

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНТЕННЫХ РЕШЁТОК МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Гостинщиков А. В.

Печень Т. М. – ассистент каф. СТК

Применение в современных инфокоммуникационных технологиях фазированных антенных решёток (ФАР) с цифровым диаграммообразованием (ЦДО) позволяет повысить помехоустойчивость аппаратуры и увеличить пропускную способность системы связи в миллиметровом диапазоне длин волн.

В задачах связи это позволяет динамически оптимизировать обслуживаемую зону покрытия, оперативно перенацеливая цифровые приемопередающие лучи в зависимости от территориального распределения абонентов. Созвездие лучей, синтезируемое, например, по алгоритмам быстрого преобразования Фурье является, по сути, совокупностью пространственно-частотных фильтров, каждый из которых селектирует строго определенный набор сигналов и подавляет остальные, воспринимаемые как помеховые.

В решетке с цифровым формированием лучей диаграммы направленности (ДН) принятые сигналы преобразовываются в приемном устройстве в цифровую форму на уровне элементарной антенны, а затем обрабатывается в специальном процессоре для формирования требуемой диаграммы направленности антенны. Такой подход сохраняет полную информацию, имеющуюся в апертуре (т.е. N индивидуальных сигналов $\{x_1, x_2 \dots x_n\}$) в противоположность аналоговому способу формирования ДН, который приводит лишь к взвешенной сумме этих сигналов и поэтому уменьшается размерность сигналов от N до 1 [1].

Современные методы обработки в раскрытых ФАР рассчитаны в основном (и даже почти исключительно) на цифровую реализацию, при этом имеется в виду обработка сигналов, и в первую очередь – радиолокационные приложения, хотя область их применений гораздо шире.

Применение цифрового диаграммообразования обладает важными преимуществами по сравнению с традиционными аналоговыми решетками, а именно: стабильность параметров; изменение параметров за счет изменения программного обеспечения без замены аппаратной части; многоканальность с идентичными характеристиками каналов; возможность корректировки амплитудного распределения с более высокой точностью при амплитудном диаграммообразовании фазового распределения, чем при амплитудном диаграммообразовании; обеспечение более высокого динамического диапазона за счет цифрового суммирования сигналов от составных частей антенны (по сравнению с аналого-цифровым преобразованием) на выходе устройства аналогового диаграммообразования; процесс калибровки ФАР с ЦДО существенно проще, чем аналоговых ФАР и может быть выполнен с большей точностью (это весомый аргумент в пользу перехода к цифровой обработке для больших решеток); выигрыш по объемам аппаратуры при одновременном формировании большого числа лучей на прием [2].

Среди проектов ЦДО в системах мобильной сотовой связи прежде всего отметим TSUNAMI (Technology in Smart Antennas for Universal Advanced Mobile Infrastructure) и RDRN (Rapidly Deployable Radio Network). компания ERA Technology инициировала новый, более продвинутый проект «Солнечный луч» – SUNBEAM (Smart UNiversal BEAMforming).

Стремление выжить в конкурентной борьбе вынуждает отдельных участников SUNBEAM проводить собственные проекты по освоению технологии ЦДО. Так, Antenna Processing Laboratory – подразделение французской компании Thomson CSF Communications – в кооперации с другими европейскими фирмами разрабатывает адаптивную цифровую антенную решетку для мобильной связи в рамках двухлетнего проекта ADAMO (Adaptive Antenna for MObils). В качестве антенной решетки для базовой станции в системе ADAMO создается шестипанельная ЦАР с четырьмя вертикально расположенными элементами в каждой панели. Ширина луча в азимутальной плоскости – 70° по уровню 3 дБ, коэффициент усиления четырехэлементной панели 30 дБ, уровень первых боковых лепестков не превышает 12 дБ. Уступая по масштабности проекту SUNBEAM, ADAMO ориентирован на более продвинутые стандарты связи HIPERLAN (High Performance Radio Local Area Network) с полосой пропускания 23,5 Мбит/с на канал и центральными несущими 5,2 ГГц (Hiperlan/1) или 17,2 ГГц (Hiperlan/2), которым отводится роль будущего европейского стандарта для высокопроизводительных локальных радиосетей. По сравнению с SUNBEAM, ADAMO создает задел на более отдаленную перспективу, поэтому их нельзя противопоставлять друг другу.

Таким образом, в рассмотренных системах с цифровыми антенными решетками различными способами обеспечивается управление фазой и амплитудой в антенных апертурах, а также необходимо отметить, что методы сверхразрешения чрезвычайно актуальны в системах телекоммуникациях.

Список использованных источников:

1. Григорьев, Л. Н. Цифровое формирование диаграммы направленности в фазированных антенных решетках / Л. Н. Григорьев. – М: Радиотехника, 2010.
2. Пархоменко, Н. Г. Быстрый поляризационно-независимый синтез пеленгационного рельефа для многоэлементных антенных решеток // Антенны. № 10. – 2010. С. 44 – 50.