

объектом. Системы А. с. представляют собой антенны с обработкой сигналов и применяются в радиолокации и радиоастрономии. В радиолокации распространены системы с «искусств. апертурой», для создания к-рых используется перемещение антенны, а сигнал обрабатывается в процессе этого движения методом когерентного накопления. В радиоастрономии исследуется в осн. некогерентное излучение.

Особенности А. с. рассматриваются ниже на примере радиоастр. систем в связи с задачами исследования углового распределения радиояркости источников с тонкой структурой от угловых минут до долей секунд. Для этих исследований необходимы антенны с отношением $D/\lambda \sim 10^3 \div 10^6$ (λ — длина волны, D — линейный размер апертуры), поэтому, напр., в диапазоне сантиметровых волн требуется D порядка сотен метров и более. Традиц. антенны с апертурой такого диаметра реализовать практически невозможно. Поэтому применяют антенные системы с т. н. пезаполненной апертурой, достигая высокого углового разрешения путём обработки измерений в отд. точках или участках, расположенных внутри синтезируемой апертуры. Эти измерения могут быть последовательными во времени или одновременными (последовательный или параллельный синтез) либо сочетать оба вида синтеза.

Последовательный синтез можно пояснить, основываясь на аналогии с антенной решёткой. Если на синфазную антенную решётку падает плоская волна, то сигнал в приёмнике определяется суперпозицией токов, наводимых в каждом элементе решётки. При нормальном падении все токи складываются синфазно. Если волна падает под углом к нормали, фаза токов вдоль решётки изменяется линейно, что и обуславливает направленность приёма. Путём соотв. управления фазами токов в отд. элементах осуществляют сканирование луча антенны. Все эти эффекты можно получить с помощью системы, состоящей в простейшем случае только из двух антенн: неподвижной и подвижной, последовательно занимающей места расположения элементов эквивалентной решётки. Измерив комплексные коэф. корреляции токов, наводимых в обеих антеннах, и проведя соотв. обработку (обычно линейное преобразование, чаще всего в виде построения усечённого ряда Фурье с весовыми коэф.), можно в итоге получить то же угловое разрешение, что и при использовании многоэлементной решётки. Этот метод предложил в 1959 М. Райл (M. Ryle) для получения радиоизображения астр. источников. На спектральном языке ему можно придать следующую интерпретацию. Радиоизображение, т. е. угловое распределение радиояркости, представляется в виде фурье-разложения по пространственным частотам с безразмерным (в масштабе λ) периодом. Амплитуда и фаза каждой гармоники измеряются двухэлементным радиоинтерферометром с переменной базой. Текущая длина базы d определяет частоту гармоники d/λ , к-рую выделяет радиоинтерферометр. Последоват. серия измерений с базами разной длины и ориентации позволяет определить необходимый набор гармоник и восстановить распределение радиояркости источника с разрешением λ/d_{\max} , где d_{\max} — макс. величина базы.

Т. о., элементарной ячейкой системы последоват. А. с. является двухэлементный радиоинтерферометр, к-рый можно рассматривать как фильтр пространственных частот с узкой полосой пропускания на частоте d/λ . В системах А. с. двухэлементный радиоинтерферометр играет ту же роль, что и резонансный контур в радиотехн. устройствах. Полоса этого контура определяется формой пространственно-частотной характеристики антенн, входящих в состав радиоинтерферометра, поскольку любую антенну со сплошной апертурой можно рассматривать как фильтр низких пространственных частот с граничной частотой D/λ , выше к-рой спектр «обрезается» (т. е. наименьший регистрируемый пространственный период равен λ/D , что соответствует Рэлея

критерию разрешения; см. Антенна). Для изменения длины базы (в проекции на небесную сферу) часто используют вращение Земли (метод с у и е р с и н т е з а). Синтезируемая при этом апертура в общем случае заполняется эллиптич. дугами. Недостатками систем последоват. А. с. являются большое время наблюдения и невозможность изучения источников, параметры к-рых изменяются за время перемещения антенн.

Параллельный синтез осуществляется с помощью радиоинтерферометров со стационарными антеннами, позволяющих получать информацию обо всех спектральных составляющих одновременно и исследовать не только стационарные, но и переменные во времени процессы. Обычно в многоэлементных системах диаграмма направленности содержит лесточки, характерные для

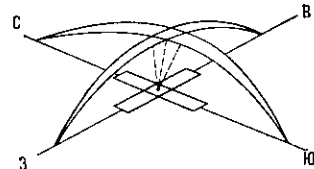


Рис. 1.

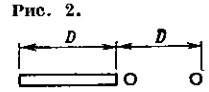


Рис. 2.

любой дифракц. решётки, но частично подавляемые за счёт диаграмм отд. элементов, их расположения и методов обработки. С помощью подобных систем можно исследовать лишь источники с угловыми размерами, меньшими углового расстояния между соседними лесточками. Многолесточковость исключается с помощью спец. методов приёма и обработки, реализуемых, в частности, в кресте Миллса (или Т- и Г-образных системах) и компаунд-интерферометрах. Крест Миллса (рис. 1) состоит из двух одномерных антенн (напр., параболич. цилиндров или решёток излучателей), расположенных в виде креста, а компаунд-интерферометры — из существенно разных по геом. размерам и форме антенн [напр., одномерной антенны и двухэлементного (рис. 2) или многоэлементного интерферометра]. Сигналы от антенн перемножаются и усредняются, выделенным в приёмнике оказывается лишь сигнал, попадающий в пересечение диаграмм отд. антенн. В результате диаграмма направленности содержит один гл. лепесток, ширина к-рого определяется протяжённостью системы. Так, ширина лепестка креста Миллса такая же, как у диаграмм направленности одномерных антенн, составляющих крест, а у N -элементного компаунд-интерферометра — как у линейной решётки длиной $2ND$; в компаунд-интерферометрах часто вместо одномерной антенны используют набор небольших антенн, на рис. 3 изображено одно плечо компаунд-интерферометра во Флёрсе (Австралия).

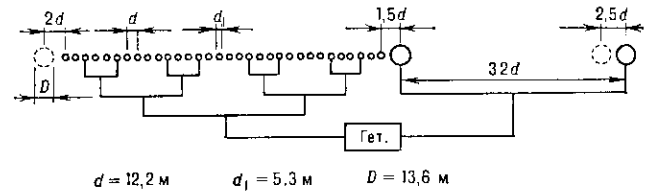


Рис. 3.

Системы А. с. различаются по своим пространственно-частотным характеристикам. На рис. 4—9 приведены области регистрируемых системами А. с. пространственных частот на плоскости u, v : для креста Миллса, Т- и Г-образных систем (рис. 4, заштрихованная часть), кольца (рис. 5), разл. типов радиоинтерферометров — многоэлементного (рис. 6), креста и полукреста Христиансена (рис. 7), трёхэлементного и многоэлементного компаунд-интерферометров (рис. 8) и, наконец, систем последоват. А. с. с подвижными элементами (синтез Т-образной системы, радиоинтерферометра и круговой апертуры, рис. 9). Пунктиром обозначена область