

УДК 621.391

РАСЧЕТ МНОГОЛУЧЕВОЙ ЛИНЗОВОЙ АНТЕННЫ ДЛЯ СИСТЕМЫ РАДИОВИДЕНИЯ

В.В. МУРАВЬЁВ, А.А. ТАМЕЛО, Д.В. ЖУРАВЛЁВ, Н.М. НАУМОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 7 апреля 2008*

Рассмотрены варианты формирования многолучевых пассивных систем радиовидения миллиметрового диапазона. Рассчитаны геометрические характеристики и характеристики излучения замедляющей сферической линзовой антенны с расположенной в фокусной плоскости или на расстоянии от фокусной плоскости матрицы приемных элементов. Рассмотрено два вида элементов приемной матрицы: открытые концы волноводов и логопериодические антенны. Рассчитаны диаграммы направленности элементов приемной матрицы. Рассчитано максимально возможное количество приемных элементов, располагаемых в фокусной плоскости. Рассчитана диаграмма направленности линзовой антенны в зависимости от количества элементов приемной матрицы.

Ключевые слова: многолучевая система радиовидения, линзовая антенна, матрица приемных элементов, открытый конец волновода, логопериодическая антенна, диаграмма направленности линзовой антенны.

Введение

Основная задача пассивных систем радиовидения миллиметрового диапазона — это формирование радиотеплового изображения некоторой области пространства. В системах с однолучевыми приемниками при последовательном обзоре можно получить картину, которая не будет адекватно отражать состояние объекта за данный период времени [1]. Системы с многолучевыми приемниками позволяют в каждый момент времени видеть всю исследуемую область пространства целиком.

Возможны два концептуально разных варианта многолучевых систем: системы на основе фазированных антенных решеток (ФАР), заполняющих некоторую апертуру, и системы, представляющие собой решетку приемных элементов в фокальной плоскости антенны. Возможны и сочетания этих вариантов.

Многоэлементная приемная решетка в фокальной плоскости антенны позволяет существенно расширить ее поле зрения, повысить интегральную чувствительность, ускорить процесс формирования изображений протяженных источников, снизить влияние атмосферы [2].

Принцип работы таких систем основан на фокусировании собственного радиотеплового излучения объекта в фокальной плоскости приемных элементов. Базовым узлом каждого приемного элемента является антенна, геометрия и конструкция которой адаптированы для приема излучения в области рабочих частот системы радиовидения.

Фокусирование собственного радиотеплового излучения может осуществляться с помощью однозеркальных, двухзеркальных либо линзовых антенн.

Общими недостатками однозеркальных антенн являются неудобство вывода высокочастотной энергии от облучателя, относительно большие продольные размеры и ограниченный сектор сканирования при смещении облучателя из фокуса в фокальной плоскости.

Основной недостаток двухзеркальной антенны — затенение раскрыва, создаваемое малым зеркалом. Если не принять специальных мер по устранению эффекта затенения, фактическое распределение амплитуд поля в раскрыве будет иметь провал в центре, что снижает коэффициент направленного действия антенны. Это снижение тем больше, чем больше относительная площадь малого зеркала [3].

Преимущество линзовых антенн перед зеркальными антеннами заключается в том, что при изготовлении их поверхности требуется меньшая точность, необходимая для создания требуемой диаграммы направленности. Кроме того, поскольку облучатель линзовой антенны не экранирует излучение антенны, конструкция его крепления может быть самой различной. Фазовые ошибки, связанные с разной фазой прихода волн от источника излучения, помещенного в фокусе антенны, до любой точки раскрыва антенны и искажающие диаграмму направленности, у зеркальной антенны максимальны в центре раскрыва, а у линзы — на краю, и, следовательно, сказываются значительно меньше.

К недостаткам линзовых антенн относятся большой объем и масса линзы, потери в материале линзы и на отражение от ее поверхностей, более высокая стоимость по сравнению с зеркальными антеннами [4].

Целью данной работы является рассмотрение возможностей построения многолучевой линзовой антенны и расчет ее геометрических характеристик и характеристик излучения для различных диапазонов волн.

Общий вид многолучевой линзовой антенны

Общий вид многолучевой линзовой антенны показан на рис. 1.

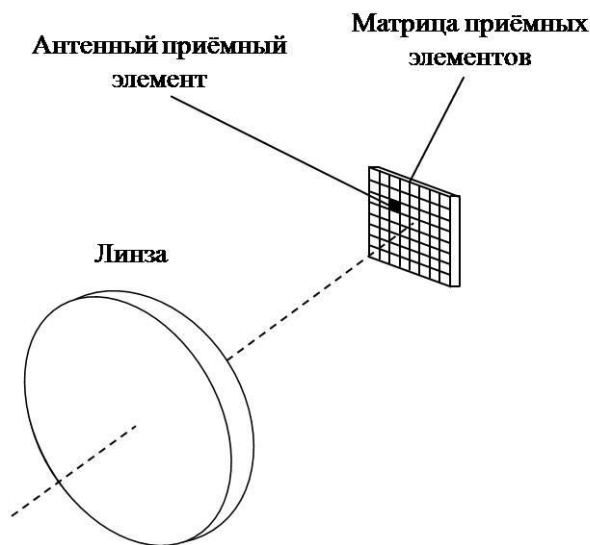


Рис. 1. Общий вид многолучевой линзовой антенны

Матрица приемных элементов представляет собой решетку излучателей в виде открытых концов волноводов или логопериодических антенн (ЛПА).

ЛПА относятся к частотно-независимым антеннам, т.е. к антеннам с постоянными во всем частотном диапазоне характеристиками. ЛПА являются более широкополосными, чем волноводные антенны; это позволяет получить большой коэффициент перекрытия диапазона волн.

Для фокусирования собственного радиотеплового излучения в плоскости приемных элементов и формирования узкой диаграммы направленности (ДН) используется линзовая антенна с круглым плоским излучающим раскрывом.

Параметры линзы и элементов приемной матрицы приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры линзовой антенны и элементов приемной матрицы

Наименование	Значение	
Тип линзы	Замедляющая диэлектрическая линза	
Материал линзы	Полистирол	
Коэффициент преломления линзы n	1,6	
Диаметр линзы D , см	50	
Тип элемента приемной матрицы	Открытый конец волновода, логопериодическая антенна	
Рабочая длина волны λ , мм	8	3
Размеры волновода $a \times b$, мм	7,2 \times 3,6	2,4 \times 1,2
Расстояние между элементами приемной матрицы d , мм	4,8	1,8

Многолучевую ДН в линзовых антеннах можно осуществить следующим образом:

- 1) размещением матрицы приемных элементов в фокусной плоскости (рис. 2);
- 2) размещением матрицы приемных элементов между фокусом и раскрывом линзы (рис. 3).

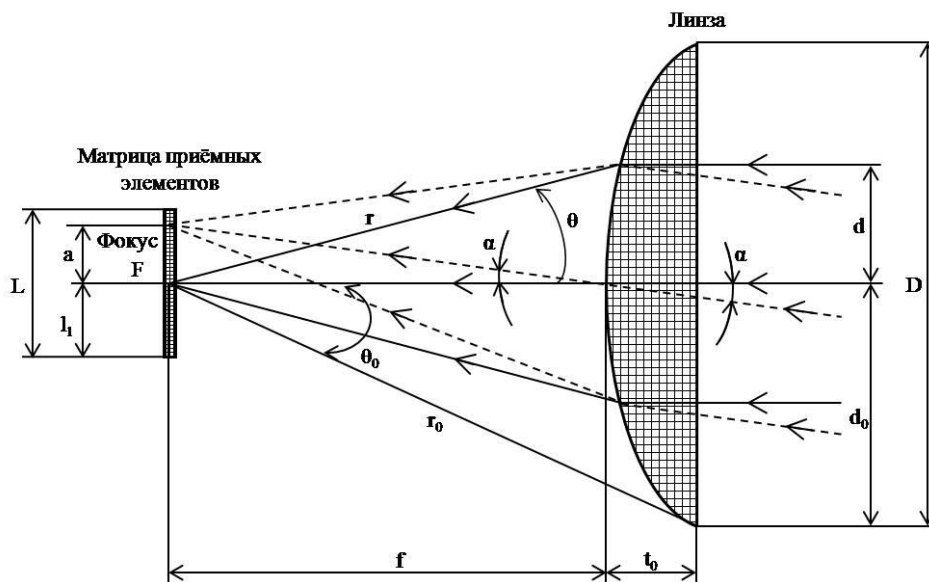


Рис. 2. Линзовая антенна с матрицей приемных элементов, расположенной в фокусной плоскости

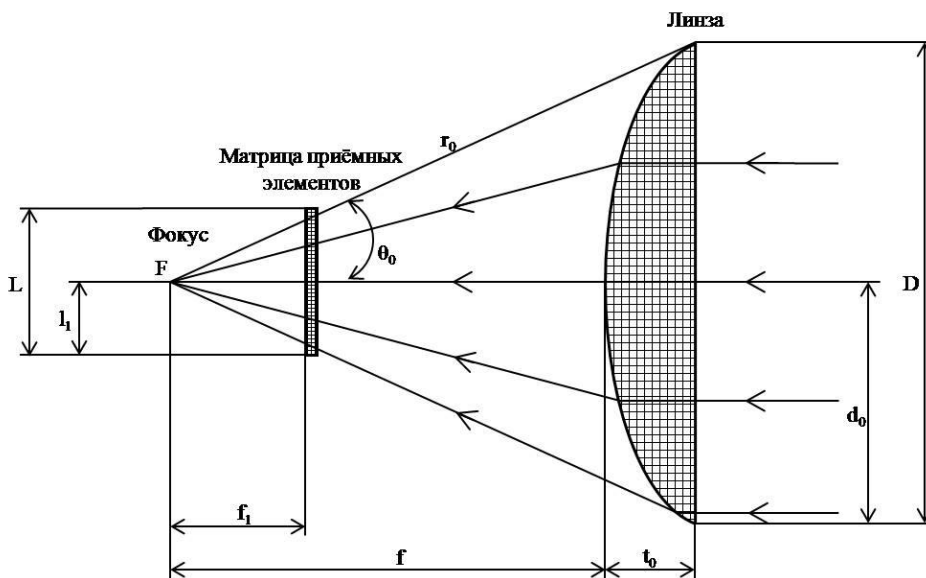


Рис. 3. Линзовая антенна с матрицей приемных элементов, расположенной между фокусом и раскрывом линзы

Расчет линзовой антенны с матрицей приемных элементов, расположенной в фокусной плоскости

Рассмотрим линзовую антенну, изображенную на рис. 2. Рассчитаем максимально возможное количество приемных элементов, располагаемых в фокусной плоскости.

При смещении облучателя из фокуса в перпендикулярном к оси линзы направлении возникают несимметричные искажения фазы в раскрыве. При небольшом смещении длина оптического пути от облучателя до раскрыва линзы вначале будет линейно меняться вдоль раскрыва. Это приведет лишь к отклонению главного максимума ДН на некоторый угол α относительно направления, которое он принимал, когда облучатель находился точно в фокусе. Форма ДН при этом практически не искажается. В линзах со специальной коррекцией искажения при сканировании (апланатические линзы), форма поверхности которых специально рассчитывается, допускается значительное смещение облучателя, определяемое заданным сектором сканирования.

В неапланатических же линзах форма поверхности рассчитывается только из условия фокусировки и смещение облучателя из фокуса на расстояние от оси выше допустимого приведет к искажению формы ДН, и потому такое смещение следует ограничить соответствующим допуском.

Рассчитаем следующие геометрические характеристики и характеристики излучения рассматриваемой линзовой антенны (рис. 2) для различных диапазонов длин волн и типов облучателей: ширину ДН линзовой антенны $\Delta\theta(\Delta\varphi)$, фокусное расстояние линзы f , толщину линзы t_0 , угол раскрыва линзы θ_0 , множитель, учитывающий влияние параметров линзы на распределение амплитуды поля в ее раскрыве $A(\theta)$, ДН линзы $F_n(\theta)$.

Рассчитанные геометрические характеристики рассматриваемой линзовой антенны и параметры решетки приемных элементов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Геометрические характеристики
линзовой антенны и параметры решетки приемных элементов

Наименование	Формула	Значение	
		$\lambda_1=8$ мм	$\lambda_2=3$ мм
Диаметр линзы D , м	–	0,5	0,5
Ширина ДН линзовой антенны $\Delta\theta(\Delta\varphi)$, град	$\Delta\theta(\Delta\varphi) = \frac{\lambda 180}{D\pi}$	0,917	0,344
Фокусное расстояние линзы f , м	$f = (1,0 - 1,5)D$	0,6	0,6
Толщина линзы t_0 , м	$t_0 = -\frac{f}{n+1} + \sqrt{\left(\frac{f}{n+1}\right)^2 + \frac{D^2}{4n^2-1}}$	0,075	0,075
Угол раскрыва линзы θ_0 , рад (град)	$\operatorname{tg}\left(\frac{\theta_0}{2}\right) = \frac{2t_0(n-1)}{D}$	0,355 (20,33)	0,355 (20,33)
Максимально допустимое отклонение облучателя из фокуса a_{\max} , м	$a_{\max} = \frac{\lambda}{4D} \frac{f}{nt_0} \frac{f+nt_0}{nt_0}$	0,014	0,0054
Наибольший угол отклонения максимума ДН α_{\max} , рад (град)	$\operatorname{tg}(\alpha_{\max}) = \frac{a_{\max}}{f} = \frac{\lambda}{4Dnt_0} \frac{f+nt_0}{nt_0}$	0,024 (1,38)	0,009 (0,52)
Длина решетки L , м	$L \leq 2a_{\max}$	$\leq 0,029$	$\leq 0,011$
Количество приемных элементов N , шт	$N = L/d$	6	6

Как видно из табл. 2, с уменьшением длины волны при одинаковом диаметре линзы уменьшаются ширина ДН линзовой антенны, максимально допустимое отклонение облучателя из фокуса и длина решетки облучателей. Однако при этом остаются постоянными фокусное расстояние линзы, толщина линзы, угол раскрыва линзы и количество приемных элементов

(облучателей). Последний факт указывает на возможность создания многолучевой линзовой антенны 3-х миллиметрового диапазона волн с таким же количеством приемных элементов, как и у линзовой антенны 8-ми миллиметрового диапазона, но с меньшей шириной ДН.

Множитель, учитывающий влияние параметров линзы на распределение амплитуды поля в ее раскрыве $A(\theta)$ определяется по следующей формуле:

$$A(\theta) = \sqrt{\frac{(n \cos(\theta) - 1)^3}{(n - 1)^2 (n - \cos(\theta))}}, \quad (1)$$

где угол θ меняется в пределах от 0° до θ_0 .

Зависимость множителя $A(\theta)$ от нормированной координаты на раскрыве изображена на рис. 4.

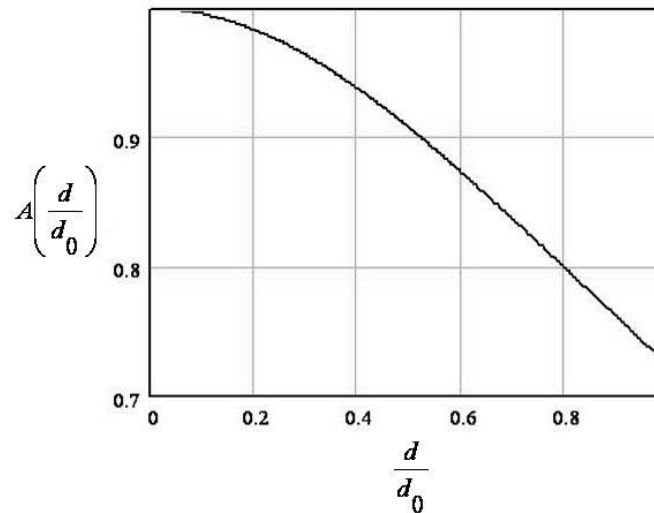


Рис. 4. Зависимость множителя $A(\theta)$ от нормированной координаты на раскрыве

Как видно из рис. 4, плотность потока падающей на линзу электромагнитной волны к краям раскрыва существенно уменьшается по сравнению с центром. Это происходит за счет изменения параметров линзы, таких как толщина линзы и угол раскрыва, при движении от центра линзы к ее краям.

ДН сферической линзовой антенны $F_{\lambda}(\theta)$ определяется как ДН круглой синфазной площадки с известным амплитудным распределением по соотношениям (2).

$$\left. \begin{aligned} F_{\lambda}(\theta) &= \frac{1 + \cos(\theta)}{2} \left(\Delta \Lambda_1(U) + \frac{1 - \Delta}{p + 1} \Lambda_{p+1}(U) \right) \frac{1}{\Delta + \frac{1 - \Delta}{p + 1}} \\ \Delta &= F_{\text{обл}}(\theta_0) A(\theta_0) \\ \Lambda_p(U) &= 2^p p! \frac{J_p(U)}{U^p} \\ U &= \frac{kD}{2} \sin(\theta) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где Δ — уровень поля на краю раскрыва; $F_{\text{обл}}(\theta)$ — ДН облучателя; $\Lambda_p(U)$ — лямбда-функция p -го порядка от аргумента U ; $p=1, 2, 3, \dots$ — степень аппроксимирующей функции; $k=2\pi/\lambda$ — волновое число; θ — угол, отсчитываемый от нормали к излучающему раскрыву линзы, град.

ДН облучателя в виде открытого конца волновода в зависимости от угла раскрыва линзы для плоскостей E и H определяется выражениями (3) и (4) соответственно.

$$F_{\text{волн}} E \theta = \frac{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2} \cos \theta \sin\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta\right)}{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2} \frac{\pi b}{\lambda} \sin \theta}. \quad (3)$$

$$F_{\text{волн}} H \theta = \frac{0,25\pi^2 \left[\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2} + \cos \theta \right] \cos\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta\right)}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2} + 1 \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta\right)^2}. \quad (4)$$

Открытый конец волновода, а также матрица приемных элементов из открытых концов волноводов с указанием основных геометрических размеров изображена на рис. 5.

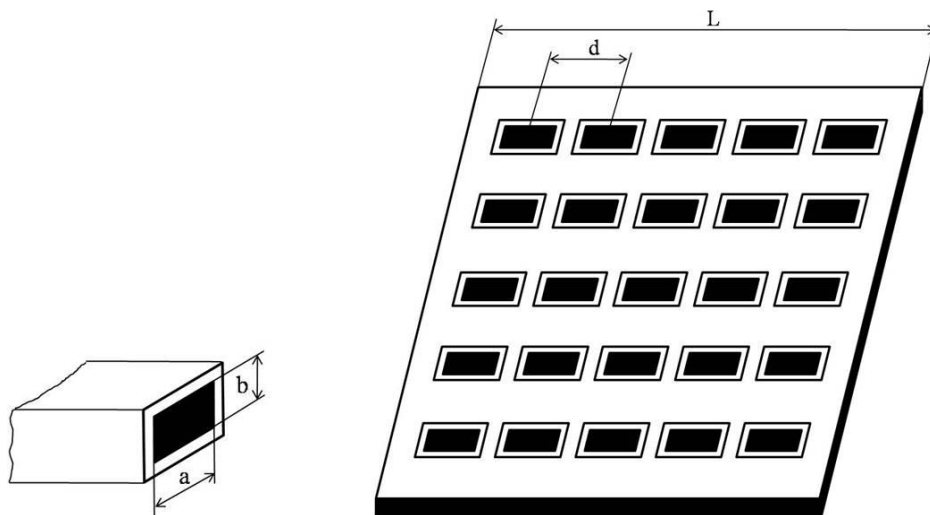


Рис. 5. Открытый конец волновода и матрица приемных элементов из открытых концов волновода

ДН облучателя в виде открытого конца волновода в зависимости от нормированной координаты на раскрытие изображена на рис. 6.

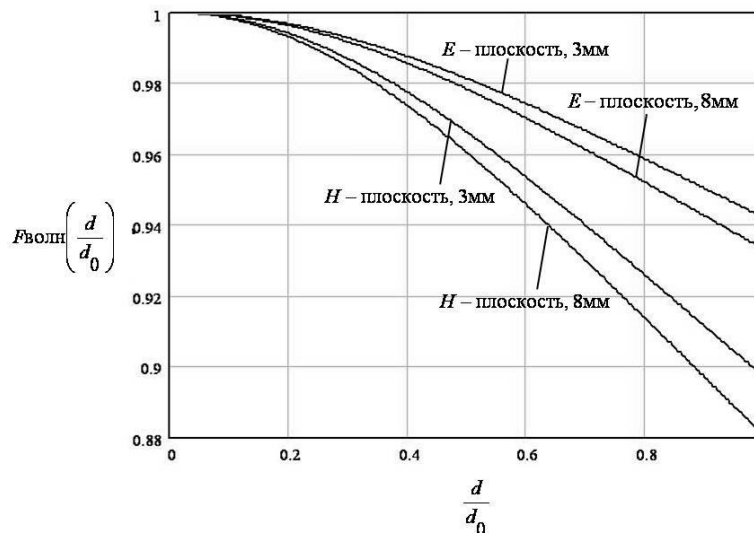


Рис. 6. ДН открытого конца волновода

ДН облучателя в виде логопериодической антенны в зависимости от угла раскрыва линзы для плоскостей E и H определяется выражениями (5) и (6) соответственно [4].

$$F_{\text{лпа}} E \theta = \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \sin(\theta)\right)}{\cos(\theta)} \sin\left(\frac{\pi}{8\sigma}(1-\tau)\text{ctg}(\alpha/2) [1 + \cos(\theta) \cos(\psi/2)]\right). \quad (5)$$

$$\begin{aligned} |F_{\text{лпа}} H \theta|^2 &= \cos^2\left(\frac{\pi}{2} \sin(\psi) \sin(\theta) \text{ctg}(\alpha/2)\right) \times \\ &\times \left\{ \sin\left[\frac{\pi}{8\sigma}(1-\tau)\text{ctg}(\alpha/2) [1 + \cos(\theta + \psi/2)]\right] + \sin\left[\frac{\pi}{8\sigma}(1-\tau)\text{ctg}(\alpha/2) [1 + \cos(\theta - \psi/2)]\right] \right\}^2 + \\ &+ \sin^2\left(\frac{\pi}{2} \sin(\psi) \sin(\theta) \text{ctg}(\alpha/2)\right) \times \\ &\times \left\{ \sin\left[\frac{\pi}{8\sigma}(1-\tau)\text{ctg}(\alpha/2) [1 + \cos(\theta + \psi/2)]\right] - \sin\left[\frac{\pi}{8\sigma}(1-\tau)\text{ctg}(\alpha/2) [1 + \cos(\theta - \psi/2)]\right] \right\}^2. \quad (6) \end{aligned}$$

Логопериодическая антенна (ЛПА), а также матрица приемных элементов из ЛПА с указанием основных геометрических размеров изображена на рис. 7.

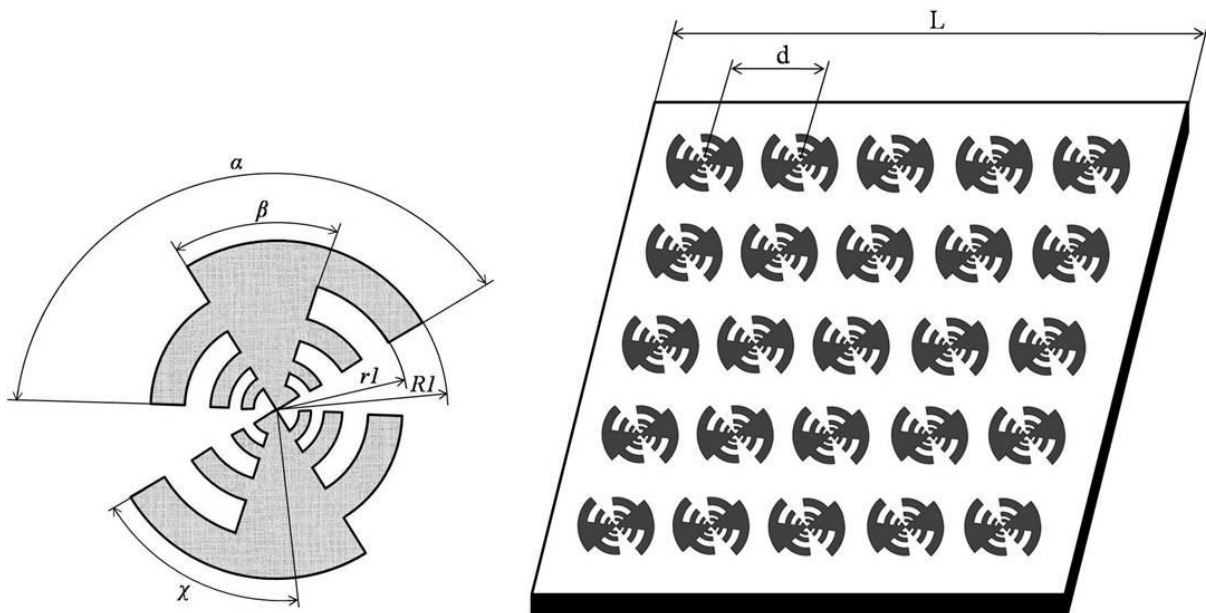


Рис. 7. Логопериодическая антенна и матрица приемных элементов из логопериодических антенн

Исходные и рассчитанные параметры ЛПА приведены в табл. 3.

ДН облучателя в виде ЛПА в зависимости от нормированной координаты на раскрыве изображена на рис. 8.

ДН линзовой антенны (2) при степени аппроксимирующей функции $p=2$ с учетом распределения амплитуды поля в ее раскрыве (1) для рассчитанного количества приемных элементов из открытых концов волноводов или ЛПА представлена на рис. 9.

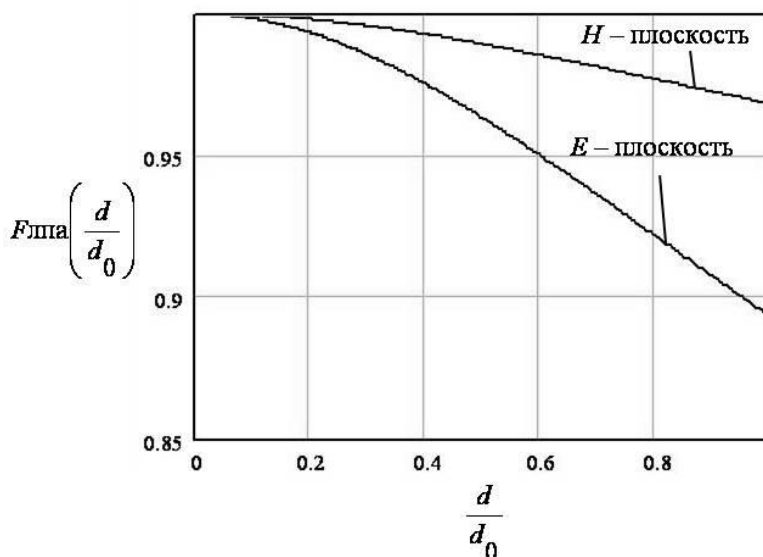


Рис. 8. Диаграмма направленности ЛПА

Таблица 3. Параметры ЛПА

Наименование	Формула	Значение		
		$\lambda_1=8$ мм	$\lambda_2=3$ мм	
Исходные параметры				
Нижняя частота рабочей области частот, f_H , ГГц	–	20	70	
Верхняя частота рабочей области частот, f_B , ГГц	–	50	140	
Угол раскрыва α , град	–	120	120	
Угол сплошной части β , град	–	30	30	
Угол между половинками ЛПА ψ , град	–	18	18	
Период структуры τ	–	0,5	0,5	
Относительное расстояние между зубцами (междурядный коэффициент) σ	–	0,7	0,7	
Рассчитанные параметры				
Количество зубцов ЛПА E_n	$E_n = 1 + \frac{\log(Bs)}{\log(1/\tau)}$, $Bs = B \cdot Bar$, $Bar = 1,1 + 30,8(1 - \tau)\sigma$, $B = f_B/f_H$	6	6	
Длина наиболее сильно возбуждаемого зубца l (м) и расстояние до него R , м	$l = \lambda/4$, $\lambda = 3 \cdot 10^8 / f_H$, $R = l \frac{180}{\chi\pi}$, $\chi = \alpha/2$	$l=3,75 \cdot 10^{-3}$ $R=3,581 \cdot 10^{-3}$	$l=1,071 \cdot 10^{-3}$ $R=1,023 \cdot 10^{-3}$	
Расстояние до 1-го зубца	$R1$	$R1=R/\tau$	$7,162 \cdot 10^{-3}$	$2,046 \cdot 10^{-3}$
	$r1$	$r1=R1 \sigma$	$5,013 \cdot 10^{-3}$	$1,432 \cdot 10^{-3}$
Расстояние до 2-го зубца	$R2$	$R2=R1 \tau$	$3,581 \cdot 10^{-3}$	$1,023 \cdot 10^{-3}$
	$r2$	$r2=R2 \sigma$	$2,507 \cdot 10^{-3}$	$7,162 \cdot 10^{-4}$
Расстояние до 3-го зубца	$R3$	$R3=R2 \tau$	$1,79 \cdot 10^{-3}$	$5,116 \cdot 10^{-4}$
	$r3$	$r3=R3 \sigma$	$1,253 \cdot 10^{-3}$	$3,581 \cdot 10^{-4}$
Расстояние до 4-го зубца	$R4$	$R4=R3 \tau$	$8,952 \cdot 10^{-4}$	$2,558 \cdot 10^{-4}$
	$r4$	$r4=R4 \sigma$	$6,267 \cdot 10^{-4}$	$1,79 \cdot 10^{-4}$
Расстояние до 5-го зубца	$R5$	$R5=R4 \tau$	$4,476 \cdot 10^{-4}$	$1,279 \cdot 10^{-4}$
	$r5$	$r5=R5 \sigma$	$3,133 \cdot 10^{-4}$	$8,952 \cdot 10^{-5}$
Расстояние до 6-го зубца	$R6$	$R6=R5 \tau$	$2,238 \cdot 10^{-4}$	$6,395 \cdot 10^{-5}$
	$r6$	$r6=R6 \sigma$	$1,567 \cdot 10^{-4}$	$4,476 \cdot 10^{-5}$

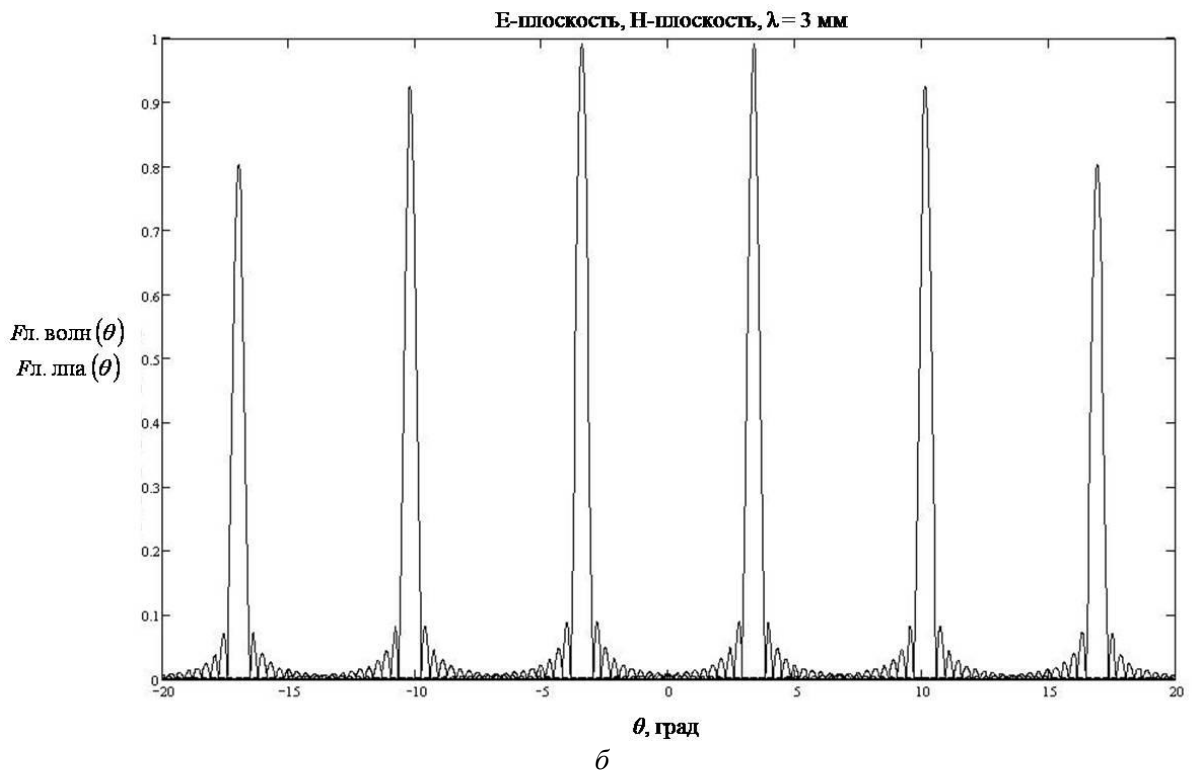
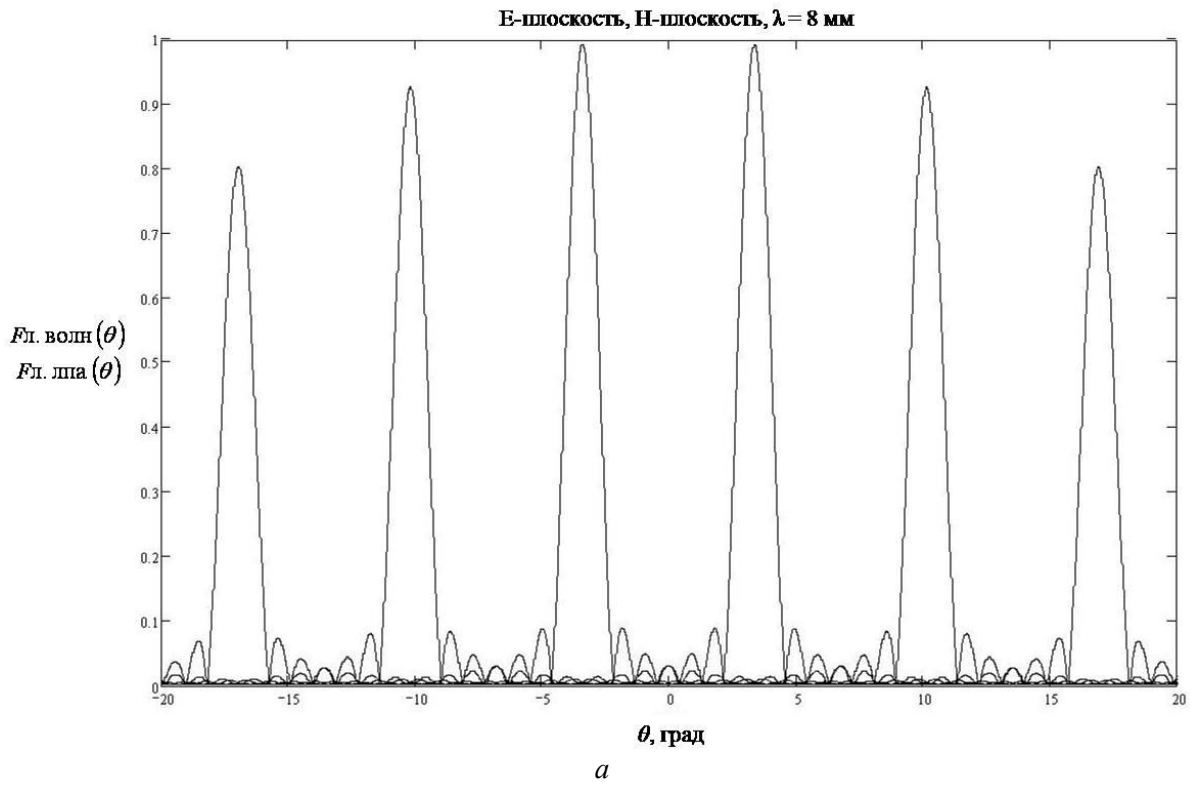


Рис. 9. ДН линзовой антенны с приемными элементами из открытых концов волноводов или ЛПА:
 а) E -, H -плоскость при $\lambda=8$ мм; б) E -, H -плоскость при $\lambda=3$ мм

Как видно из ДН, представленных на рис. 9, плотность потока падающей на линзу электромагнитной волны к краям раскрыва уменьшается по сравнению с центром.

Зависимость ширины ДН линзовой антенны от диаметра линзы для двух длин волн представлена на рис. 10.

Из рис. 10 видно, что для диаметров линзы (550 мм для $\lambda=8$ мм и 207 мм для $\lambda=3$ мм) получается одинаковая ширина ДН линзовой антенны 0,83 град. Это позволяет говорить о возможности создания линзовых антенн для разных диапазонов волн с одинаковыми ДН, но разными габаритными характеристиками.

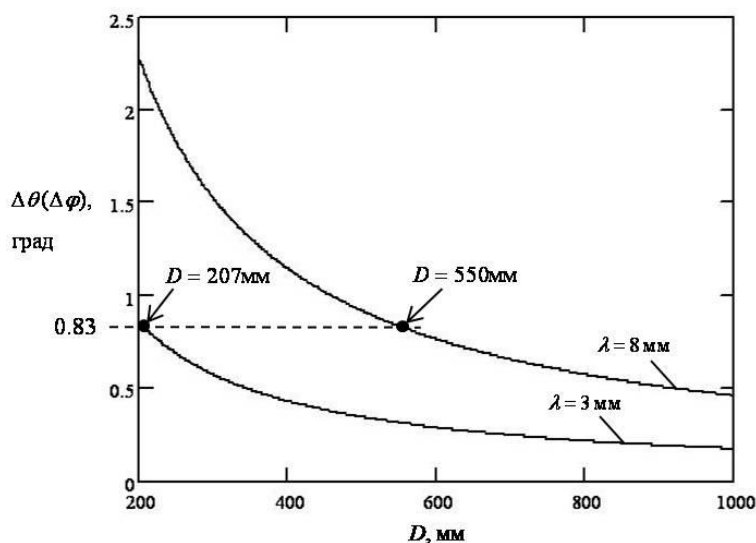


Рис. 10. Зависимость ширины ДН линзовой антенны от диаметра линзы

Исследование линзовой антенны с матрицей приемных элементов, расположенной между фокусом и раскрывом линзы

Рассмотрим линзовую антенну, изображенную на рис. 3. Рассчитаем расстояние f_1 , на котором следует расположить матрицу приемных элементов, количество приемных элементов N в зависимости от расстояния f_1 и ДН линзовой антенны для рассчитанного количества приемных элементов.

Расчет длины решетки L и расстояния f_1 для различного количества приемных элементов приведен в табл. 4.

Таблица 4. Расчет длины решетки L и расстояния f_1

Наименование	Значение					
	$N=4$		$N=8$		$N=16$	
	$\lambda_1=8$ мм	$\lambda_2=3$ мм	$\lambda_1=8$ мм	$\lambda_2=3$ мм	$\lambda_1=8$ мм	$\lambda_2=3$ мм
Расстояние между облучателями, d , мм	4,8	1,8	4,8	1,8	4,8	1,8
Длина решетки $L=Nd$, мм	19,2	7,2	38,4	14,4	76,8	28,8
Расстояние $f_1=L/2 \operatorname{ctg}(\theta_0)$, мм	27,1	10,2	54,3	20,4	108,6	40,7

Зависимость расстояния, на котором располагается матрица приемных элементов, от количества приемных элементов из открытых концов волноводов и ЛПА изображена на рис. 11.

Как видно из рис. 11, расстояние, на котором располагается матрица приемных элементов, для длины волны 8 мм лежит в пределах от 27 мм до 217 мм и в пределах от 10 мм до 81 мм для длины волны 3 мм при количестве приемных элементов от 4 до 32.

На рис. 12 изображена ДН линзовой антенны для 16-ти приемных элементов из открытых концов волноводов или ЛПА при длине волны 3 мм.

Из сравнения рис. 12 с рис. 9 видно, что у линзы с 16-тью приемными элементами уменьшение плотности потока падающей электромагнитной волны к краям раскрыва больше, чем у линзы с 6-тью приемными элементами. Это позволяет сделать следующий вывод: чем больше количество элементов в приемной решетке, тем больше уменьшение плотности потока падающей электромагнитной волны к краям раскрыва.

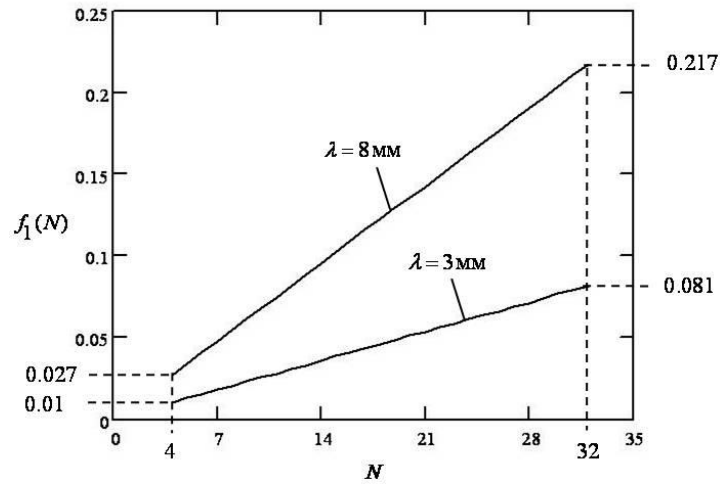


Рис. 11. Зависимость расстояния f_1 от количества приемных элементов N

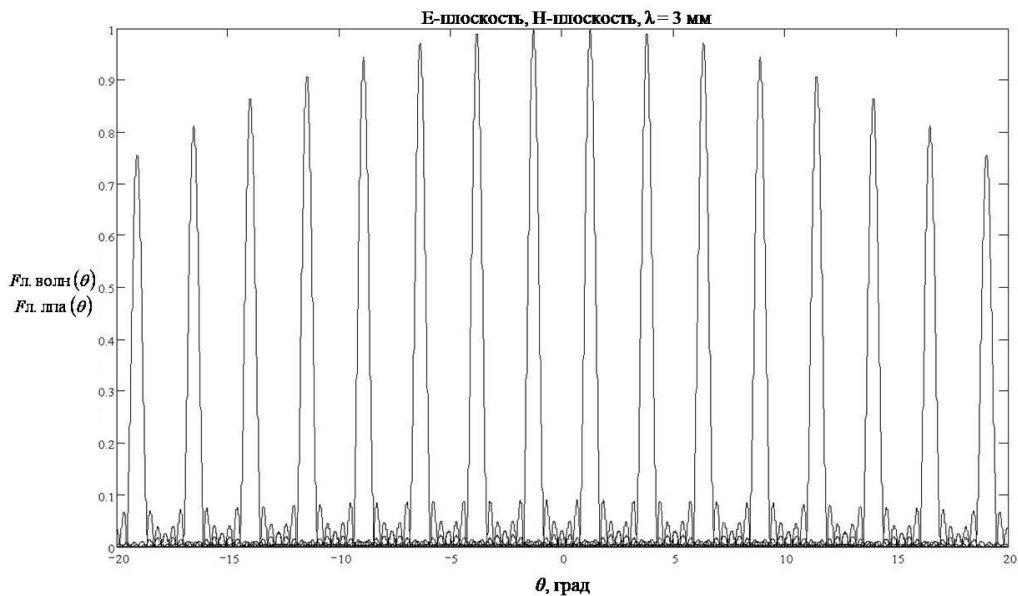


Рис. 12. ДН линзовой антенны для 16-ти приемных элементов

Заключение

Многолучевую ДН в линзовых антеннах можно осуществить двумя путями: размещением матрицы приемных элементов в фокусной плоскости и размещением матрицы приемных элементов между фокусом и раскрытием линзы.

В первом случае накладывается ограничение на количество приемных элементов, располагаемых в фокусной плоскости. Оно зависит от длины решетки приемных элементов, которая определяется максимально допустимым отклонением облучателя из фокуса в перпендикулярном к оси направлении. С уменьшением длины волны при одинаковом диаметре линзы уменьшаются ширина ДН линзовой антенны, максимально допустимое отклонение облучателя из фокуса и длина решетки облучателей. Однако при этом остаются постоянными фокусное расстояние линзы, толщина линзы, угол раскрытия линзы и количество приемных элементов. Последний факт указывает на возможность создания многолучевой линзовой антенны трехмиллиметрового диапазона волн с таким же количеством приемных элементов, как и у линзовой антенны восьмимиллиметрового диапазона, но с меньшей шириной ДН и меньшими габаритными размерами. Так, для восьмимиллиметрового диапазона волн длина решетки составляет 29 мм и количество приемных элементов при этом равно 6. Для трехмиллиметрового диапа-

зона волн длина решетки составляет 11 мм и количество приемных элементов при этом также равно 6.

Во втором случае при размещении матрицы приемных элементов между фокусом и раскрывом линзы необходимо рассчитывать расстояние от фокуса до матрицы приемных элементов. Это расстояние зависит от длины решетки приемных элементов, которая зависит от количества приемных элементов. Так расстояние, на котором располагается матрица приемных элементов, для длины волны 8 мм лежит в пределах от 27 мм до 217 мм и в пределах от 10 мм до 81 мм для длины волны 3 мм при количестве приемных элементов от 4 до 32.

Многоэлементная матрица приемных элементов может быть составлена из открытых концов волноводов или ЛПА. При этом особых отличий в геометрических характеристиках, таких как длина решетки и расстояние от фокуса до линзы, а также в характеристиках излучения не наблюдается. Матрица приемных элементов из ЛПА позволяет обеспечить большую широкополосность, чем матрица приемных элементов из открытых концов волноводов и может быть изготовлена на тонких пленках из оксида алюминия толщиной 100 мкм.

ДН линзовой антенны имеет неоднородный характер: плотность потока падающей на линзу электромагнитной волны к краям раскрыва уменьшается по сравнению с центром. Это происходит за счет изменения параметров линзы, таких как толщина линзы и угол раскрыва, при движении от центра линзы к ее краям. Причем, чем больше количество элементов в приемной решетке, тем больше уменьшение плотности потока падающей электромагнитной волны к краям раскрыва.

Во втором способе осуществления многолучевой ДН за счет большего количества лучей можно получить более высокую разрешающую способность системы радиовидения, чем в первом способе. При этом размеры линзовой антенны, такие как диаметр линзы, толщина линзы и фокусное расстояние линзы остаются одинаковыми.

Разрешающая способность в первом способе ограничена максимально допустимым отклонением облучателя из фокуса. Во втором способе разрешающая способность зависит от расстояния от фокуса до матрицы приемных элементов: чем больше это расстояние, тем больше количество приемных элементов, а значит и выше разрешающая способность. Таким образом, от заданной разрешающей способности, зависящей от области применения системы радиовидения, зависит и способ осуществления многолучевой ДН.

ACCOUNT OF THE MULTIBEAM MICROWAVE LENS FOR SYSTEM OF MICROWAVE IMAGING

V.V. MURAVJEV, A.A. TAMELO, D.V. ZHURAVLEV, N.M. NAUMOVICH

Abstract

Variants of formation of multibeam passive systems of radiovision of a millimetric range are examined. Geometrical characteristics and characteristics of radiation slowing down spherical lens aeriels with located in a focal plane or on distance from a focal plane of a matrix of reception elements are calculated. It is examined two kinds of elements of a reception matrix: the open ends of wave guides and the log-periodic antenna. Diagrams of an orientation of elements of a reception matrix are calculated. The greatest possible quantity of the reception elements had in a focal plane is calculated. The diagram of an orientation lens aeriels depending on quantity of elements of a reception matrix is calculated.

Литература

1. Муравьев В.В., Тамело А.А., Журавлев Д.В. // Докл. БГУИР. 2006. Т. 4, № 3. С. 93–103.
2. Майорова Е.К., Хайкин В.Б. // Бюлл. Спец. Астрофиз. Obs. 2000. № 50. С. 91–103.
3. Муравьев В.В., Тамело А.А., Журавлев Д.В. // Тезисы доклада на 3-й Междунар. науч. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения. Минск, Беларусь. 23–24 мая 2007 г. С. 48–50.
4. Жук М.С., Молочков Ю.Б. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антенн и фидерных устройств. М., 1973. 440 с.