

Волноводная антенная решётка с полосковой распределительной системой

Е.В. Овчинникова, Э.В. Гаджиев, С.Г. Кондратьева, П.А. Шмачилин, Нгуен Динь То, А.И. Гиголо

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)
125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4.
E-mail: oea8888@gmail.com*

Представлены результаты исследований характеристик направленности и поляризационных характеристик антенной решётки из волноводных излучателей с полосковой распределительной системой. Рупорные и волноводные антенны обладают высокой надёжностью, электрической прочностью и технологичностью. Этим обусловлено широкое применение апертурных антенн в различных отраслях радиотехники. Предложен вариант конструкции антенной решётки на основе волноводных ступенчатых поляризаторов с линейной перегородкой, которые соединены компактной распределительной системой, что позволяет уменьшить массогабаритные характеристики.

Ключевые слова: Ступенчатые поляризаторы, поляризационные характеристики, волноводная антенная решётка, коэффициент эллиптичности, воздушно-полосковая распределительная система.

Waveguide antenna array with stripline distribution system

E V Ovchinnikova, E V Gadzhiev, S G Kondratyeva, P A Shmachilin, Nguyen Dinh To, A I Gigolo

Moscow Aviation Institute (National Research University)

The paper presents the results of studies of the directivity and polarization characteristics of an antenna array made of waveguide emitters with a strip distribution system. Horn and waveguide antennas have high reliability, electrical strength and manufacturability. This is the reason for the widespread use of aperture antennas in various branches of radio engineering. A variant of the design of the antenna array based on waveguide stepped polarizers with a linear partition, which are connected by a compact distribution system, which makes it possible to reduce the weight and size characteristics, is proposed.

Keywords: Stepped polarizers, polarization characteristics, waveguide antenna array, ellipticity coefficient, air stripe distribution system.

Введение

С развитием космической техники возникает необходимость усовершенствования бортовых антенн телекоммуникационных систем. При разработке таких антенн необходимо учитывать особенности размещения на носителе, вибрационные нагрузки, перепад температур и другие дестабилизирующие факторы [1]. Для бортовых антенн, размещаемых на мобильных носителях, важнейшей задачей является снижение веса и габаритных размеров. Высокие требования предъявляются к информационной емкости каналов, скорости передачи данных и энергетическому потенциалу [2–4]. При перечисленных требованиях важнейшими характеристиками антенны являются энергетические, поляризационные и массогабаритные. Достижение требуемых поляризационных характеристик возможно различными способами: возбуждением антенны двумя источниками, обеспечивающими фазовый сдвиг между составляющими поля излучения 90° , или возбуждением одним источником и использованием

замедляющей системы. Возбуждение антенны двумя источниками в квадратуре рассмотрено в работе [5]. Однако антенны с единственным источником возбуждения проще использовать в качестве излучателей антенных решёток. Такие антенны рассмотрены в работах [6–9].

Моделирование волноводной антенной решетки на основе поляризатора с линейной перегородкой

При возбуждении волноводного излучателя с помощью коаксиальной линии можно выбрать оптимальную точку возбуждения, обеспечивающую допустимое изменение поляризационных характеристик в рабочем секторе углов при допустимом согласовании. На рис.1 показана модель волноводного излучателя с коаксиальным возбуждением.

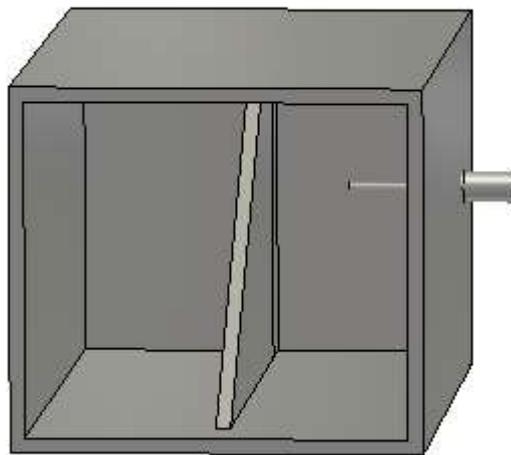


Рис. 1. Модель волноводного излучателя с коаксиальным возбуждением

На рис.2 приведены зависимости коэффициента эллиптичности от угловой координаты в азимутальной плоскости.

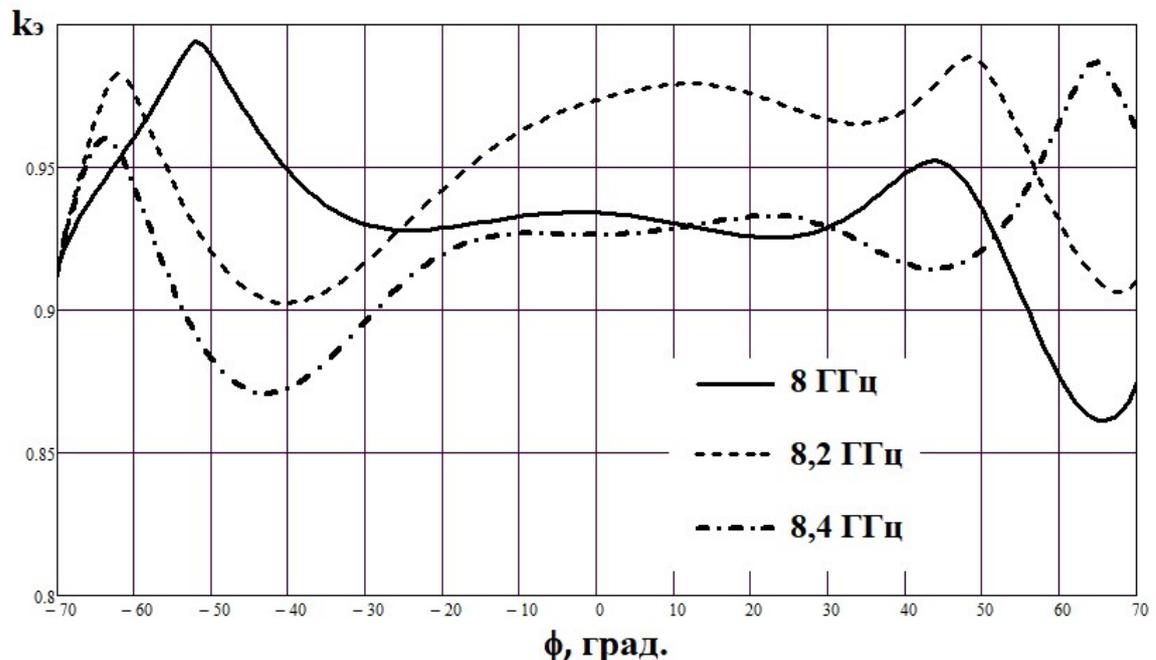


Рис 2. Зависимости коэффициента эллиптичности от угловой координаты в азимутальной плоскости

На рис.3 и рис.4 приведены зависимость коэффициента стоячей волны (КСВ) от частоты и пространственные диаграммы направленности излучателей соответственно.

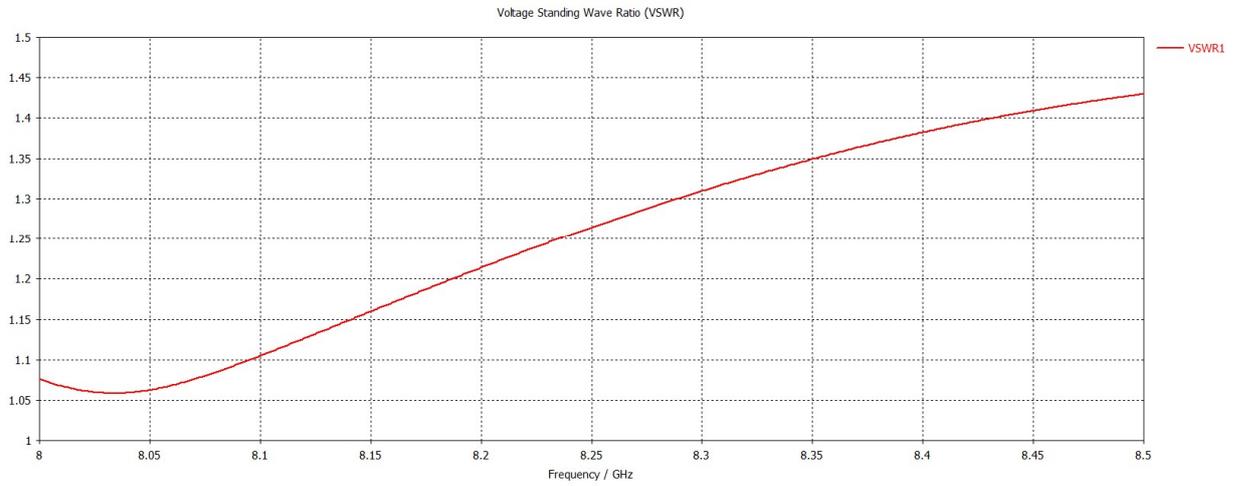


Рис.3. Зависимость КСВ от частоты

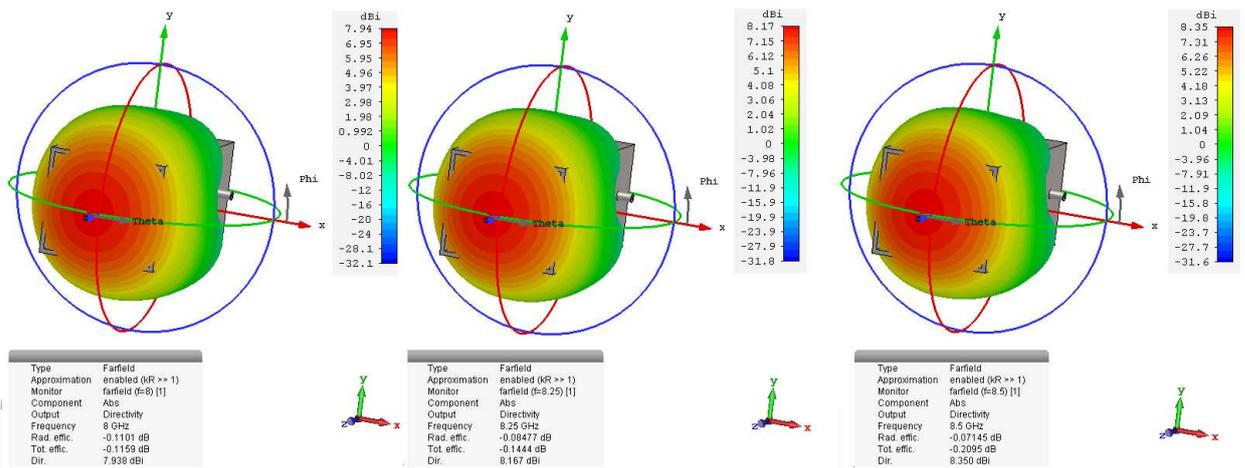


Рис. 4. Диаграммы направленности волноводного излучателя с коаксиальным возбуждением

На рис.5 показана модель антенной решётки из четырёх элементов.

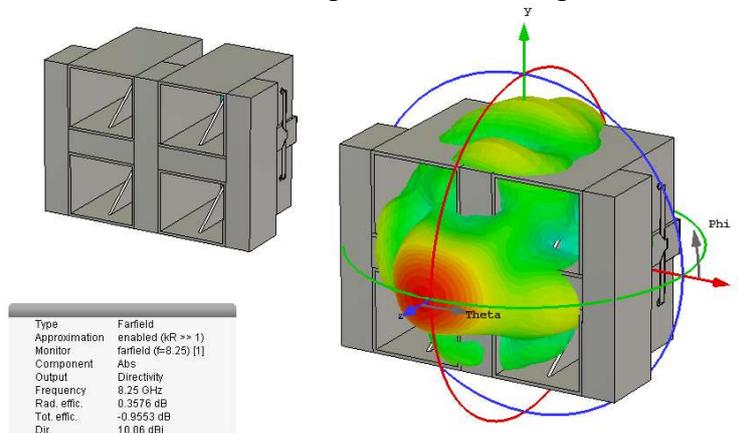


Рис. 5. Модель волноводной антенной решетки

Антенная решётка имеет компактную распределительную систему, выполненную на воздушно-полосковой линии рис.6.

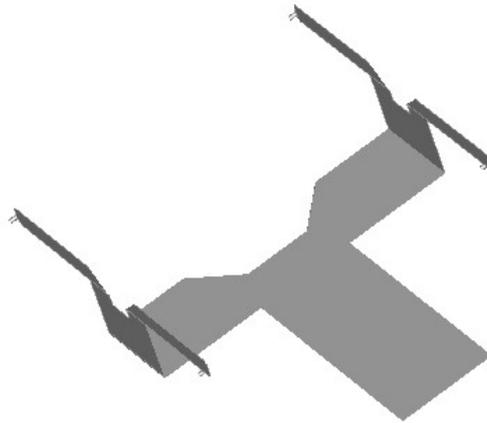


Рис. 6. Модель волноводной антенной решётки

На рис.7 и рис. 8 соответственно приведены поляризационные характеристики и зависимость КСВ от частоты.

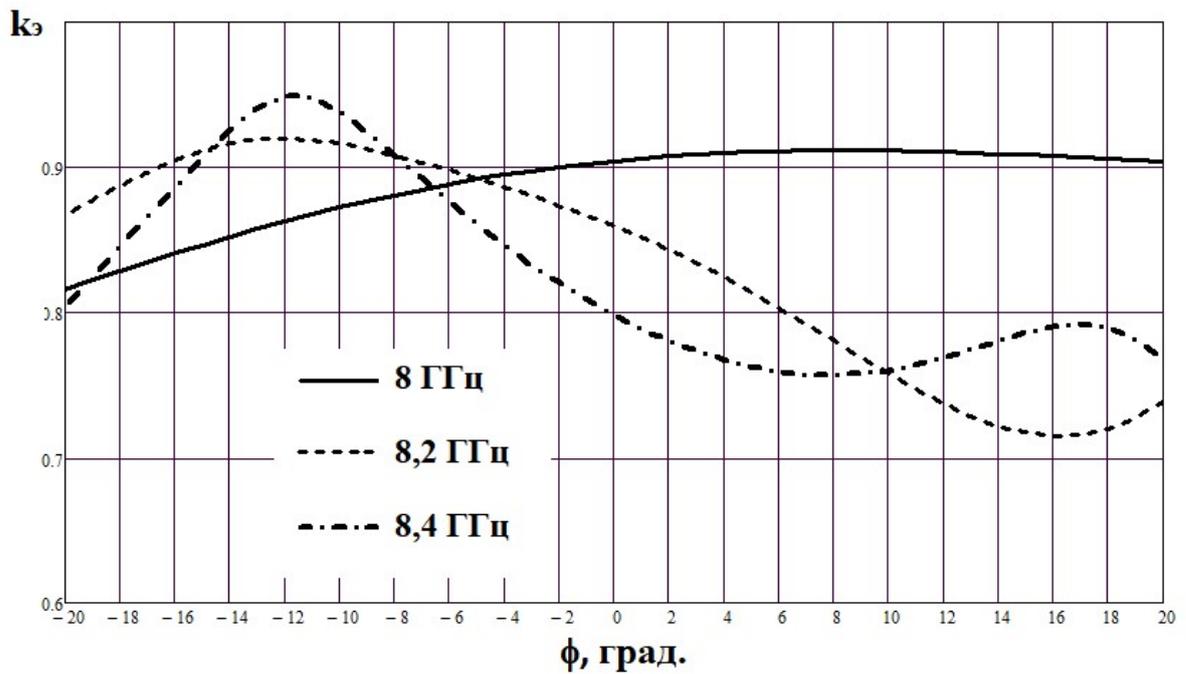


Рис.7. Зависимости коэффициента эллиптичности от угловой координаты в азимутальной плоскости

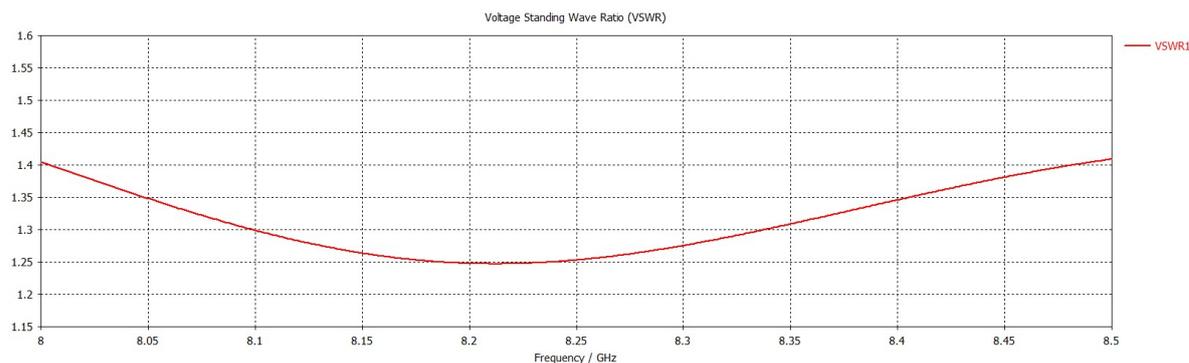


Рис 8. Зависимость КСВ от частоты

Выводы

Таким образом, разработана модель волноводной антенной решётки с эллиптической поляризацией и компактной воздушно-полосковой распределительной системой. Показано влияние распределительной системы и взаимодействие излучателей на поляризационные характеристики элемента. Результаты расчёта показывают, что такая антенна обеспечивает коэффициент усиления 10 дБ и коэффициент эллиптичности не ниже 0,7 в секторе углов $\pm 20^\circ$.

Литература

1. Овчинникова Е.В., Кондратьева С.Г., Шмачилин П.А., Нгуен Динь То, Гаджиев Э.В., Перфилова А.О. Антенные системы радиолинии передачи информации космических аппаратов: состояние и перспективы развития/ Радиотехника. 2021. Т.85. № 3. С. 86–95. DOI: 10.18127/j00338486-202103-09
2. Макриденко Л.А., Боярчук К.А. Микроспутники. Тенденция развития. Особенности рынка и социальное значение. Вопросы электромеханики. Труды НПП ВНИИЭМ. 2005. №102. С. 12–27.
3. Alexander Generalov. Antenna systems for small spacecraft radio data communication channels/Elchin Gadzhiev, Elena Ovchinnikova, NguenDinh To, Svetlana Kondratieva and Pavel Shmachilin// ITM Web of Conferences. — 2019. — V. 30. — 05007.
4. R.Clogowski, G.F. Zurcher, C. Peixeiro and J.R. Mozig. A low-loss planar Ka-band antenna subarray spase applications, IEEE Trans. Antennas Propag., vol.61, no.9, pp. 4549-4557, Sep.2013.
5. Tso-Wei Li, Cheng-Liang Lai; Jwo-Shiun Sun. Study of Dual-Band Circularly Polarized Microstrip Antenna. Proceedings of the European Conference on Wireless Technology, 2005, pp. 79 – 80.
6. M. Haneishi; T. Nambara; S. Yoshida. Study on Ellipticity Properties of Single-Fed-Type Circularly Polarised Microstrip Antennas. Electronics Letters, vol. 18, Issue. 5, 1982, pp. 191 – 193.
7. C.B. Ravipati, L. Shafai. A wide Bandwidth Circularly Polarized Microstrip Antenna Using a Single Feed. In proceeding of the IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium, vol.1, 1999, pp. 244-247.
8. T. Sudha, T.S. Vedavathy, N. Bhat. Wideband Single-Fed Circularly Polarised Patch Antenna. IEEE Electronic Letters, vol. 40, issue. 11, 2004, pp. 648 – 649.
9. P.N. Rao, N. Sarma. Probe Compensated Single Feed Circularly Polarized Fractal-Shaped Microstrip Antennas. International journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol.19, issue: 6, 2009, pp. 647–656.