

# УЗКОНАПРАВЛЕННАЯ АНТЕННА 3-см ДИАПАЗОНА ДЛЯ ОБЗОРНОЙ РЛС С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ ПО ДАЛЬНОСТИ

Буянов Ю. И., Доценко В. В., Носов Д. М., Осипов М. В.,  
Ровкин М. Е., Сурков А. С., Хлусов В. А.

НПФ «МИКРАН»

г. Томск, 634045, Россия

тел.: 8-382-413-403, e-mail: mic@micran.ru

**Аннотация** — Разработана антенная решетка (АР) для радиолокационных систем с полосой сигнала до 300 МГц. Основные параметры АР: ширина ДН в вертикальной плоскости  $27^\circ$ , в азимутальной плоскости  $1^\circ$ , изменение коэффициента усиления в полосе частот 9280–9580 МГц не более 1,5 дБ, паразитное отклонение ДН отсутствует. Собственные потери в сквозном тракте АР составляют величину порядка -1,5 дБ, собственная поляризация – линейная горизонтальная, уровень боковых лепестков <-25 дБ.

## I. Введение

Узконаправленные линейные антенные решетки 3-см диапазона волн с рабочей полосой частот в сотни мегагерц необходимы для реализации обзорных судовых РЛС с высоким, до единиц и долей метров, разрешением по дальности. Известные волноводно-щелевые АР с последовательным возбуждением щелей имеют ограничение на ширину полосы излучаемого (принимаемого) сигнала из-за паразитного отклонения диаграммы направленности (ДН) при изменении рабочей частоты [1]. Для линейной волноводно-щелевой АР 3-см диапазона, размером порядка 2 м, ширина ДН в азимутальной плоскости составляет величину порядка  $1^\circ$ , а паразитное отклонение ДН при изменении рабочей частоты на 150 МГц составляет величину около  $1,5^\circ$ . В данной работе показан вариант практической реализации линейной двухметровой АР с последовательно-параллельным питанием отдельных излучающих элементов, разработанной для судовой РЛС «Река» (производитель НПФ «МИКРАН», г. Томск). АР имеет ширину полосы рабочих частот 300 МГц, что позволило достигнуть в РЛС «Река» разрешения по дальности порядка одного метра.

## II. Конструкция антенной решетки

Паразитное отклонение, либо изменение формы ДН антенной решетки от частоты обусловлено разной электрической длиной питающих линий каждого из отдельных излучателей АР. При большом количестве элементарных излучателей АР (десятки и сотни штук в узконаправленных линейных АР) реализация равных электрических длин питающих линий излучателей резко удорожает стоимость такой антенны. Снижение затрат на реализацию АР возможно путем разбиения раскрыва АР на отдельные подрешетки, питание которых осуществляется линиями равной длины.

Разработанная линейная АР (см. рис.1) образована восемью подрешетками, каждая из которых реализована в виде планарной антенны. Общая длина АР равна 1,84 м. Подрешетка представляет собой коллинеарную синфазную антенну из 24 вибраторов, расположенных вдоль продольной оси решетки [2]. Вибраторы выполнены в виде полуволновых отрезков несимметричных линий. Синфазное возбуждение вибраторов достигается тем, что каждый последующий вибратор присоединяется к предыдущему, при этом концы линий перекрещиваются. Таким образом, подрешетка (см. рис.2) представляет

собой линейную вибраторную антенную решетку с последовательным возбуждением.

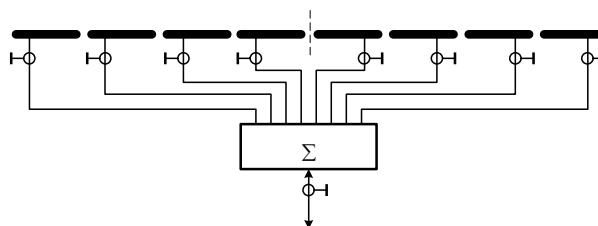


Рис. 1. Функциональная схема антенной решетки.

Fig. 1. The antenna array functional diagram



Рис. 2. Конструкция подрешетки.

Fig. 2. The sub-array design

Для ослабления частотной зависимости положения максимума диаграммы направленности и уменьшения группового времени задержки возбуждение такой решетки осуществляется вблизи ее середины, например, между восьмым и девятым вибратором. Смещение точки возбуждения из середины секции необходимо для того, чтобы амплитуды в крайних вибраторах различались на 3 дБ. Это позволяет получить распределение поля в соответствии с кривой рис.3а. Расчетный уровень боковых лепестков ДН решетки (см. рис.3б) менее -20 дБ вблизи главного лепестка и менее -28 дБ при отворотах более  $10^\circ$ .

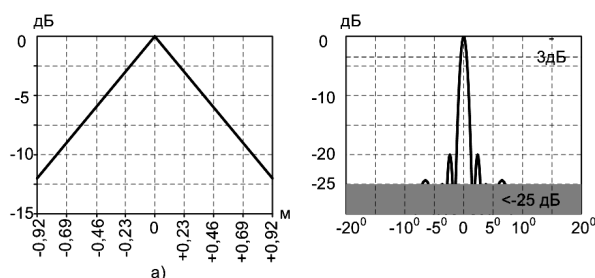


Рис. 3. Амплитудное распределение поля по раскрытию антенной решетки (а) и расчетная диаграмма направленности (б).

Fig. 3. Amplitude distribution of the field at aperture of antenna array (a) and its estimated pattern

Конструкция антенны обладает осью симметрии, проходящей через ее центр. Четыре подрешетки (1-4) левой стороны являются зеркальным отображением соответствующих подрешеток (5-8) правой стороны.

Для обеспечения амплитудного распределения поля по раскрытию АР в соответствии с кривой рис.3а синфазный сумматор выполнен неравновесным. При этом перепад относительного коэффициента передачи соседних входов составляет 3 дБ по направлению от входа 4 к входам 3-1 и от входа 5 по направлению к входам 6-8. Питающие подрешетки линии имеют равную электрическую длину. Выбранное распределение поля (см. рис.3а) позволило упростить реализацию антенны при приемлемом уровне боковых лепестков.

Для формирования ДН в вертикальной плоскости все восемь подрешеток размещены в продольном рупоре (см.рис.4), что обеспечивает ширину ДН в вертикальной плоскости порядка  $27^\circ$  по половинному уровню мощности.

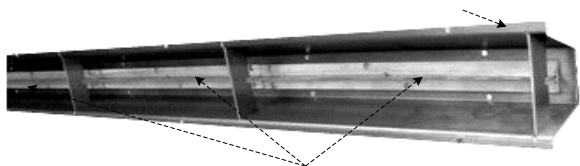


Рис. 4. Внешний вид антенной решетки, размещаемой внутри диэлектрического защитного тубуса.

Fig. 4. The antenna array allocated inside of dielectric protective tube

### III. Результаты обмера антенны

На рис.5 приведены результаты обмера ДН изготовленной АР. Настройка АР производилась в безэховой камере, при этом выравнивалось фазовое распределение поля по апертуре АР. Как и следовало ожидать, боковые лепестки ДН в горизонтальной плоскости несколько выше расчетных, что объясняется технологической погрешностью выравнивая фазы поля по раскрытию АР и частичной нестыковкой амплитуды поля на краях подрешеток.

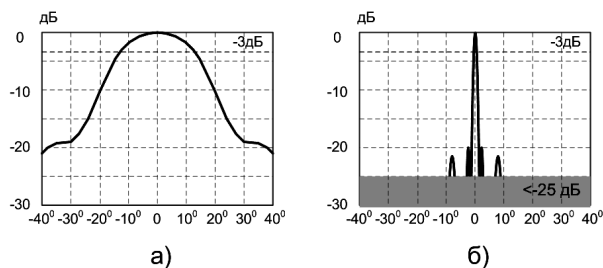


Рис. 5. Диаграмма направленности антенной решетки: а) в горизонтальной плоскости, б) в вертикальной плоскости.

Fig. 5. An antenna array pattern: a) by azimuth, b) by elevation.

Частотная зависимость ДН антенной решетки в диапазоне 9280–9580 МГц практически отсутствует. Максимальная подводимая мощность к антенне составляет величину порядка 10-20 Вт и определяется конструкцией подрешетки и неравновесного сумматора.

### IV. Заключение

Разработанная антенна достаточно технологична и имеет приемлемые для судовой РЛС ближнего обзора характеристики направленности. В настоящее

время ведется работа по уменьшению боковых лепестков до уровня менее -25 дБ во всем диапазоне азимутальных углов. Опыт реализации антенны малой серией не выявил принципиальных ограничений для ее реализации большой серией при использовании технологических возможностей НПФ «Микран» (г. Томск).

### V. Список литературы

- [1] Айзенберг Г. З., Ямпольский В. Г., Терешин О. Н. Антенны УКВ. Под ред. Г.З. Айзенберга, в 2-х частях. Ч.2. М.: «Связь», 1977. 288 с.
- [2] Вершков М. В., Миротворский О. Б. Судовые антенны. – 3-изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1990. 304 с.

## X-BAND NARROW-BEAM ANTENNA FOR SURVEILLANCE RADAR WITH HIGH RESOLUTION AT RANGE

Buyanov Yu. I., Dotsenko V. V., Nosov D. M., Osipov M. V., Rovkin M. E., Surkov A. S., Khlusov V. A. MICRAN Co.

47, Vershinina Str., Tomsk, 634034, Russia  
Phone.: +7(3822)413403, e-mail: mic@micran.ru

**Abstract** — An antenna array (AA) for radar systems with signal bandwidth of 300 MHz was developed. Main AA parameters are: beam width at elevation  $27^\circ$  and at azimuth 10, variation of gain at 9280 – 9580 MHz band no more than 1.5 dB, parasitic swing of the beam is absent. Intrinsic loss in through AA channel amounts value is close to -1.5 dB, eigen polarization is linear horizontal, side lobe level is less than -25 dB.

### I. Introduction

A known slotted waveguide AA with series excitation of the slots has restriction to bandwidth of the radiated (received) signal because of parasitic swing antenna pattern (AP) at sweeping of the working frequency [1]. The variant of practice realization of linear AA with a series-parallel supply of radiating elements developed for ship radar «REKA» («River», manufacturer MICRAN Co, Tomsk, Russia). AA has bandwidth of 300 MHz that allows achieving resolution at the range close to one meter in the «River» radar.

### II, III, Main Part

The linear AA is developed (see Fig.1), it is formed by eight sub-arrays, each of them is realized as a planar antenna. Total length of AA is equal to 1.84 m. Sub-array (see Fig.2) represents collinear broadside array out of 24 vibrators located along longitudinal axis of the array [2]. Vibrators are realized in the form of half-wave segments of unbalanced lines. In-phase excitation of the vibrators is accomplished in the following way: each vibrator is connected to previous one, thus the ends of the lines are crossed. Amplitude distribution of the field at the opening of AA was chosen in accordance to the curve at Fig 3.a. This allows simplifying the technology of the antenna realization and reaching acceptable form of calculated AP (see Fig.3.b). Common design of the antenna placed at a protective dielectric tube is presented at Fig. 4. Measurement data of the manufactured antenna are presented at Fig.5. Frequency dependence of the AP of AA at band of 9280-9589 MHz is absent. Maximum input power of the antenna reaches the value close to 10-20 W and determined by the design and materials used at realization of the sub-array.

### IV. Conclusion

The developed antenna is practically feasible enough and has directional characteristics acceptable for a ship radar for close range surveillance. Experience of the antenna realization, as small-batch, does not discover principal limitation for its mass manufacturing with using of technological possibilities of Micran Co (Tomsk, Russia).