

УДК 621.396.967.15

В.Д. Карлов¹, Е.В. Лукашук²¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба²Открытое акционерное общество «Акционерное общество научно-исследовательский институт радиотехнических измерений», Харьков

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНТЕННЫХ СИСТЕМ В НАЗЕМНЫХ СТАНЦИЯХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

В статье рассмотрены возможности практического применения в наземных станциях спутниковой связи (НССС) антенных систем с механическим и электронным сканированием. Известные научно-технические решения позволяют построить необходимые приемные антенные системы, однако они сложны, громоздки, требуют выполнения большего объема работ по обслуживанию аппаратуры. При решении задач, связанных с повышением эффективности и снижением энергетических, эксплуатационных и стоимостных характеристик, возможно применение в НССС сферической активной решетки.

спутниковая связь, антенная система, сферическая активная решетка, наземная станция

Введение

Постановка проблемы: в настоящее время широкое распространение получили станции спутниковой связи [1, 2], что было обусловлено увеличением количества искусственных спутников Земли, с каждым из которых необходимо поддерживать радиосвязь с целью корректировки параметров орбиты и приема телеметрической информации [3]. Это привело к необходимости создания в государстве систем наземных станций спутниковой связи (НССС) [4]. Применение таких станций сопряжено с рядом особенностей. К ним можно отнести, например, то, что при приеме большого потока информации сигнала излучаемого с борта космического аппарата наиболее эффективными, как показывают ряд экспериментальных работ [5, 6], являются антенные системы (АС) с узкой диаграммой направленности (ДН). Однако при этом для обеспечения высоких поисковых возможностей необходимо обеспечить быстрое сканирование ДН и оперативное управление её положением по углам. На практике в НССС используют как АС с механическим, так и электронным сканированием. При этом как показывает анализ тенденции развития НССС за последние десятилетия [7], что в них нашли применение как АС зеркального типа, так и плоские, осесимметричные и активные антенные решетки (ААР).

Цель статьи. Проанализировать возможность практического применения в НССС антенных систем с электрическим и механическим сканированием.

Основная часть

АС зеркального типа подробно описаны в работах [8, 9]. Остановимся на достоинствах антенных систем зеркального типа. Сами конструкции зеркальных антенн (ЗА) и методы расчета самих антенн

хорошо известны [10, 11]. В [11] показано, что уровень боковых лепестков таких антенных систем составляет порядка минус 15 дБ. К недостаткам и достоинствам таких АС следует отнести следующее. С одной стороны возрастание требований к эффективности АС приводит к увеличению массогабаритных характеристик АС зеркального типа [8, 12]. Возрастание требования к увеличению скорости обзора для обнаружения целей и повышение точности их сопровождения при наличии дефицита времени, вызывает необходимость совмещения процессов поиска, обнаружения и сопровождения. Это, в свою очередь, требует наличия системы антенн с широкой ДН для поиска и обнаружения целей, так и узкой ДН для их сопровождения и определения координат. Реализация этого совмещения в существующих АС вызывает усложнение их конструкции вплоть до разработки пеленгаторов и отдельно станций сопровождения одиночных целей [13], что значительно удорожает эксплуатацию таких радиотехнических средств и снижает их надежность.

Большие габариты наиболее распространенных ЗА, например РТ-70, с механическим сканированием приводят к увеличению парусности, что, в свою очередь, повышает требования к приводам, опорно-поворотным устройствам, пилонам, зданиям, на которых закрепляются пилоны, что также влияет на эксплуатационные расходы [9]. Большие ЗА требуют больших эксплуатационных расходов: на смазочные материалы, электроэнергию, ежедневные, еженедельные, ежемесячные, сезонные, полугодовые и годовые регламентные работы. Конфигурация ЗА приводит к накоплению в зеркале, например, снега, воды, песка, пыли, что также предопределяет необходимость дополнительных эксплуатационных расходов. Следует также отметить, что в АС с механическим сканированием существует сложность ре-

лизации эргономических требований: в помещениях, где работают электромеханические устройства, привода, преобразователи невозможно размещать операторов. Но и при расположении элементов привода в отдельных специальных помещениях эргономическая обстановка улучшается ненамного, так как за приводами необходимо наблюдение.

В связи с тем, что ЗА не позволяют реализовать многофункциональную работу, а именно сопровождения одновременно нескольких КА.

Таким образом, АС зеркального типа для обеспечения многофункциональной работы приемной антенной системы станции спутниковой связи применять при сопровождении одновременно двух и более искусственных спутников Земли затруднительно.

По плоским фазированным антенным решеткам (ФАР) в настоящее время существует достаточно большое число работ, библиографию которых можно найти в [12, 14, 15]. В работах [14, 15] основное внимание уделено методам их расчета, а в [12] рассмотрены их эксплуатационные характеристики. Основной особенностью плоских ФАР, как отмечено в [14] является то, что система из нескольких плоских антенных решеток (АР) с электронным сканированием имеет ограниченную рабочую зону, размеры которой определяются допустимым снижением точности измерения угловых координат. Кроме этого одним из немаловажных недостатков АС, образованных из нескольких плоских АР, также является сложность передачи сопровождаемых целей из одного сектора сканирования в другой [14].

Имеется также ряд конструктивных трудностей. Наиболее важным, является необходимость размещения излучателей с фазовращателями и канализирующими системами с шагом порядка $(0,6 - 0,7)\lambda$ [14]. Для некоторого уменьшения количества элементов (порядка 15%) при сохранении условия единственности главного максимума применяют гексагональное размещение излучателей, при этом усложняя систему запитки и управления антенной [14].

Плоские ФАР имеют обычно сектор электронного сканирования с допустимыми искажениями ДН не более $(\pm 30^\circ \dots \pm 45^\circ)$ [12, 16]. Для реализации сканирования необходимо также иметь весьма дорогостоящие управляемые фазовращатели такого же количества N_ϕ , как и количество антенных элементов (АЭ): $N_\phi = N_\Sigma$.

Следовательно, для обеспечения сопровождения космического аппарата с необходимой точностью измерений углов вкруговую, как показано [15], в необходимо использовать систему из нескольких плоских неподвижных ФАР.

Многогранные АС, образованные из нескольких плоских АР, в зоне их перекрытия имеет неравномерность энергетических, точностных и прочих ха-

рактеристик, то есть отсутствует так называемая осевая симметрия. Это основной недостаток плоских АР, ограничивающий диапазон их применения [16].

Для отклонения луча от нормали к поверхности плоской ФАР на $\pm 90^\circ$ при сохранении его ширины апертура ФАР должна быть большей в 2 раза, чем у ЗА.

Таким образом, плоские фазированные антенные решетки для обеспечения сектора сканирования $\pm 90^\circ$ применять не целесообразно.

Достоинства и недостатки осесимметричных АР подробно рассмотрены, например, в работах [16, 17]. Как отмечено в работе [17], применительно к НССС, при обзоре верхнего полупространства используют 4 – 5 ФАР сканируя двумя ДН. При этом одна из ДН – узкая в азимутальной и широкая в угломестной плоскости – осуществляет обзор пространства вкруговую по азимуту. Другая – узкая в угломестной плоскости и широкая в азимутальной – сканирует в угломестной плоскости.

Задача обзора верхнего полупространства упрощается, если использовать выпуклую ФАР [17].

Выпуклая ФАР обеспечивает полусферический обзор пространства с наименьшими колебаниями коэффициента усиления (КУ). Малые колебания КУ достигаются сканированием без изменения формы ДН путем перемещения излучающей области решетки вокруг оси или центра симметрии с помощью электрической коммутации. При этом размеры, форма и количество элементов излучающей области приближенно остаются неизменными, т.е. реализуется конформное сканирование.

Для реализации конформного сканирования, как показано в [14], в распределение сигналов от приемных элементов ФАР должно быть одинаковым независимо от направления главного максимума.

Выпуклые ФАР можно реализовать путем различной компоновки нескольких плоских ФАР или путем применения сферических, цилиндрических, а также конических антенных решеток (рис. 1) [15].

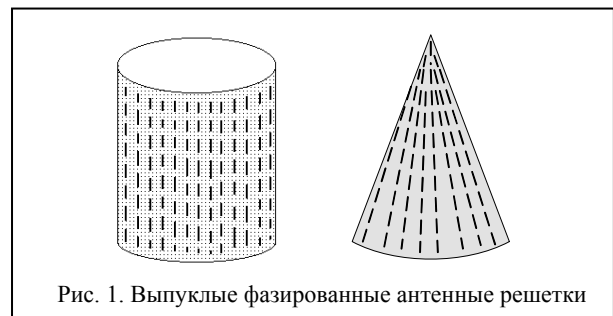


Рис. 1. Выпуклые фазированные антенные решетки

Для обеспечения равномерного обзора вкруговую, как следует из [16], выпуклые решетки должны иметь осесимметричную форму (конус, цилиндр, сфера).

Цилиндрические ФАР [20] не обеспечивают полного обзора полусферы и применяются, в тех случаях, когда требуется конформное круговое сканирование при максимуме КУ в плоскости, нормальной к оси симметрии. Эффективный обзор «осевого» сектора может производиться плоской ФАР, размещенной на верхнем основании цилиндра. В плоскости, нормальной к оси симметрии цилиндрических ФАР, осуществляется конформное сканирование перемещением излучающей области; в плоскости образующей цилиндра используется обычное секторное сканирование при изменении наклона линейного фазового распределения. При размещении излучателей в цилиндрической ФАР амплитудное распределение на эквивалентном раскрыве решетки при одинаковом амплитудном возбуждении каждого излучателя будет спадающим, как показано в [15], за счет поворота ДН элемента.

Конические ФАР, применяются в тех случаях, когда требуется разместить ФАР с полусферическим обзором на коническом корпусе, например, летательного аппарата [18], а также когда максимальное усиление должно достигаться в осевом или наклонном к оси конуса направлении. В конических ФАР осуществляется конформное сканирование в плоскости основания и обычное секторное сканирование в плоскости образующей.

Ряд авторов, в том числе и в работе [21], склоняются к тому, что в некоторых случаях в качестве приемной антенны возможно использование АС в виде системы излучателей размещенных на сферической поверхности. Пример такой АР представлен (рис. 2).

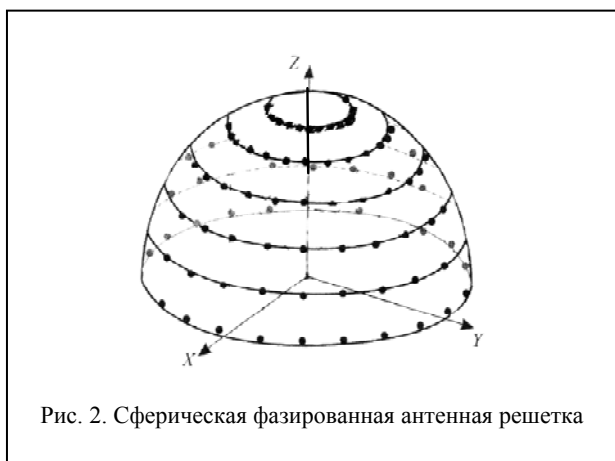


Рис. 2. Сферическая фазированная антенная решетка

Как показано в [17] подобная конструкция обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с другими типами выпуклых ФАР. В частности, как следует из [12] сферическая фазированная антенная решетка (СФАР) обеспечивает полусферический обзор с минимальными изменениями ДН. Расчет, приведенный в [14], показывает, что снижение КУ за счет ошибок фазирования лежит в пределах

(0,1...1,0 дБ). Кроме этого, КУ, ширина ДН и уровень боковых лепестков в таких антеннах практически не зависят от направления наблюдения. При любом направлении луча прием сигнала происходит по нормали к выпуклой поверхности. Одной из характерных особенностей СФАР также является отсутствие дифракционных максимумов, совпадающих по уровню с главным максимумом ДН [21]. Подобное свойство обусловлено тем, что при остро-направленном излучении синфазные поля отдельных элементов могут суммироваться лишь в направлении главного максимума. В других направлениях из-за неплоской поверхности решетки пространственный набег фазы не компенсирует фазы возбуждения одновременно для всех элементов решетки, и дифракционные максимумы размываются в широком секторе углов. При этом их уровень может существенно уменьшиться. Поэтому при допустимых уровнях дифракционных максимумов – переход от плоских решеток к осесимметричным позволяет увеличить расстояние между излучателями до λ и даже больше [12]. Как отмечено в [16] объем пространства, заключенный внутри сферической АР, всегда больше, чем по равной по площади поверхности системы плоских антенн, что облегчает решение чисто конструктивных задач. Кроме этого, как следует из [14] точность измерения угловых координат, при использовании осесимметричных антенн, во всех направлениях не хуже, чем у антенн с механическим сканированием.

Наряду с достоинствами, подобная конструкция имеет также и некоторые недостатки [14]:

- возможно многофункциональность, работа с гибким управлением формы, раскрыва, амплитудно-фазового распределения;
- на поверхности сферы приходится размещать большое количество элементов;
- увеличивается стоимость самой СФАР;
- при большом количестве элементов заметно усложняются алгоритмы управления ДН;
- при конформном сканировании желательно сканировать плавно. Для этого необходимы фазовращатели и аттенюаторы, либо балансные смесители и точные ЭВМ с высокой разрядностью;
- увеличение размера апертуры (по сравнению с радиусом) выше некоторого предела приводит к увеличению отношения сигнал/шум.

Таким образом, проведенный краткий анализ АС показывает, что использование таких антенн позволяет устранить недостатки, присущие линейным или плоским антеннам и создать системы обзора, сканирующие вкруговую без искажения формы ДН; снижения КУ; падения точности определения угловых координат при меньшем количестве элементов. Электронное сканирование в СФАР, в отличие от системы плоских АР, не накладывает угловых огра-

ничений на качество измерения координат цели.

Вопросу применения в радиотехнических системах ААР посвящены, например, работы [18,19]. Как отмечается в [19] наличие большого количества управляемых активных элементов открывает возможность использования ААР в качестве адаптивной. В свою очередь адаптивность АР позволяет на стадии обработки принятого сигнала проводить обзор и обнаружение сигналов во всем верхнем полупространстве, сопровождать необходимое число целей, менять режимы обзора и сопровождения, а также форму ДН в зависимости от конкретной сложившейся обстановки. Такая АР легко адаптируется к конкретным условиям помеховой обстановки.

Современные ААР [12] состоят из отдельных модулей, в которые входят кроме излучателей и фазовращателей, активные элементы для усиления, преобразователи частот, аналого-цифровые преобразователи, и другие устройства предварительной пространственно-временной обработки сигнала.

Для запитки применяются активные системы (усилители или умножители частоты в каждом элементе). Как и все АС, антенны такого типа имеют свои преимущества и недостатки [8, 14].

По данным, опубликованным в [19], использование ААР в НССС позволяет получить ряд преимуществ, к числу которых можно отнести, например, возможность создания на их основе принципиально новых интегрированных радиоэлектронных комплексов (РЭК). Такие РЭК, обеспечивающие многофункциональную работу с гибким управлением пространственными характеристиками и высоким энергетическим потенциалом, адаптацию к быстроменяющимся условиям и сложной помеховой обстановке, тем самым, удовлетворяя все возрастающим требованиям к мощностным и массогабаритным характеристикам АС НССС. К преимуществам можно отнести также достаточно простую эксплуатацию ААР. Из-за отсутствия высокого напряжения (питающие напряжения активных модулей – 24...30 В) и, благодаря высокой фазовой стабильности, регулировка усилителей в процессе эксплуатации не требуется, их замена легко осуществляется в период регламентных работ), РЭК с ААР часто проектируются как необслуживаемые системы. Преимуществом АР является также, то, что их применение позволяет обеспечить работу НССС в более широкой полосе рабочих частот и секторе сканирования с управляемой поляризацией. Это позволяет построить на базе ААР широкополосные и сверхширокополосные АС с электрическим сканированием, обнаруживающие не только малозаметные цели (или источники), но и осуществляющие идентификацию определяемых объектов.

Кроме того, РЭК с ААР позволяют формировать: провалы в ДН направлении средств радиоэлек-

тронной борьбы; несколько лучей, обеспечивающих одновременные режимы: поиска, обнаружения и сопровождения, и прием сигнала от нескольких космических аппаратов одновременно.

Наряду с достоинствами ААР имеют и некоторые недостатки. К ним относятся [18] следующие:

– отсутствие методологической базы при комплексном подходе к проектированию ААР;

– сложность построения АС – из-за сложности каждого канала наличия (малозумящих усилителей, устройств преобразования частоты, балансные смесители, усилители приемной частоты, аналого-цифровых преобразователей в каждом канале ААР, требующих разработки и создания новой элементной базы;

– высокая стоимость как при проектировании, так и при мелкосерийном производстве изготовлении.

Применение ААР в приемной АС экономически оправдано тогда, когда сама наземная станция спутниковой связи станция должна обеспечивать многофункциональную работу при низком энергетическом потенциале космического аппарата, и адаптации к быстроменяющейся обстановке. Это можно доказать даже при сравнении систем с активной и пассивной ФАР в радиолокационных станциях (РЛС). Например, 70 ... 90% стоимости современной РЛС составляет ФАР [2]. Для пассивных антенн эта стоимость складывается из стоимости апертурных элементов управления фазой (апертурных фазовращателей) и аттенуаторов. В настоящее время для управления фазой в пассивных антеннах широко используются полупроводниковые и ферритовые элементы. Стоимости элементов пассивных ФАР приведены в табл. 1 и 2 [2].

Линейный размер излучающих элементов составляет $0,7\lambda$, что примерно соответствует сектору электронного сканирования 90° . Стоимость одного квадратного метра апертуры в зависимости от длины волны для этого случая приведена на рис. 3 [2].

Экспертные оценки стоимости мощных усилителей с выходными вакуумными СВЧ-приборами различных типов пассивных ФАР приведены на рис. 4 [2].

Рассмотрим возможную стоимость апертуры активной АР. Типы полупроводниковых усилителей мощности, являющихся основным элементом, определяющим стоимость полупроводникового модуля, принципиально различны в разных частях СВЧ-диапазона волн. Однако экспертные оценки показывают, что стоимость элемента активной АР, при условии постоянства плотности мощности с единицы поверхности апертуры, слабо зависит от частоты в рассматриваемом диапазоне длин волн и составляет 1 – 2 тыс. \$ США [2].

С учетом стоимости конструктивных элементов ~25% от стоимости модулей можно оценить стоимость изготовления апертуры активной АР в зависимости от длины волны (рис. 5).

Таблица 1

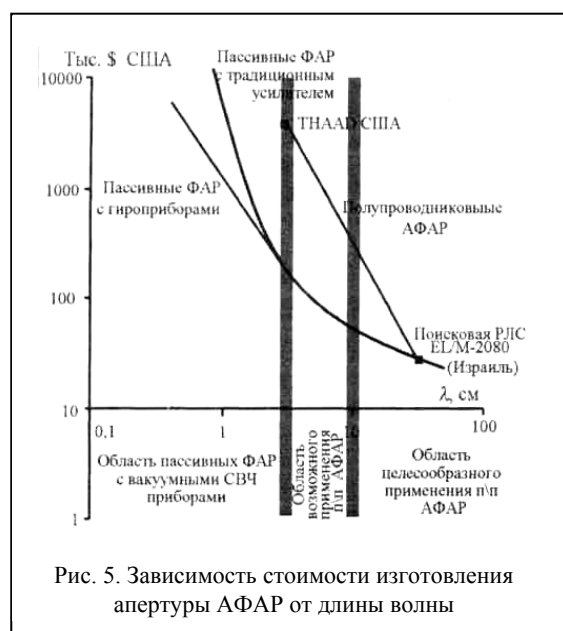
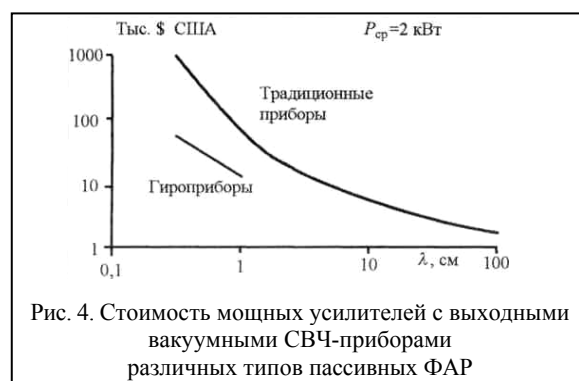
Стоимость канала ФАР с ферритовыми фазовращателями, \$ США, для длин волн λ , см

Элементы канала	10	6	3	1
Фазосдвигающая секция	100	40	20	15
Излучатель	60	30	15	5
Арматура	40	20	10	5
Схема управления	40	20	15	10
Конструктивные элементы	100	60	30	15
ИТОГО:	340	170	90	50

Таблица 2

Стоимость канала ФАР с полупроводниковыми фазовращателями, \$ США, для длин волн λ , см

Элементы канала	10	6	3	1
Фазосдвигающая секция (pin-диоды, плата, настройка)	200	180	170	160
Излучатель (две платы с полосковыми излучателями)	60	30	15	5
Арматура (рама, корпус, крышка)	40	20	10	5
Схема управления, ист. пит., спец. выч.	30	20	20	20
Конструктивные элементы	80	70	60	50
ИТОГО:	410	320	275	240



Как видно из рис. 5, стоимость различных РЛС с ФАР высокая и целесообразным является применение ААР при длине волны свыше 10 см. Сама РЛС является прямо-передающим устройством, основная стоимость которой составляют усилители мощности. Следовательно, при изготовлении и эксплуатации стоимость приемной ААР будет значительно ниже.

На этом же рисунке приведена для сравнения стоимость изготовления пассивной ФАР с различными типами усилительных приборов с учетом экспертной оценки стоимости усиления мощности выходными вакуумными СВЧ-приборами различных типов.

Стоимость любой радиосистемы состоит из двух частей: начальной стоимости разработки и изготовления; стоимости эксплуатации. Известно, что, эксплуатационные расходы на системы с пассивными ФАР превышают расходы на их создание.

Статистика эксплуатации радиосистем с ААР подтверждает высокую надежность приемных модулей.

Экономическая целесообразность – не единственный аргумент в пользу применения ААР. В ряде случаев использование ААР является единственным возможным решением при создании радиосистемы. В нашем случае применение активной САР в качестве приемной АС наземной станции приема информации с искусственных спутников Земли является одним из наиболее рациональных вариантов её построения.

Выводы

Анализ литературных источников показывает, что существуют различные подходы к вопросу построения приемной АС в зависимости от задач, ре-

шаемых радиотехнической системой, в состав которой она входит. Известные научно-технические решения позволяют построить необходимые приемные антенные системы, однако они сложны, громоздки, требуют выполнения большего объема работ по обслуживанию аппаратуры.

Таким образом, при решении задач, связанных с повышением эффективности, снижения энергетических, эксплуатационных, а также стоимостных характеристик возможно применение в НССС сферической активной решетки.

Список литературы

1. Наземные станции управления космическими аппаратами / С.А. Борисенко, С.Н. Бурдаков и др. // Прикладная радиоэлектроника. – Х.: ХНУРЭ. – 2006. – Т. 5, № 4. – С. 434-439.
2. Толкачев А.А. Егоров Е.Н. Шишов А.В. Некоторые тенденции развития радиолокационных и связанных систем // Радиотехника. – 2006. – № 4. – С. 5-11.
3. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004. – 340 с.
4. Проект “Загальнодержавної космічної програми України на 2007-2011 рік”.
5. Алымов Ф. Прощание с механическим РЛС // Арсенал. – 2003. – № 3. – С. 20-25.
6. Цейтлин Н.М. Антенная техника и радиоастрономия. – М.: Сов. радио, 1976. – 218 с.
7. Черняк В.С., Заславский Л.П., Осипов Л.В. Многофункциональные радиолокационные станции и системы. (Обзор зарубежной литературы). – М., 1984. – 249 с.
8. Бахрах Л.Д., Галимов Г.К. Зеркальные сканирующие антенны. – М.: Наука, ГРФМЛ, 1981. – 302 с.
9. Фролов О.П. Антенны для земных станций спутниковой связи. – М.: Радио и связь, 2000. – 376 с.
10. Мотлохов В.В. Антенные устройства. Ч.1. – МО СССР, 1982. – 417 с.
11. Шифрин Я.С. Антенны: Учебное пособие. – Х.: ВИРТА им. Г.А. Говорова, 1976. – 407 с.
12. Антенны. Современное состояние и проблемы / Под ред. Л.Д. Бахраха и Д.И. Воскресенского. – М.: Сов. радио, 1979. – Вып. 16. – 207 с.
13. Лукашук Е.В., Колосова Ю.В., Усиченко А.В. Разработка принципов построения антенных систем без опорно-поворотных устройств // 13 Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии»: Материалы конференции 8-12 сентября 2003г. – Севастополь, Крым, Украина. – Севастополь-Москва: Вебер, 2003. – С. 392-394.
14. Антенны и устройства СВЧ (Проектирование фазированных антенных решеток) / Д.И. Воскресенский, Р.А. Грановская и др. – М.: Радио и связь, 1981. – 151 с.
15. Бененсон Л.С. Антенные решетки. Методы расчета и проектирования: Обзор зарубежных работ. – М.: Сов. радио, 1966. – 368 с.
16. Левагин Г.А. Толкунев Е.О. Сравнительный анализ осесимметричной антенной решетки и системы плоских решеток // 6-й Международный молодежный форум “Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке”: Сборник материалов форума. – Х.: ХНУРЭ. – 2002. – С. 28-29.
17. Воскресенский Д.И., Пономарев Л.И., Филипов В.С. Выпуклые сканирующие антенны. – М.: Сов. радио, 1978. – 302 с.
18. Активные фазированные антенные решетки / Под ред. Д.И. Воскресенского и А.И. Канащенкова. – М.: Радиотехника, 2004. – 488 с.
19. Гостюхин В.Л. и др. Активные фазированные антенные решетки / В.Л. Гостюхин и др.; Под ред. В.Л. Гостюхина. – М.: Радиотехника, 1993. – 270 с.
20. Крылов Г.Н. Цилиндрические, кольцевые и вертикальные антенны. – М.-Л.: Энергия, 1965. – 204 с.
21. Воскресенский Д.И., Котов Ю.В., Харланов Ю.Я., Овчинникова Е.В. Многофункциональные полотна антенных решеток // Антенны. – 2006. – Вып. 9 (112). – С. 5-23.

Поступила в редакцию 14.02.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.И. Карпенко, Харьковский университет Воздушных сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ДО ПИТАННЯ ПРО ВИКОРИСТАННЯ АНТЕННИХ СИСТЕМ У НАЗЕМНИХ СТАНЦІЯХ СУПУТНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

Карлов В.Д., Лукашук О.В.

Розглянуто можливості практичного застосування в наземних станціях супутникового зв'язку (НССЗ) антенних систем з механічним й електронним скануванням. Відомі науково-технічні рішення дозволяють побудувати необхідні приймальні антенні системи, проте вони складні, громіздкі, вимагають виконання більшого об'єму робіт по обслуговуванню апаратури. При рішенні задач, пов'язаних з підвищенням ефективності і зниженням енергетичних, експлуатаційних і вартісних характеристик, можливе застосування в НССЗ сферичних активних решіток

Ключові слова: супутниковий зв'язок, антенна система, сферичні активні решітки, наземна станція.

TO A QUESTION ON USE ANTENNA SYSTEMS IN GROUND STATIONS OF A SATELLITE COMMUNICATION

Karlov V.D., Lukashuk H.V.

Opportunities of practical application in ground stations of a satellite communication antenna systems (SCAS) with mechanical and electronic scanning are considered. The known scientific and technical decisions allow to build necessary waiting rooms systems of aerials, however difficult they are, bulky, require implementation of greater volume of works on maintenance of apparatus. At the decision of tasks, related to the increase of efficiency and decline power, operating/running and descriptions of costs, application in SCAS of spherical active grate is possible.

Keywords: satellite communication, antenna system, spherical active grate, earth station.