

ВЛИЯНИЕ НЕЭКВИДИСТАНТНОСТИ АДАПТИВНЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК НА ФОРМУ ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ

к.т.н. М.Р. Бибарсов, к.т.н. В.В. Красильников, Д.Н. Павлюк, Д.Ю. Мишин
(представил д.т.н., проф. Л.В. Колосов)

Целью статьи является демонстрация необходимости учета неэквилистантности адаптивных антенных решеток (ААР) для расчета вектора весовых коэффициентов и подстройки диаграммы направленности (ДН) ААР.

В настоящее время антенные решетки (АР) нашли широкое применение во многих областях, в том числе и радиосвязи. В условиях усложнения радиоэлектронной обстановки и воздействия преднамеренных помех противника наиболее целесообразно использование АР.

Любую плоскостную АР можно представить в виде суммы линейных эквидистантных ААР. Особенностью нестационарных ААР является обработка информации в реальном масштабе времени. Существующие алгоритмы получения оптимального вектора весовых коэффициентов (ВК) для пространственной фильтрации полезного сигнала от помех с последующим их подавлением предполагает необходимость наличия нескольких тысяч итераций. Известно, что частично адаптивная АР существенно ускоряет процесс настройки ВК. При этом получается квазиоптимальное амплитудно-фазовое распределение в элементах АР, отличное от винеровского решения.

Весовые коэффициенты \tilde{W}_k представляют собой комплексные величины, разделяющиеся на амплитудные и фазовые составляющие. Рассмотрим неэквилистантную ААР (рис.1), состоящую из N элементов. Пусть на ААР воздействует полезный сигнал $S(t)$ и помеховые сигналы $J_p(t)$, $p = \overline{1, N-1}$. Вектор весовых коэффициентов в случае неэквилистантной ААР будет определяться следующим образом (матричный вид):

$$\begin{pmatrix} 1 & e^{j\phi_{c1}} & e^{j(\phi_{c1} + \phi_{c2})} & \dots & e^{j \sum_{i=1}^{N-1} \phi_{ci}} \\ 1 & e^{j\phi_{11}} & e^{j(\phi_{11} + \phi_{21})} & \dots & e^{j \sum_{i=1}^{N-1} \phi_{i1}} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & e^{j\phi_{1N-1}} & e^{j(\phi_{1N-1} + \phi_{2N-1})} & \dots & e^{j \sum_{i=1}^{N-1} \phi_{iN-1}} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \vdots \\ W_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}, \quad (1)$$

где $\phi_{c1} = 2\pi \frac{d_1}{\lambda} \sin \theta_c$, θ_c - угол между нормалью к оси решетки и направлением прихода полезного сигнала; $\phi_{iN-1} = 2\pi \frac{d_i}{\lambda} \sin \theta_{N-1}$, θ_{N-1} - угол между нормалью к оси решетки и направлением прихода $N-1$ помехового сигнала.

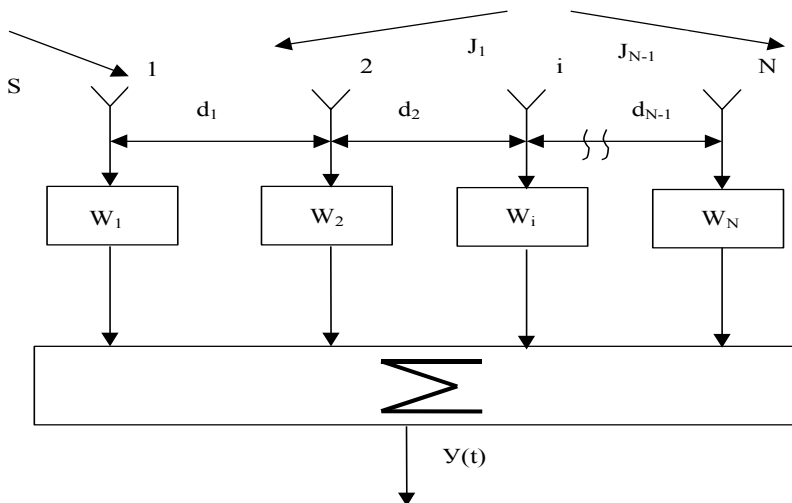


Рис.1. Схема N - элементной неэквидистантной ААР

Рассмотрим пример адаптивной антенной решетки с тремя элементами. Диаграмма направленности в этом случае определяется выражением

$$s(\theta) = | W_1 + W_2 \cdot \exp(j \cdot \phi_1(\theta)) + W_3 \cdot \exp(j \cdot (\phi_1(\theta) + \phi_2(\theta))) |.$$

Пусть полезный сигнал приходит под углом 90° относительно нормали к оси решетки, помеховые сигналы приходят под углами 30 и 60 градусов соответственно. Произведя расчет вектора весовых коэффициентов и построив

диаграмму направленности ААР с учетом неэквилистантности и без учета, можно наблюдать следующую картину: если предполагается, что ААР экви-дистантна (но на практике идеально эквидистантную ААР получить невоз-можно), то видно, что помехи, приходящие под углами 30 и 60 градусов по-падут в тракт приема радиотехнической системы вместе с полезным сигна-лом, что скажется на работе системы в целом.

Напротив, с учетом неэквилистантности АР результат совершенно иной: помехи попадают в нули ДН, формируемые ААР. ДН приведены на рис. 2 и 3.

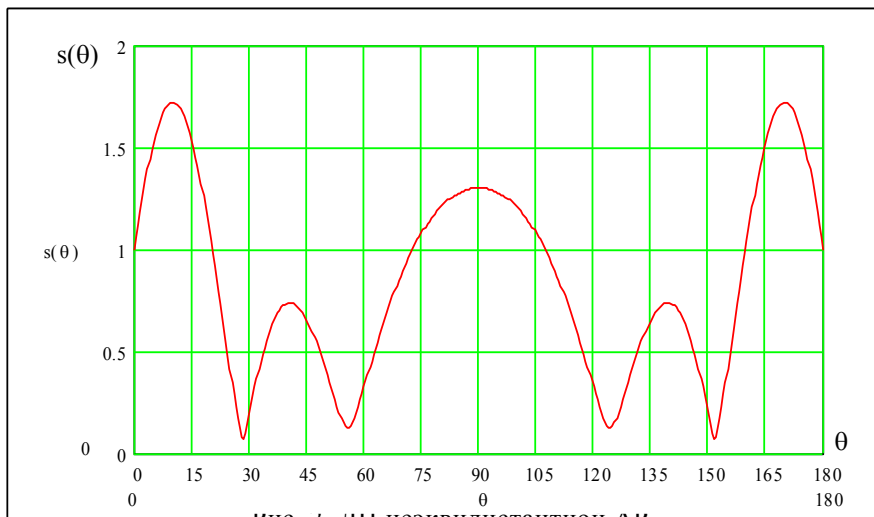


Рис. 2. ДН неэквилистантной АР

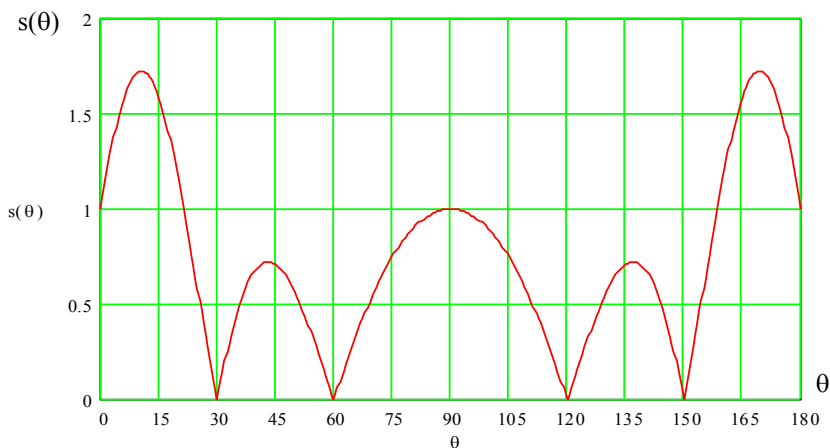


Рис. 3. ДН неэквилистантной АР (предполагается, что ААР эквидистантна)

ЛИТЕРАТУРА

1. Колосов Л.В., Куликов В.В. Алгоритм определения вектора весовых коэффициентов ААР // Синтез алгоритмов сложных систем. – Таганрог. – 1992. – Вып.2. – С. 123 - 129.
 2. Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решетки. Введение в теорию. – М.: Радио и связь, 1986. – 368 с.
-