

Кайда С.В.,  
студент  
Паслен В.В.,  
канд. техн. наук, доцент  
Донецкий национальный  
технический университет,  
Украина

Участники конференции,  
Национального первенства  
по научной аналитике,  
Открытого Европейско-Азиат-  
ского  
первенства  
по научной аналитике

Неотъемлемыми составными частями современных радиотехнических систем являются антенные системы. Их используют для определения направления на источник излучения или для исследования положения многих источников излучения в окружающем пространстве, что делает актуальными задачу оперативного управления формой характеристики направленности антенны и, в частности, задачу сканирования диаграммы направленности в пространстве.

Сканирование, т.е. перемещение луча антенны в пространстве, может осуществляться механическим, электромеханическим, электрическим и электронным способами.

Существующие способы механического и электромеханического сканирования не удовлетворяют современным требованиям к скорости обзора пространства и не дают возможности оперативно изменять параметры диаграммы направленности в процессе сканирования.

Предложенный нами способ электронного сканирования, основанный на выполнении зеркала антенны из радиопрозрачного материала, покрытого реверсивной средой свободен от указанных недостатков.

Особенность реверсивной (обратимой) среды заключается в том, что в ис-

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕВЕРСИВНЫХ СРЕД В АНТЕННОЙ ТЕХНИКЕ. АНТЕННЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО СКАНИРОВАНИЯ

*Рассматриваются модели новых антенных систем электронного сканирования, принцип работы которых базируется на свойствах реверсивных сред, а также обосновывается целесообразность применения реверсивных сред в антенной технике. Что позволяет достичь высоких скоростей сканирования и усовершенствовать характеристики антенных систем, а именно получить диаграмму направленности антенн необходимой ширины и производить оперативное управление ее формой во время сканирования по заданному закону.*

**Ключевые слова:** сканирование, зеркальная антенна, диаграмма направленности, реверсивная среда, многолучевая сканирующая антенна, многолучевая двухзеркальная сканирующая антенна, многолучевая сферическая зеркальная антенна.

*We consider models new electronic scanning antenna systems. The principle of work is based on properties of reversible environments, and the expediency of reversing environments in antenna technology. That allows to reach high-speed scanning and advanced features of antenna systems, that is to get the antenna pattern to produce the required width and operational management of its form during the scan on a given law.*

**Keywords:** scanning, mirror antenna, directivity patter, reversing environment, multi-beam scanning antenna, two-mirror scanning multi-beam antenna, multi-beam spherical reflector antenna.

ходном состоянии она является радиопрозрачной, а при воздействии на нее управляющего сигнала она приобретает свойства радиоотражающей поверхности. В качестве реверсивного материала могут быть использованы полупроводниковые материалы (пленки), которые при воздействии интенсивного светового излучения необходимого спектрального состава приобретают радиоотражающие свойства за счет возникновения в них неравновесных носителей заряда.

В предлагаемом способе сканирования поверхность реверсивной среды освещается интенсивным световым пятном необходимой формы и размеров, изменение размеров светового пятна приводит к изменению ширины диаграммы направленности и ее формы в заданной плоскости по заданному закону. Последовательно перемещая освещенную (возбуждаемую) область по поверхности зеркала производится перемещение (сканирование) диаграммы направленности в пространстве. При этом скорость сканирования ограничивается только скоростью перехода реверсивной (обратимой) среды из непроводящего состояния в проводящее и скоростью перемещения светового воздействия; закон изменения положения освещенной области, а, следовательно, и диаграммы направленности антенны в пространстве может быть лю-

бым заданным.

Таким образом, данный способ позволяет получить заданную форму и ширину диаграммы направленности антенны в СВЧ-диапазоне, а также управлять диаграммой направленности антенны в процессе сканирования по заданному закону, обеспечивая гибкость траектории и скорость развертки.

Описанный способ сканирования заложен в основу функционирования некоторых разработанных нами антенн, таких как многолучевая сканирующая, многолучевая двухзеркальная сканирующая, многолучевая зеркальная и многолучевая зеркальная со сферическим сканированием и другие. В данных антенных системах за счет воздействия сигналами управления на внутреннюю поверхность зеркала по очереди происходит изменение электродинамических параметров различных участков реверсивного материала, при этом обеспечивается сканирование лучей многолучевой диаграммы направленности в пространстве.

### 1. Многолучевая сканирующая антенна

Многолучевая сканирующая антенная система имеет зеркало в виде внутренней поверхности тела вращения параболической образующей вокруг оси симметрии и облучатели, расположенные на

фокальном кольце. Зеркало антенны выполнено из радиопрозрачного материала, поверхность которого покрыта реверсивным материалом. Кроме того, данная система имеет источник управляющих сигналов, а облучатели расположены с возможностью перемещения в плоскости фокального кольца. Структурная схема антенны изображена на рис. 1.

Данное устройство работает следующим образом. Облучатели 3 перемещаются в плоскости фокального кольца. Источник управляющих сигналов воздействует на поверхность реверсивного материала в областях 2 сигналами 4 на зеркале 1. В областях падения света на реверсивный материал происходит резкое изменение параметров материала за счет генерации неравновесных носителей тока, которые изменяют электромагнитные характеристики материала, материал приобретает металлические свойства, что позволяет отражаться электромагнитной волне. Это приводит к формированию нескольких лучей диаграммы направленности.

Перемещение области управляющего воздействия позволяет по очереди изменять проводимость различных участков полупроводниковых пластин. Это дает возможность сканирования лучей диаграммы направленности в широком секторе углов.

Таким образом, использование данной многолучевой сканирующей зеркальной антенны позволяет создавать многолучевую диаграмму направленности антенны с возможностью сканирования ее лучей в широком секторе углов.

## 2. Многолучевая двухзеркальная сканирующая антенна

В рассмотренной выше конструкции не представляется возможным расширение сектора сканирования, потому что угол раскрытия антенны является неизменным для зеркала фиксированного диаметра. Конструкция не предусматривает увеличение усиления антенны на величину большую, чем максимально возможная величина для данного зеркала, и уменьшение ширины лучей диаграммы направленности.

Данные недостатки устраняются за счет усовершенствования рассмотренной антенной системы путем введения в ее состав помимо основного еще и дополнительного параболического зеркала, вы-

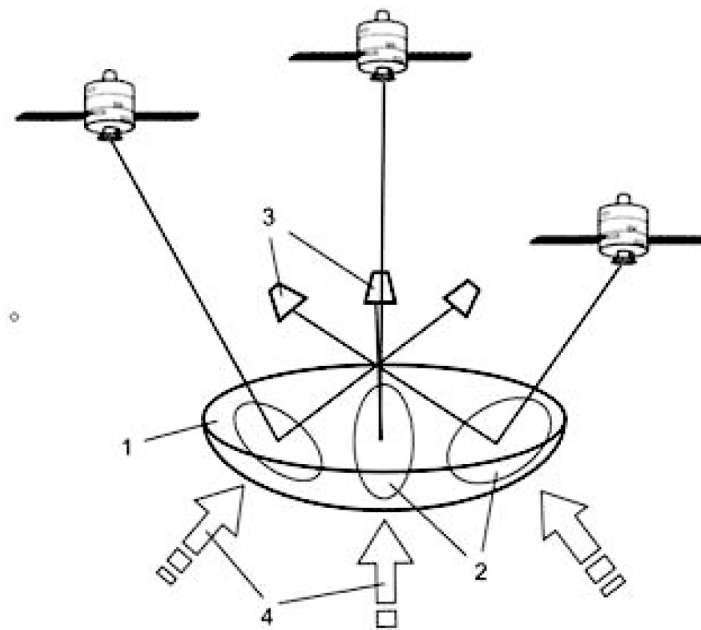


Рис. 1. Многолучевая сканирующая антенна

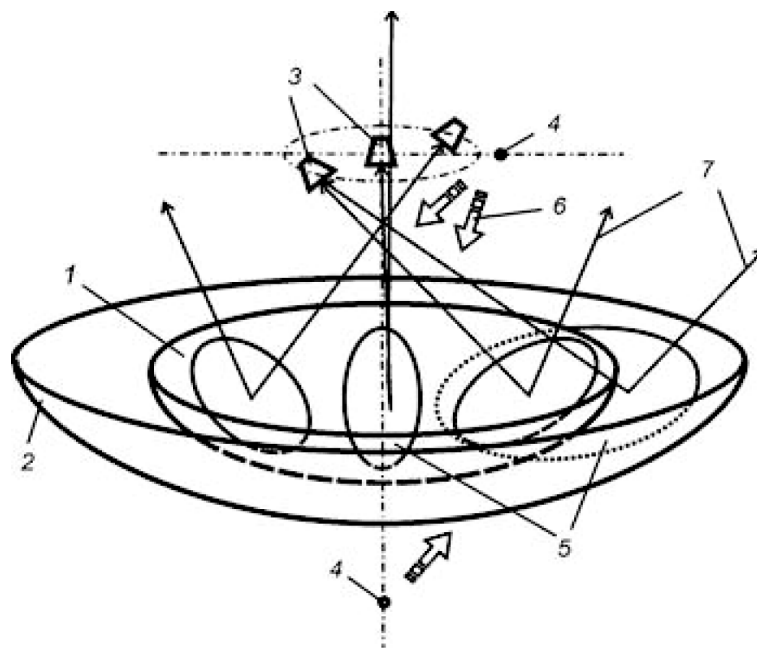
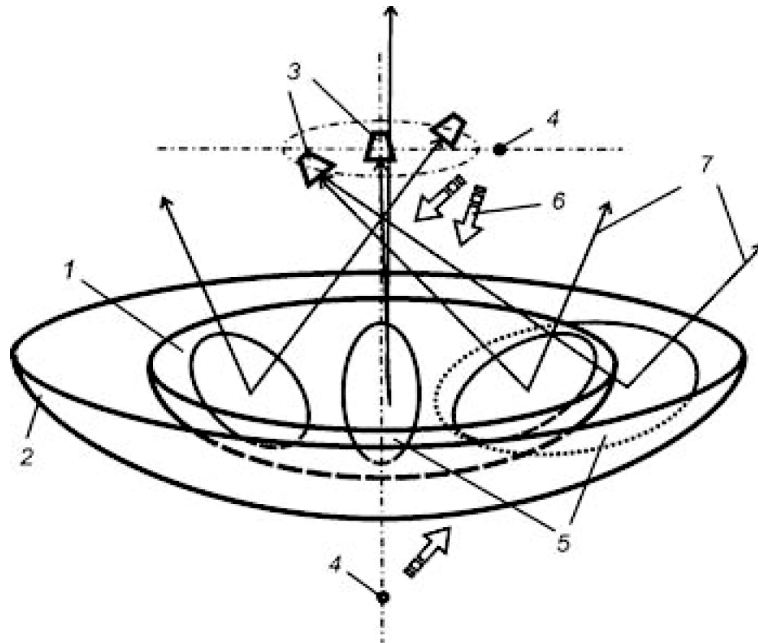


Рис. 2. Многолучевая двухзеркальная сканирующая антенна

полненного из радиопрозрачного материала. Основное зеркало расположено в области раскрытия дополнительного параболического, причем фокус основного параболического зеркала совпадает с фокусом дополнительного параболического, а внутренняя поверхность основного зеркала и внешняя поверхность дополнительного параболического покрыты реверсивным материалом. Кроме того, антенна имеет дополнительный источник управляющих сигналов, расположенный на обратной стороне дополнительного

параболического зеркала.

В соответствии с заданным сектором сканирования, шириной лучей диаграммы направленности и усилением антенны выбирается зеркало, которое будет находиться в режиме отражения электромагнитных волн, а также источник управляющих сигналов, который будет воздействовать сигналами управления на выбранное зеркало. При этом другое зеркало, на которое не воздействуют сигналы управления, находится в режиме пропускания электромагнитных волн. Облу-



**Рис.3 Многолучевая сферическая зеркальная антенна**

чатели обеспечивают создание лучей диаграммы направленности. Возможность выбора параболического зеркала, которое будет отражать электромагнитные лучи, обеспечивает расширение сектора сканирования, создание лучей диаграммы направленности различной ширины, а также возможность изменения усиления антенны. Структурная схема антенны изображена на рис. 2.

Принцип осуществления сканирования данной антенной системой аналогичен принципу осуществления сканирования в многолучевой сканирующей антенне. Таким образом, использование данной многолучевой двухзеркальной сканирующей антенны позволяет расширять сектор сканирования, создавать лучи диаграммы направленности различной ширины, а также изменять усиление антенны.

### 3. Многолучевая сферическая зеркальная антенна

Зеркало данной антенны образовано вращением круговой образующей, за счет чего геометрическая форма возбужденного участка поверхности зеркала не зависит от направления воздействия сигнала управления, что позволяет получить неизменную диаграмму направленности в пространстве, и дает возможность сферического сканирования лучей диаграммы направленности в пространстве. Кроме того, облучатели размещены с возможностью перемещения по сфере фокуса.

Структурная схема многолучевой сферической зеркальной антенны изображена на рис.3.

Устройство работает таким образом: облучатели перемещаются по сфере фокуса. Источник управляющих сигналов воздействует на поверхность реверсивного материала, и на внутренней поверхности антенны формируются возбужденные области, геометрическая форма которых не зависит от направления сигнала управления. При этом формируется несколько лучей диаграммы направленности. Перемещение области управляющего воздействия позволяет по очереди изменять проводимость различных участков реверсивной поверхности. Это дает возможность сферического сканирования лучей диаграммы направленности в пространстве. Ширина лучей диаграммы направленности зависит от размеров и формы возбужденных областей.

Таким образом, использование данной многолучевой сферической зеркальной антенны позволяет создавать многолучевую диаграмму направленности антенны со сферическим сканированием лучей диаграммы направленности в пространстве.

#### Заключение

Рассмотренный в статье метод электронного сканирования обладает рядом преимуществ, которые существенно расширяют возможности его дальнейшего использования, что видно из разработанных моделей антенных систем.

#### Литература:

1. Ерохин Г.А. и др. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: Учебник для вузов / – 2-е изд., – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 264 с.
2. Вайнберг И.А., Вайнберг Э.И., Павельев В.А. Индикация структуры электромагнитного поля при помощи неравновесных носителей тока в полупроводниках. Радиотехника и электроника, – М.: Наука, 1971. №3. – 356 с.
3. Зуев В.А., Саченко А.В., Толпыго К.Б. Неравновесные приповерхностные процессы в полупроводниках и полупроводниковых приборах. – М.: Советское радио, 1977. – 356 с.
4. Луханина О.В., Мотылев К.И., Гончаров Е.В., Хорхордин А.А., Шибанов А.О., Паслен В.В. Развитие теории и техники антенн // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Динаміка наукових досліджень 2004». Том 8. Технічні науки. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – 356 с.
5. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1975. – 528 с.
6. Нашельский А. Я. Технология полупроводниковых материалов, – М.: Наука, 1973. – 466 с.
7. Паслэн В.В. О возможности использования реверсивных сред в антенной технике / Международная научно-практическая конференция «Человек и космос»: Сборник тезисов. – Днепропетровск: НЦАОМУ, 2004. – 396 с.
8. Хорхордин А.А., Носко Ю.В., Паслен В.В. О возможности использования реверсивных сред в антенной технике // Міжнародна молодіжна науково-практична конференція “Людина і космос”: Збірник тез. – Дніпропетровськ: НЦАОМУ, 2004. – 496 с.
9. Патент № 49709, Украина, МПК (2009) H01Q19/10. Многолучевая зеркальная сканирующая антенна. Донецкий национальный технический университет. Паслэн В.В., Федотова М.В., Михайлов М.В., Михайлова А.В., Иваницин В.Е., Вахнова Е.Е. Публ. – 11.05.2010. Бюл. №9. – 8 стр.
10. Декларационный патент № 25901 Двухзеркальная сферическая антенна \ Хлуднева Г. В., Михайлов М. В., Ольшевский А. Л., Паслэн В. В.