположения излучателей (в горизонтальной плоскости – $2\theta_{0,5}^\Gamma$) и уровень боковых

лепестков (F_{bm}) в этой плоскости уменьшаются. На рис.6 показаны зависимости $2\theta_{0,5}^r$ (Nx) и $F_{bm}(Nx)$ для варианта рис.1г.

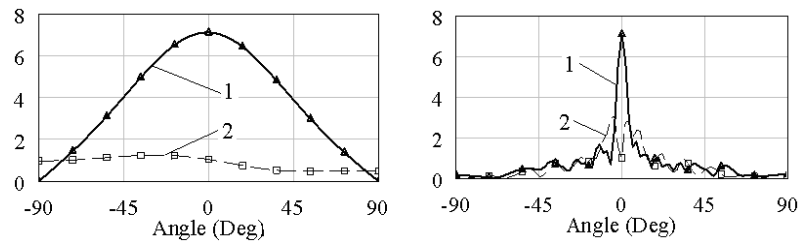


Рисунок 5

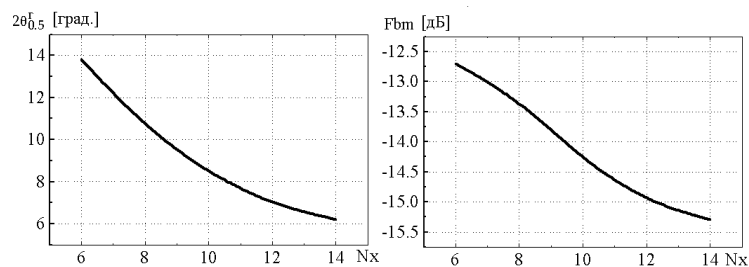


Рисунок 6

В докладе приводятся результаты численного моделирования всех типов решеток, показанных на рис.1, размеры их элементов, результата эксперимента. Делается сравнение результатов численного моделирования в программах MWO и CST.

Библиографический список

1. Б.А. Панченко. Микрополосковые антенны/ Б.А. Панченко, Е.И. Нефедов.//М.: Радио и связь. –1986. – С. 143 .
2. Handbook of Microstrip Antennas /Edited by J R James & P s Hall. Published by: Peter Peregrinus Ltd., – London, United Kingdom. –1989. –P.1312 .
3. В.Ф. Лось Микрополосковые и диэлектрические резонаторные антенны. САПР-модели: методы математического моделирования/ В.Ф. Лось //М.: Издательское предприятие журнала “Радиотехника”. –2002. –С. 96 .
4. Zhi Ning Chen. Broadband Planar Antennas. Design and Applications./ Zhi Ning Chen and Michael Y. W. Chia //John Wiley & Sons. – 2006. –P.242.
5. D.G.Fang. Antenna Theory and Microstrip Antenna/ D.G.Fang //CRC Press. Taylor & Francis Group. – 2010. –296 P.
6. <http://www.kbradar.by>
7. Неронский Л.Б., Микроволновая аппаратура дистанционного зондирования поверхности Земли и атмосферы. Радиолокаторы с синтезированной апертурой /Неронский Л.Б., Михайлов В.Ф., Брагин И.В. //СПбГУАП. СПб.– 1999. –220 с.
8. P.Capece // International Journal of Antennas and Propagation, Volume 2009, Article ID 796064
9. Sanchez Palma, etc. // Proceedings 8th European Conference on Synthetic Aperture Radar EUSAR 2010, Aachen, 7-10 June 2010 P. 40-43