

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ
ПРИ ВЫСОКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ
В ФАЗИРОВАННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТКАХ
С УПРАВЛЯЕМОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ
С УЧЕТОМ ОТРАЖЕНИЙ ОТ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Батищев А.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент **Осипов А.С.**

Сибирский федеральный университет

Применение антенн, в частности, фазированных антенных решеток (ФАР) с управляемой поляризацией поля (УПП) в радиотехнических системах позволяет повысить их основные качественные показатели, например, дальность действия и помехозащищенность. Известно, что земля (в дальнейшем будем называть подстилающая поверхность), над которой расположена антенна, существенно влияет на форму диаграммы направленности (ДН) и поляризационные характеристики, приводя к изрезанности главного лепестка и деполаризации излучаемого поля. Это, в свою очередь, негативно сказывается на показателях радиотехнических систем в целом. На практике, зачастую, отмеченное обстоятельство принимается как данность, ограничивающая показатели радиотехнических систем. Вместе с тем влияние подстилающей поверхности можно учесть в алгоритмах управления фазированной антенной решеткой (ФАР), синтезируя направленные и поляризационные характеристики антенны по выбранному критерию качества, закладывая ту или модель подстилающей поверхности.

В данной статье приводятся численные результаты решения задачи максимизации коэффициента направленного действия (к.н.д.) ФАР с УПП при ограничении на поляризацию излучаемого в направлении главного максимума поля и формировании глубоких «нулей» в диаграмме направленности в заданных направлениях.

В качестве антенной решетки с управляемой поляризацией поля рассмотрим (рис.1) вертикальную линейную антенную решетку, состоящую из N крестообразных (горизонтальных и вертикальных) элементарных вибраторов, в каждом из которых можно изменять амплитуды и фазы питающих токов. Крестообразные излучатели расположены эквидистантно с шагом d . Будем полагать, что решетка располагается на высоте h_1 над плоской идеально проводящей поверхностью.

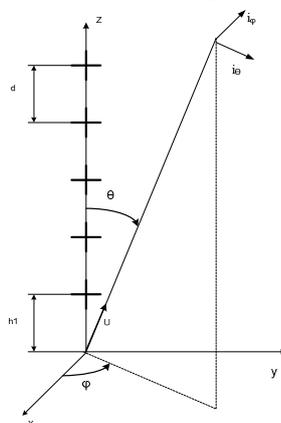


Рис.1

Максимум к.н.д. в направлении $\theta=\theta_0$, $\varphi_0=0$ достигается на векторе амплитудно-фазовых распределений токов в горизонтальных y_n и вертикальных z_n вибраторах, определяемом с применением теории матриц и методов линейной алгебры.

Анализ численных результатов. Положим для рассматриваемой решетки $N = 7$, $d = 0,5\lambda$, $h_1 = 0,25\lambda$, $\theta_0 = 80^\circ$, поляризация – круговая.

Нормированное амплитудное распределение приведено в таблице.

Таблица

n	1	2	3	4	5	6	7
y_n	0.27581	0.74395	1.00000	0.96069	0.65044	0.13855	-0.30368
z_n	0.72450	0.53896	0.12119	-0.20026	-0.66059	-0.64673	-0.86146

Нормировка токов во всех вибраторах приведена к максимальному значению тока (в третьем горизонтальном вибраторе). Знак «+» или «-» соответствует фазе тока 0 или π . Соответствующие данному амплитудно - фазовому распределению токов в горизонтальных и вертикальных вибраторах диаграмма направленности и поляризационная характеристика (зависимость коэффициента эллиптичности γ от угла θ) представлены на рис. 2.

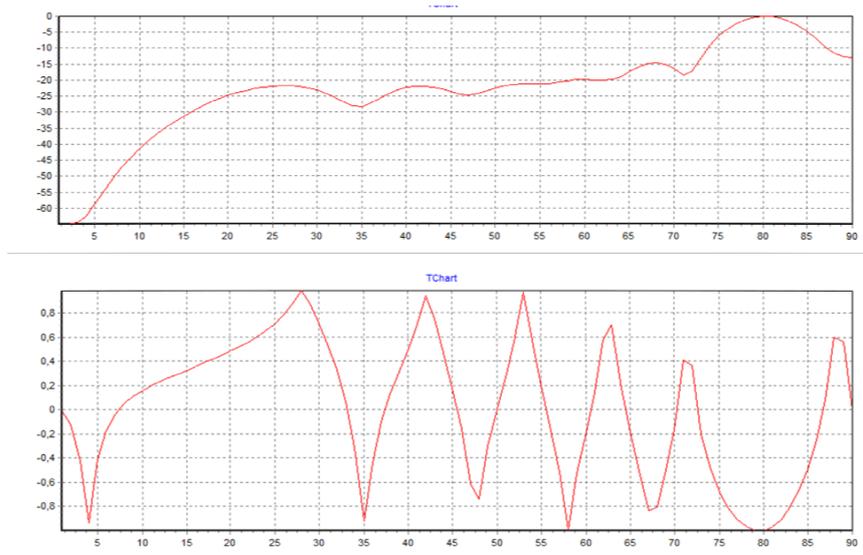


Рис.2

Как показывает анализ, при сканировании в вертикальной плоскости можно получать круговую поляризацию излучаемого поля в направлении главного лепестка при максимальном к.н.д. с использованием отраженных от поверхности земли волн. За счет интерференции прямого и отраженного лучей создается необходимая пространственная ориентация и фазовый сдвиг между ортогональными линейно-поляризованными волнами, дающими в сумме волну круговой поляризации. Для этого необходимо производить изменение пространственного периода распределения отношения амплитуд и разности фаз токов в горизонтально и вертикально ориентированных относительно поверхности Земли излучателях вдоль вертикальной оси. При этом разность фаз токов в этих излучателях менять скачкообразно от 0 до π , а амплитуды токов в горизонтально ориентированных излучателях изменять по отношению к амплитудам токов в вертикально ориентированных излучателях во

столько раз, во сколько максимальный к.н.д. при вертикальной поляризации отличается от максимального к.н.д. при горизонтальной поляризации, т. е. поляризация поля каждого излучателя антенной решетки – линейная.

На рис. 3 приведены оптимальные диаграмма направленности и поляризационная характеристика для решетки $N=10$, $d=0,5\lambda$, $h_1=0,25\lambda$, $\theta_0=70^\circ$; поляризация – эллиптическая с коэффициентом эллиптичности 0,5 без формирования «нулей» (кривые – красный цвет) и с формированием трех «нулей» в направлениях $\theta_1 = 62^\circ$ (направление первого бокового лепестка слева), $\theta_2 = 77^\circ$, $\theta_3 = 78^\circ$ (направление первого бокового лепестка справа) с весовыми коэффициентами $q_1=q_2=q_3=10$ (кривые – зеленый цвет).

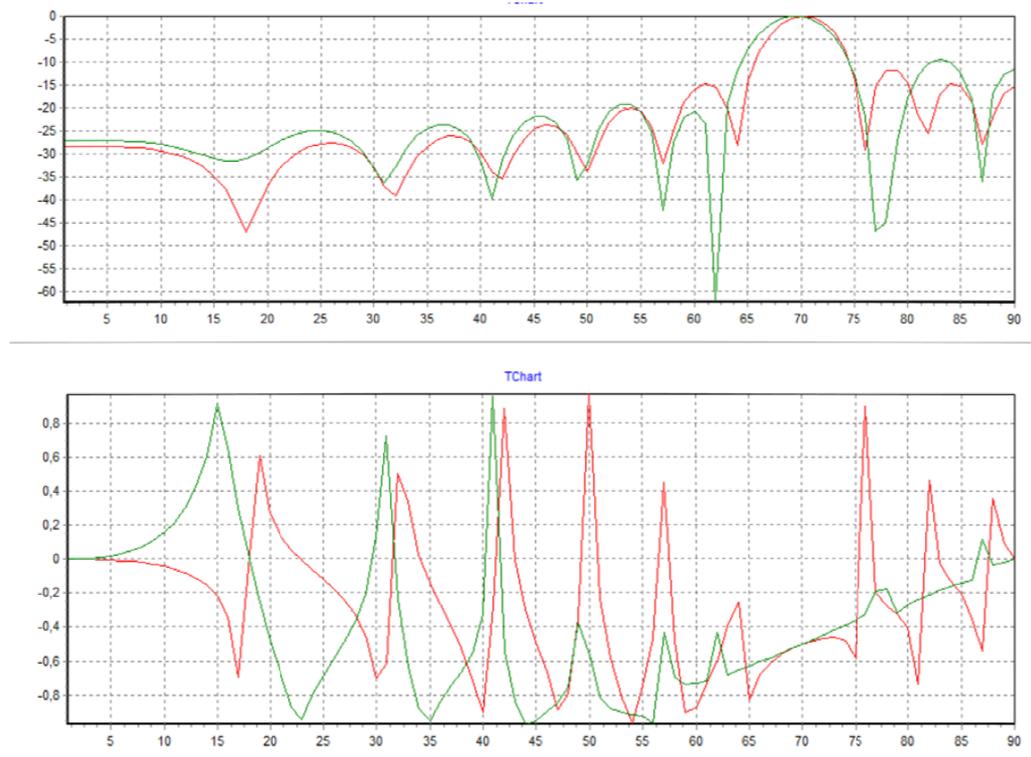


Рис. 3

Как видно из рис. 3, в направлении $\theta_0 = 70^\circ$ коэффициент эллиптичности равен 0,5; в заданных направлениях сформировались «нули»: в направлении $\theta_1 = 62^\circ$ – глубиной – 60 дБ; в направлениях $\theta_2 = 77^\circ$ и $\theta_3 = 78^\circ$ провал шириной на уровне –25 дБ примерно равной 4° (четверти ширины диаграммы направленности по половинной мощности). При этом наблюдается некоторое увеличение (на 2 дБ) уровня бокового лепестка справа и расширение ширины диаграммы направленности (на 1°).

ВЫВОДЫ

Можно получать круговую поляризацию излучаемого поля в направлении главного лепестка при максимальном к.н.д. с использованием отраженных от поверхности земли волн. За счет интерференции прямого и отраженного лучей создается необходимая пространственная ориентация и фазовый сдвиг между ортогональными линейно-поляризованными волнами, дающими в сумме волну круговой поляризации. При этом поляризация поля каждого излучателя антенной решетки – линейная.

В процессе сканирования луча в вертикальной плоскости по результатам синтеза ФАР в направлении главного максимума формируется заданная поляризация при высокой направленности излучения, в заданных направлениях в ДН формируются «нули», т.е., подбирая значения весовых коэффициентов можно изменять форму диаграммы направленности.