

# Принципы построения антенных систем с цифровым формированием ДН КВ диапазона

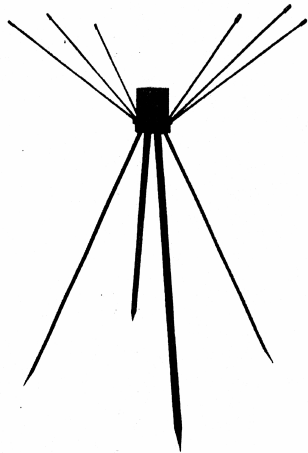
Антенной решеткой обычно называют антенну, состоящую из идентичных излучателей (антенн), регулярно и одинаково расположенных в пространстве.

Наибольшее распространение получили:

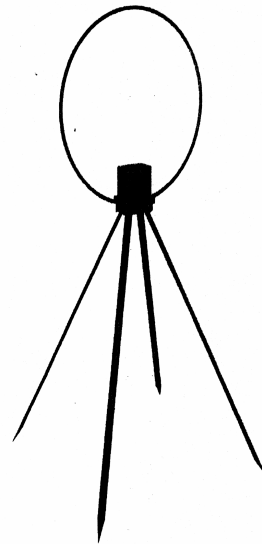
- линейные решетки;
- плоские решетки;
- круговые решетки.

В КВ диапазоне элементами решетки чаще всего являются:

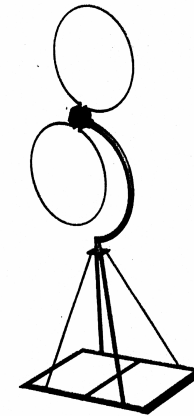
- Активная вибраторная антенна АВА
- Активная рамочная антенна АРА
- Активная двухрамочная антенна АРА-2



Активная вибраторная антенна АВА



Активная рамочная антенна АРА



Активная двухрамочная антенна АРА-2

ДН плоской решетки с расположением одинаково возбужденных излучателей в узлах прямоугольной координатной сетки выражается формулой:

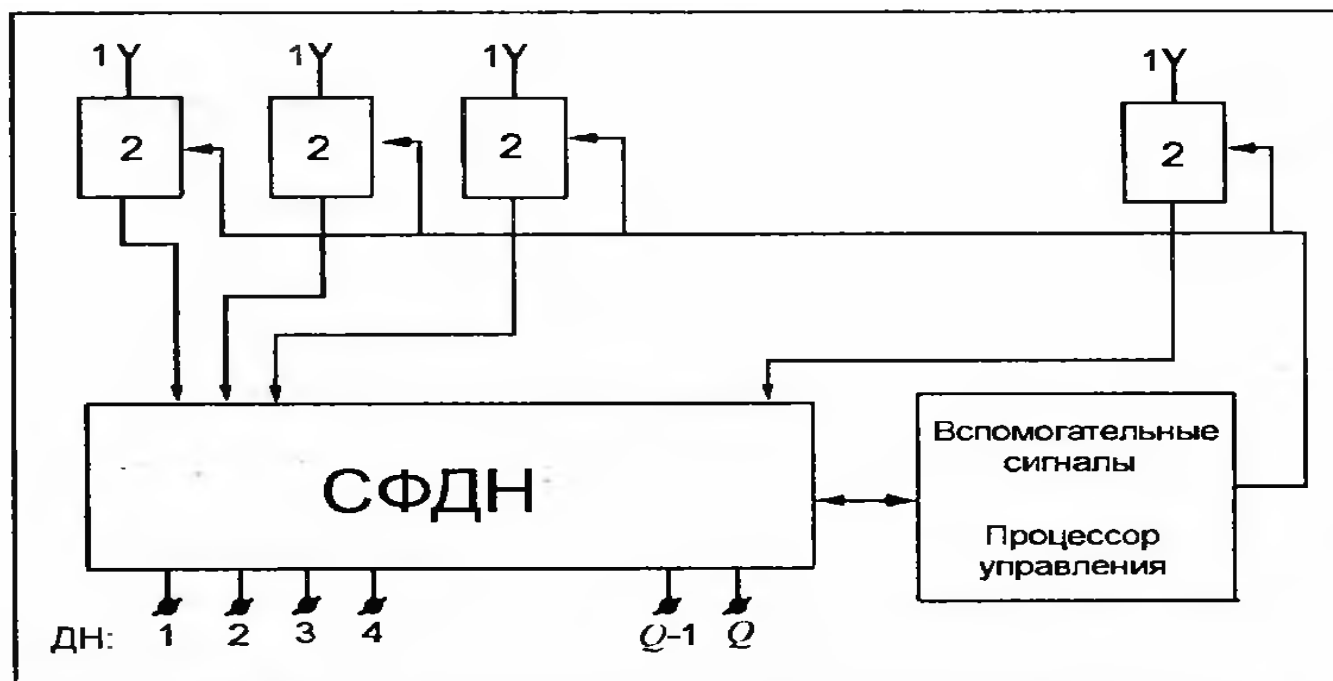
$$F(\theta, \phi) = Fr(\theta, \phi) \frac{\sin \left[ \frac{1}{2} k d_x N_x (\cos \theta \sin \phi - \cos \theta_0 \sin \phi_0) \right]}{N_x \sin \left[ \frac{1}{2} k d_x (\cos \theta \sin \phi - \cos \theta_0 \sin \phi_0) \right]} \times \frac{\sin \left[ \frac{1}{2} k d_y N_y (\sin \phi - \sin \phi_0) \right]}{N_y \sin \left[ \frac{1}{2} k d_y (\sin \phi - \sin \phi_0) \right]},$$

где  $\theta$  и  $\phi$  — углы сферической системы координат;  
 $N_x, d_x$  и  $N_y, d_y$  — число и шаг излучателей по строке и столбцу, соответственно;  
 $\theta_0$  и  $\phi_0$  — направление главного максимума ДН;  
 $k$  — волновое число.

Большинство находящихся в эксплуатации КВ антенных комплексов (АК) характеризуется:

- постоянством положения диаграммы направленности (веера диаграмм направленностей) в азимутальном направлении (азимутальной плоскости);
- наличием нескольких ДН в угломестной плоскости, каждая из которых формируется на выходе отдельного диаграммообразующего устройства (ДОУ), подключаемого ко входам РПУ не оперативно. При этом всем АК – фазируемым антенным решеткам (ФАР) присущи недостатки:
- низкая помехоустойчивость антенных трактов, обусловленная наличием в составе антенных элементов (АЭ) широкополосных малошумящих антенных усилителей;
- зависимость значения ширины диаграммы направленности от частоты;
- появление значительного количества дифракционных лепестков в ДН с увеличением частоты принимаемого сигнала при выбранной конфигурации АК.

В связи с широким внедрением ЦОС и достижениями техники ЦОС (быстродействующие АЦП и ЦАП, квадратурные преобразователи, цифровые фильтры и т. д.) появляется принципиальная возможность использования цифровых (нелинейных) элементов в составе антенных систем (АС) для обеспечения обработки выходных сигналов различных радионаправлений непосредственно на выходе единичного антенного элемента (АЭ) АС.



Обобщенная схема приемной решетки с цифровым формированием ДН

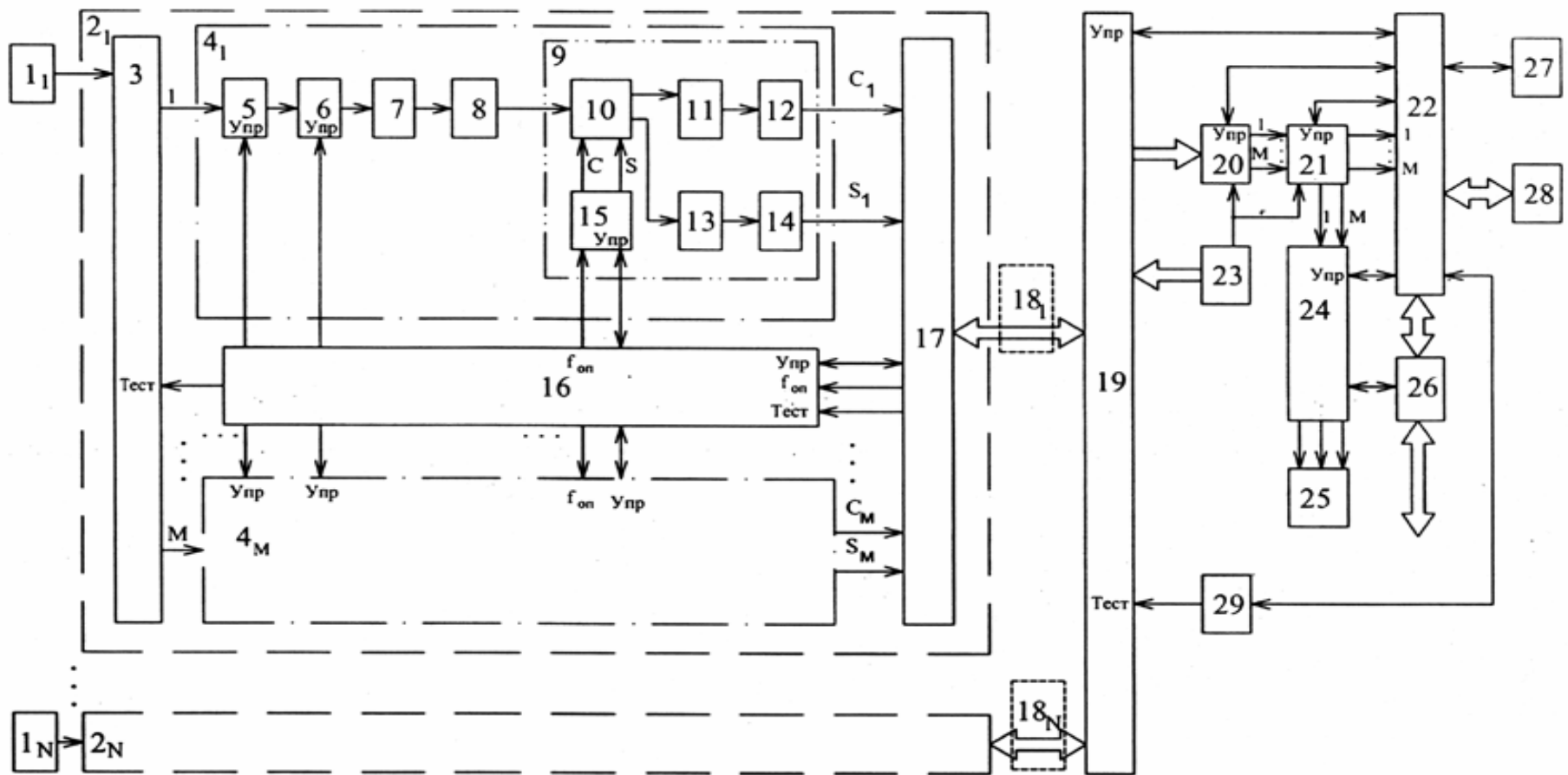
Формирование ДН из числовой последовательности возможно принципиально провести тремя способами:

- прямое сложение значений сигналов, принятых излучателями решетки и откантованных в различные моменты времени;

- сложение вычисленных значений сигналов в моменты времени, обеспечивающие квазинепрерывное перемещение ДН в пространстве;

- введение в числовые значения излучателей фазовых сдвигов с последующим сложением получаемых значений.

# функциональная схема технических средств многоканального приема с цифровым управлением положения «веера» т.е. M диаграмм направленностей





Спасибо за внимание