

КОММУТИРУЕМЫЕ АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ X-ДИАПАЗОНА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА БОРТУ КА

Шаханов А. Е., Рученков В. А., Круть А. В.

ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина», г. Химки, Московская область, Россия

Коммутируемые антенные системы (АС) состоят из унифицированных излучателей различным образом ориентированных в пространстве для возможности обеспечения связи в заданном секторе углов. Перемещение луча диаграммы направленности (ДН) таких антенн осуществляется переключением излучателей, без применения фазирования в каналах. Данные системы в сравнении с системами на основе ФАР (так же осуществляющих перемещение луча электрическим способом) имеют более низкие массогабаритные характеристики, меньшую сложность и стоимость. Кроме этого позволяют осуществлять сканирование в большем секторе углов, в отличии от плоских ФАР угол сканирования которых, как правило не превышает $\pm 60^\circ$. Следует отметить что коммутируемые антенны при сеансе связи используют только один излучатель, наилучшим образом ориентированный на наземную станцию (НС), в следствии этого данные антенны уступают по коэффициенту усиления (КУ) АС на основе ФАР, в формировании ДН которых участвуют все излучатели решётки или группа излучателей. Построение коммутируемых АС из унифицированных излучателей позволяет сократить срок создания данных систем.

Коммутируемые антенные системы применяются в авиационных системах связи, работы по созданию таких систем для применения на борту КА в данный момент ведутся в ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина». Потребность появления таких систем вызвана необходимостью повышения качества целевой информации (ЦИ) поступающей с борта КА. КА дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и астрофизические обсерватории при сеансах наблюдения могут изменять ориентацию в широких угловых диапазонах ($\pm 60^\circ$ и более), поэтому для организации связи, бортовые антенны устанавливаются на приводах обеспечивающих перенацеливание антенны в широком секторе углов. При работе таких приводов возникают вибрации, и возмущающие моменты, оказывающие негативное влияние на качество ЦИ, кроме этого применение приводов вызывает необходимость наличия на борту КА дополнительных средств обеспечения теплового режима. В силу этого работы по созданию коммутируемых антенн имеют высокую актуальность.

Так как коммутируемые антенны обеспечивают перекрытие заданного сектора диаграммами нескольких излучателей, и имеют высокий КУ в сравнении с одиночной антенной перекрывающей данный диапазон, это даёт возможность использовать коаксиальный, а не волноводный тракт. Использование коаксиального тракта сокращает массу КА, требует меньших трудозатрат по прокладке данных кабелей по элементам конструкции КА.

В процессе подготовки конкурсной работы были разработаны два варианта коммутируемых антенн, состоящие из 7 и 16 излучателей. Обе антенны могут осуществлять перемещения луча ДН в полусфере углов. Излучатели АС состоящей из 7 излучателей, имеют ширину ДН около 70° и КУ равный 6 дБ. Антенна имеет форму шестигранной усеченной пирамиды, на гранях которой располагаются излучатели. Данная система может быть использована для передачи целевой информации с низкоорбитальных КА и передачи служебной информации с КА находящихся на высокоэнергетических орбитах. Для передачи больших объёмов ЦИ с КА находящихся на высоких орбитах больше подходит АС из 16-ти излучателей, каждый излучатель которой формирует ДН шириной 50° и имеет КУ не менее 10 дБ. Излучатели АС выполнены в микрополосковом исполнении, что предполагает применение большого числа диэлектрических материалов, которые, как правило имеют низкую радиационную стойкость. Учитывая это, должны быть предусмотрены радиопрозрачные средства защиты излучателей от ионизирующего воздействия космического пространства. Или необходимо использовать в конструкции

излучателей диэлектрические материалы с высокой радиационной стойкостью (например, в конструкции излучающего элемента АС состоящей из 7 излучателей используется радиационно-стойкий диэлектрик ФАФ-4Д). Радиационная обстановка зависит от параметров орбиты КА и требуемого срока его активного существования (САС), поэтому выбору материалов пригодных для создания излучателей должен предшествовать анализ параметров орбиты КА и САС. Микрополосковые излучатели для излучения в X-диапазоне частот имеют малые размеры и легко компонуются друг с другом для образования антенной системы.

Важной составной частью данных АС является антенный переключатель (коммутационная система (КС)) надёжность которого определяет надёжность рассматриваемых систем. Переключатели могут быть выполнены в микрополосковом исполнении на основе диодов и ферритов или на основе электромагнитных реле. Оба варианта имеют свои преимущества и недостатки, в первом случае переключатели имеют малые размеры, однако рассчитаны на коммутацию сигналов низких мощностей. Во втором случае переключатели имеют значительную массу (468 гр. для семи позиционного переключателя) и габаритные характеристики, однако могут работать с сигналами высокой мощности до 100 Вт и более. Так же следует отметить, что многопозиционные СВЧ переключатели на основе электромагнитных реле серийно производятся несколькими фирмами (DowKey, Narda Microwave и т. д.) их использование позволяет сократить сроки создания АС, но требует некоторой адаптации переключателя для его применения на борту КА. Переключатели управляются релейными командами.

Результаты, полученные в данной работе, в настоящее время используются в ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина» для создания и изготовления лабораторного образца коммутируемой АС из 7 излучателей.