

# Исследование составного пирамидального рупора с корректирующей линзой на основе биортогонального облучателя АС6.27Б

Ю. В. Рыбаков, О. А. Герасимов

Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова  
olgrs@mail.ru

**Аннотация.** Исследованы теоретические и экспериментальные характеристики пирамидального рупора с линзой на базе серийного биортогонального облучателя АС6.27Б. Показано, что составной рупор может использоваться как эталонная антенна с остронаправленным лучом в диапазоне частот 18-40 ГГц.

**Ключевые слова:** биортогональный облучатель; пирамидальный рупор; корректирующая линза; КСВн; диаграмма направленности

## I. ВВЕДЕНИЕ

Пирамидальный рупор – один из основных простейших вариантов антенн СВЧ, широко используемый в антенной технике как эталонная антенна.

Традиционно рупорная антенна питается через волноводный вход, отчего её работа возможна только в полосе волновода соответствующего стандартного сечения. Соответственно, для охвата диапазона в десятки гигагерц приходится использовать набор сменных антенн, что не всегда удобно.

Установка в раскрытие рупора линзы позволяет уменьшить продольный размер и получить на апертуре синфазное равномерное распределение в Е- и спадающее в Н-плоскости. Диаграммы таких распределений легко вычисляются, и подобные системы могут быть использованы в качестве эталонных антенн.

Относительно недавно стали производиться так называемые биортогональные облучатели – короткие рупоры с квадратной апертурой, выполняемые на основе Н-волновода с ножевыми пластинами экспоненциальной формы. В этих облучателях предусмотрено по два независимых коаксиальных входа, что позволяет работать в более широкой по сравнению с волноводом полосе частот на двух поляризациях.

На рис. 1 показан облучатель АС6.27Б, выпускаемый АО «СКАРД-Электроникс» [1], работающий в полосе частот 18–40 ГГц.

Как видно из анализа конструкции, вблизи раскрытия высота пластин уменьшается до нуля, – следовательно, поле в раскрытии должно примерно соответствовать полю в раскрытии простого пирамидального рупора с квадратной апертурой.

Цель данной работы – исследование возможности реализации составных рупорно-линзовых антенн с апертурами больших размеров, пригодных для функционирования в составе эталонных и измерительных систем, с возбудителем в виде серийно



Рис. 1. Внешний вид биортогонального облучателя АС6.27Б

выпускаемого биортогонального облучателя, с использованием таких преимуществ последнего, как широкополосность, удобство включения в тракт и сравнительная доступность.

## II. РЕАЛИЗАЦИЯ СОСТАВНОЙ РУПОРНО-ЛИНЗОВОЙ АНТЕННЫ

На рис. 2 приведено фото реализованной антенны. В ней три основных элемента:

- биортогональный облучатель АС 6.27Б с двумя коаксиальными входами,
- рупорная часть, с углом расхождения сторон, соответствующим углу облучателя,
- диэлектрическая линза с гиперболическим профилем.

Вся конструкция помещалась в оснастку, позволяющую смонтировать её на специализированном измерительном стенде.

## III. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные методы исследования – анализ КСВн входа и диаграмм направленности (ДН) предлагаемой конструкции, снятых в экранированной безэховой камере НПП «Трим» [2].

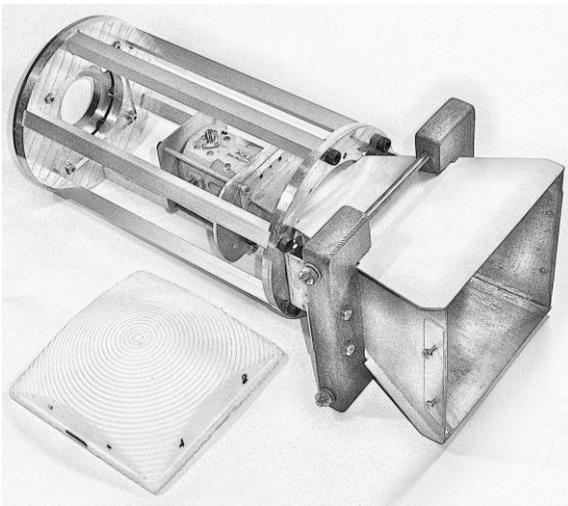


Рис. 2. Составная рупорно-линзовая антенна в измерительной оснастке

#### IV. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 3 приведены частотные зависимости КСВн составного рупора со стороны коаксиальных входов 1 и 2 – с установленной в раскрытие рупора линзой и без неё, а на рис. 4 – КСВн собственно биортогонального облучателя.

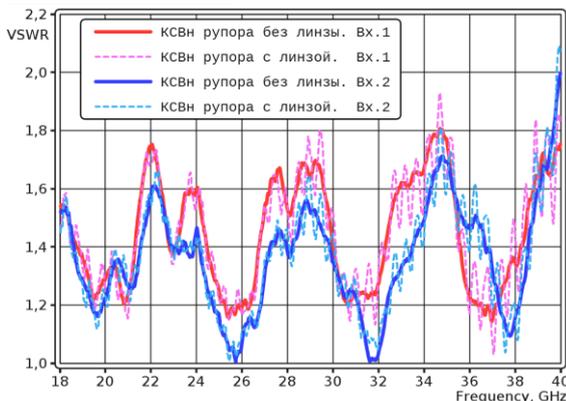


Рис. 3. КСВн составной антенны

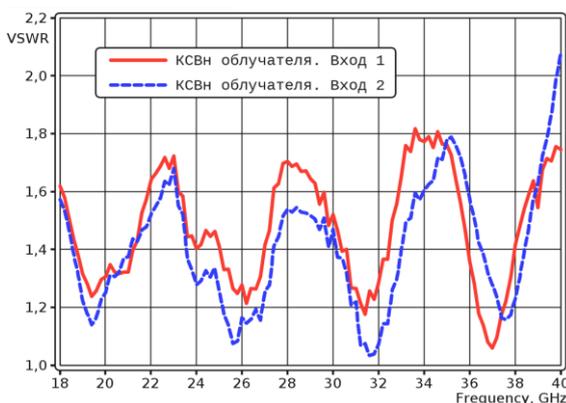


Рис. 4. КСВн биортогонального облучателя

Видно, что вариации КСВн по двум входам очень похожи и состоят из основных колебаний, вызываемых, вероятно, согласованием коаксиальных возбуждателей Н-волновода, и значительно меньших осцилляций за счёт присутствия линзы. В диапазоне 21–23 ГГц эти осцилляции дополнительно уменьшаются благодаря наличию в линзе согласующих слоев, рассчитанных на центральную частоту 22 ГГц. Параметры линзы, как и габариты пирамиды, были выбраны по аналогии с использованной ранее конструкцией гофрированного рупора [3].

Требованию  $КСВн \leq 2,0$  характеристики составного рупора удовлетворяют во всём диапазоне от 18 до 40 ГГц.

#### V. ДИАГРАММА СОСТАВНОГО РУПОРА С ЛИНЗОЙ (СИНФАЗНАЯ АПЕРТУРА)

На рис. 5 (а, b, с, d) и рис. 6 (а, b, с, d) представлены экспериментальные ДН по входам 1 и 2 в Е- и Н-плоскостях для частот 18, 19, 20, 40 ГГц.

Значения ДН составного рупора, полученные в Е- и Н-плоскостях по обоим входам облучателя, сравнивались с теоретическими оценками для равномерного и косинусоидального распределения синфазной квадратной апертуры заданных размеров.

Для синфазной апертуры, которая получается при установке в раскрытие правильно рассчитанной линзы, ДН в Е- и Н-плоскостях определяются очень простыми соотношениями:

$$ДН_E = \sin u / u$$

$$ДН_H = \cos u / \left(1 - (2u / \pi)^2\right)$$

где  $u = (\pi L / \lambda) \sin \theta$ ,  $L$  – размер апертуры.

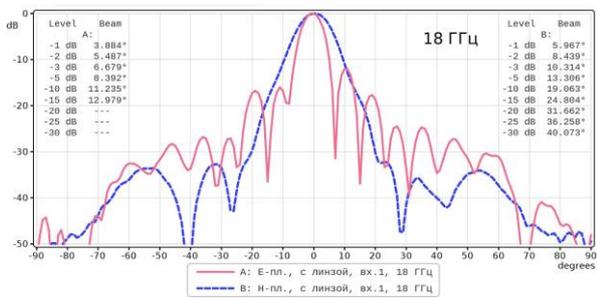
#### VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приведены результаты экспериментального исследования характеристик биортогонального широкополосного составного рупора с линзой на базе серийного облучателя АС 6.27 Б.

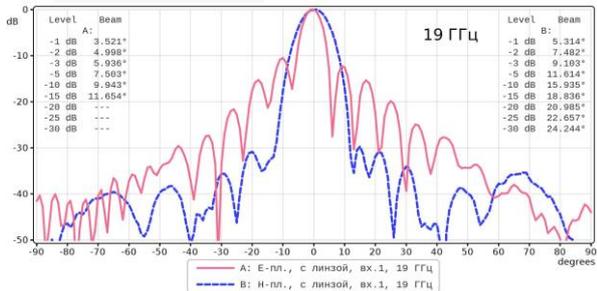
Показано, что комбинация биортогонального облучателя, рупорной основной части и установленной в раскрытие линзы позволяет сохранить превосходные характеристики по широкополосности во всем диапазоне частот 18–40 ГГц, практически полное совпадение ДН по двум коаксиальным входам и хорошее соответствие с теоретическими оценками в области главного лепестка. Всё это позволяет признать рассмотренный вариант антенны перспективным в качестве эталонной антенны для метрологических измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

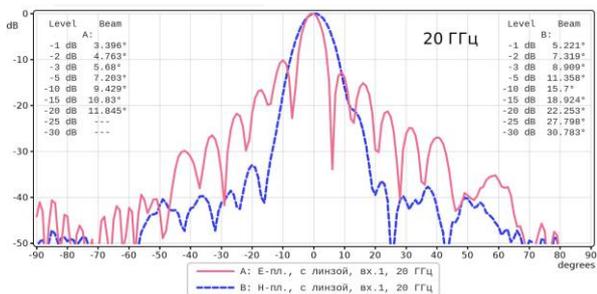
- [1] <https://skard.ru/> АО «Скард-Электроникс»
- [2] <https://trimcom.ru/main-page/> НПП «Трим»
- [3] Rybakov Y.V., Boykov N.A., Voronin V.A. Use of corrugated horn-lens antennas as low-noise antenna sensors of complexes of thermal and moist atmosphere sounding // СІБ, МСАРД-11.09.2015, с. 101.



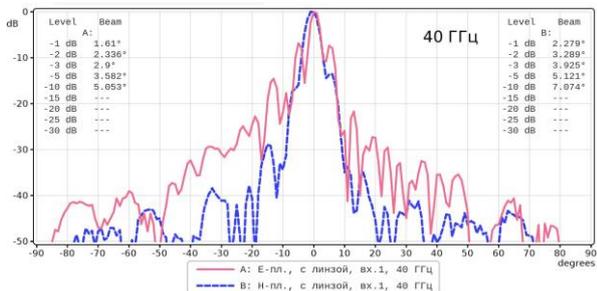
a.



b.

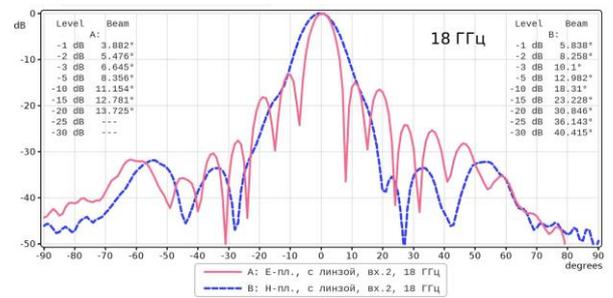


c.

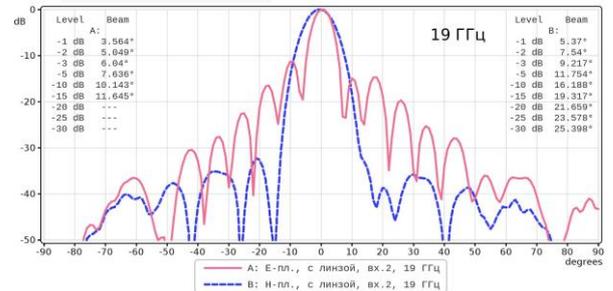


d.

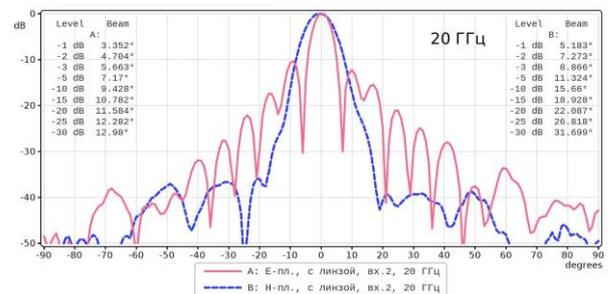
Рис. 5. Диаграммы направленности составного рупора с корректирующей линзой, вход 1, 18–40 ГГц



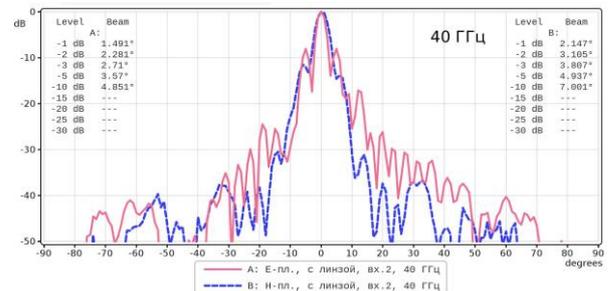
a.



b.



c.



d.

Рис. 6. Диаграммы направленности составного рупора с корректирующей линзой, вход 2, 18–40 ГГц