

## **ШИРОКОПОЛОСНАЯ АНТЕННА С ЧАСТОТНЫМ СКАНИРОВАНИЕМ**

*Щекатури́н Андре́й Алексе́евич, к.т.н., доцент;*

*Ковальчук Диана Андреевна, аспирант*

*Севастопольский национальный технический университет, Севастополь,  
Украина, [kovalchuk.89@gmail.com](mailto:kovalchuk.89@gmail.com)*

### **BROADBAND ANTENNA FREQUENCY SCANNING**

*Shekaturin Andrey Alekseevich, Kovalchuk Diana Andreevna,*

*Sebastopol national technical university, Sebastopol, Ukraine*

#### **Актуальность данного исследования**

В радиотехнике широко представлены антенны, состоящие из линейных решеток щелевых излучателей, расположенных непосредственно на возбуждающей системе, у которых сканирование осуществляется путем изменения электрического расстояния между излучателями, возбуждаемыми бегущей волной, при изменении частоты генератора.

Большинство антенн, в которых неподвижная система излучателей создает диаграмму направленности (ДН), движущуюся в пространстве, не дают существенного увеличения скорости управления ДН, а только позволяют уменьшить мощность, затрачиваемую на управление. Также, что не мало важно, следует заметить и о других недостатках: ценовом диапазоне, сложности и больших габаритах конструкций, значительно увеличивающихся при большом охвате диапазона частот [1,2].

Возможности частотного сканирования с точки зрения реализации сканирования луча в широком секторе углов зависят от применяемой канализирующей системы, выбора типа излучателей, закона их расположения и ряда других факторов.

#### **Конструкция антенны и принцип работы**

Физической основой немеханического управления ДН антенны служит следующее: излучаемая всякой антенной энергия концентрируется в том направлении, в котором излученные различными частями антенны волны складываются, имея оптимальное соотношение фаз. Управление ДН антенны, это управление процессами интерференции волн, излучаемых антенной [2].

В основу исследования поставлена задача создания антенны с электрическим частотным сканированием. За основу была взята логопериодическая антенна ввиду ее широкополосности и возможности согласования во всем рабочем диапазоне частот. Для этого распределительная линия изги-

бається по дуге окружности в плоскости полотна, при этом вибраторы располагаются вдоль радиуса.

Антенна содержит симметричные вибраторы, расположенные на двух параллельных плоскостях, длина вибраторов и расстояние между ними изменяются в геометрической прогрессии. При этом вибраторы расположены вдоль радиуса  $R$  и запитываются от противофазно-симметричной двухпроводной распределительной линии, которая изогнута по дуге окружности в плоскости вибраторов. Питание подводится к двухпроводной распределительной линии со стороны коротких вибраторов. Например, питание подводится коаксиальным кабелем у вершине антенны, проложенным внутри одного из проводников распределительного фидера. При этом центральная жила кабеля присоединяется ко второму проводнику симметричной линии, а оплетка имеет гальванический контакт со вторым проводником [3]. На рисунке 1 показана конструкция предлагаемого устройства и поясняется принцип работы устройства.

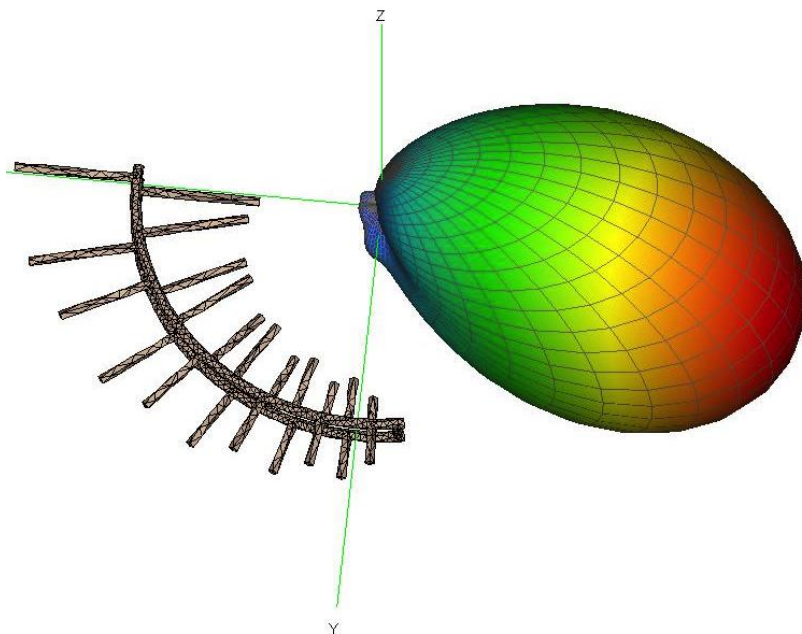


Рис. 1. Конструкция антенны с частотным сканированием и ее объемная ДН

Излучение осуществляется активной областью, в которой длины вибраторов примерно равны половине длины волны, по касательной к питающей линии в этой области. При изменении частоты в рабочем диапазоне частот активная область будет перемещаться вдоль питающей линии. Поскольку линия питания изогнута по дуге окружности, то при перемещении ак-

тивной области будет изменяться направление касательной и, соответственно, направление излучения. То есть, будет осуществляться частотное сканирование.

### **Компьютерное моделирование антенны с частотным сканированием**

Смоделирована антенна с немеханическим движением луча, представляющая систему излучателей, для приема радиочастотного сигнала на подвижных объектах, рассчитанная для работы в 1,8 ГГц ... 4,2 ГГц. Моделирование проводилось в программной среде для численного электромагнитного моделирования «Feko 5.5». Анализ излучения и взаимодействия осно-

ван на використанні метода моментів [4]. На рисунку 1 представлена модель конструкції антени з частотним скануванням і об'ємна діаграма направленості (ДН). Була смоделирована антена, состоящая из двух полотен, на каждом из которых расположены 11 вибраторов, длина от вершины антенны до одинадцатого вибратора равна 15 см, радиус, вдоль которого расположены вибраторы, равен 10 см.

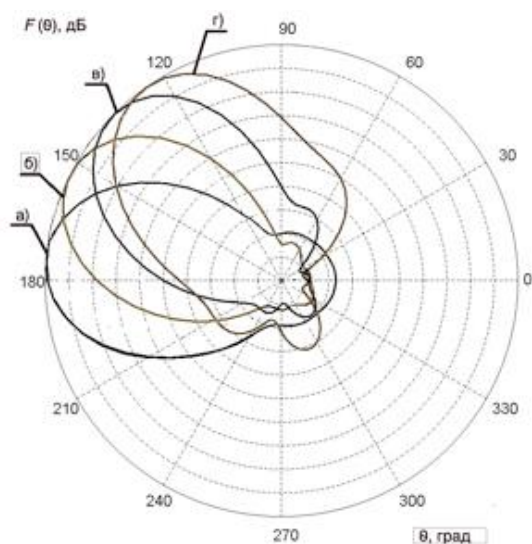


Рис. 2. Нормированные ДН моделируемой антенны с частотным сканированием: а) — на частоте 1800 МГц; б) — на частоте 2500 МГц; в) — на частоте 3500 МГц; г) — на частоте 4000 МГц

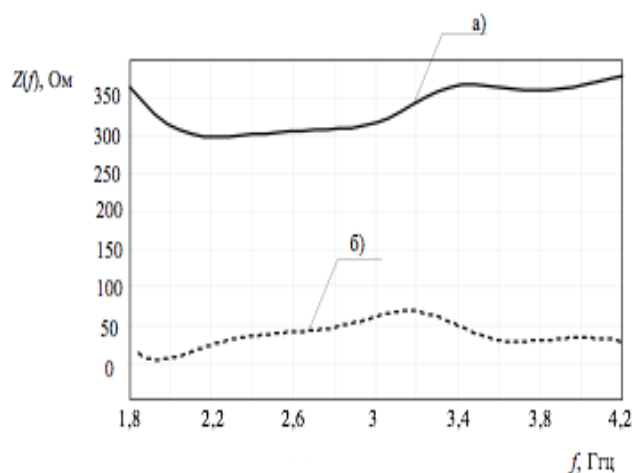


Рис. 3. Графики зависимостей входного сопротивления антенны от частоты:  
а) — активная составляющая;  
б) — реактивная составляющая

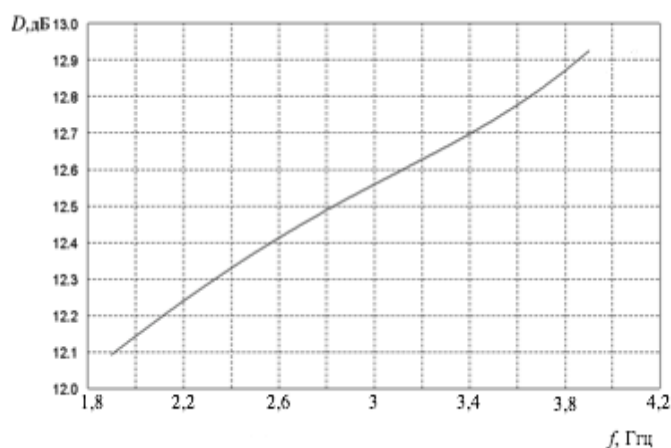


Рис. 4. График зависимости КНД антенны от частоты в рабочем диапазоне частот

На рисунке 2 показаны ДН моделируемой антенны в рабочем диапазоне частот. На рисунке 3 представлены графики зависимостей входного сопротивления антенны от частоты в рабочей полосе частот. На рисунке 4 показан график зависимости коэффициента направленного действия (КНД) от частоты.

Из рисунков 3 видно, что активное входное сопротивление изменяется в пределах от 300 до 370 Ом, поэтому для согласования с 75-омной линией передачи потребуется согласующее устройство. Анализируя полученные данные моделируемой антенны можно говорить о стабильных показателях устрой-

ства в робочем діапазоні частот. Таким образом поставленная задача исследования выполнена. Далее необходимы экспериментальные исследования моделируемой антенны, для чего определяем метод исследования поляризационных свойств и электромагнитных полей антенны, оптимальные параметры измерительного стенда и способ изготовления антенной системы.

### **Выводы**

Результатом настоящей работы является предложение новой конструкции антенны с частотным методом сканирования, согласованной в широком диапазоне частот.

В исследуемом техническом решении осуществляется поворот ДН в рабочем диапазоне частот, при этом согласование антенны с питающей линией сохраняется. Применение такого вида антенн по предлагаемому техническому решению в системах связи позволит повысить надежность связи за счет сохранения согласования в рабочем диапазоне частот. Данная конструкция также может использоваться для подвижных систем связи, в системах передачи информации, при распространении электромагнитных волн на трассах в плотно заселенных городах, для телекоммуникаций, в системах спутниковой связи, радиотелеметрии.

### **Перечень источников**

1. Бахрах Л. Д. Частотные свойства излучателей и антенн / Л. Д. Бахрах, В. Ф. Лось, А. В. Малов, А. Н. Шаманов // Излучение и рассеяние электромагнитных волн ; Всероссийская научн.-техн. конф. ; ИРЭМВ. — Таганрог, 2001.
2. Воскресенский Д. И. Антенны с обработкой сигнала. — М.: Сайнс-Пресс, 2002. — 80с.
3. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств / под ред. В. И. Вольмана — М. : Радио и связь, 1982. — 326 с.
4. Фролов В. П. Антенны для земных станций спутниковой связи / В.П. Фролов — М. : Радио и связь, 2000. — 376 с.

### **References**

1. Bakhrakh L. D., Los' V. F., Malov A. V. and Shamanov A. N. (2001) Chastotnye svoistva izluchatelei i antenn [Frequency properties of the emitters and antennas]. Izluchenie i rasseyanie elektromagnitnykh voln [Radiation and scattering of electromagnetic waves], Taganrog.
2. Voskresenskii D. I. (2002) Antenny s obrabotkoi signala [Antennas with signal processing]. Moscow, Sains-Press, 80 p.
3. Vol'man V. I. eds.(1982) Spravochnik po raschetu i konstruirovaniyu SVCh poloskovykh ustroystv [Reference for calculation and design of microwave stripline devices]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 326 p.
4. Frolov V. P. (2000) Antenny dlya zemnykh stantsii sputnikovoi svyazi [Antennas for satellite earth stations]. Moscow, Radio i svyaz' Publ., 376 p.

Щекатурін А. О., Ковальчук Д. А. **Широкопалосова антена з частотним скануванням.** У даній статті розкриваються актуальні завдання багатофункціонального використання СВЧ модулів, а також їх максимального упрощення і здешевлення. Йде аналіз частотного сканування, а також дослідження можливості його реалізації в нових видах антен. В основу поставлена задача створення антени з електричним частотним скануванням. Результатом цієї роботи є пропозиція нової конструкції антени з частотним методом сканування, узгодженої в широкому діапазоні частот.

**Ключові слова:** широкопалосова антена, логоперіодична антена, вібратори, узгодження, вигнута середня лінія.

Щекатурин А. А., Ковальчук Д. А. **Широкополосная антенна с частотным сканированием.** В данной статье раскрываются актуальные задачи многофункционального использования СВЧ модулей, а также их максимального упрощения и удешевления. Идет анализ частотного сканирования, а также исследование возможности его реализации в новых видах антенн. В основу поставлена задача создания антенны с электрическим частотным сканированием. Результатом настоящей работы является предложение новой конструкции антенны с частотным методом сканирования, согласованной в широком диапазоне частот.

**Ключевые слова:** широкополосная антенна, логопериодическая антенна, вибраторы, согласование, изогнутая средняя линия.

Shekaturin Andrey Alekseevich, Kovalchuk Diana Andreevna. **Broadband antenna with frequency scanning.**

Relevance of this study. The main advantage of frequency scanning is simplicity of implementation. At this point, multifunctional usage of microwave modules is an urgent task, as well as their maximum simpler and cheaper.

Antenna design and operation. The study is aimed at providing electric antenna with frequency scanning. It was based on the log-periodic antenna due to its wideband and negotiation capability over the entire operating frequency range. For this distribution line is bent in an arc of a circle in a plane blade while vibrators are arranged along the radius.

Computer modeling of antennas with frequency scanning. Modeled with a non-mechanical motion antenna beam emitters representing system for receiving a radio frequency signal on mobile objects calculated for 1.8 GHz ... 4.2 GHz. The simulation was performed in a software environment for numerical modeling of electromagnetic «Feko 5.5». Analysis of the interaction of radiation is based on the method of moments.

Findings. The result of this work is to propose a new design of the antenna with a frequency scanning method as agreed in a wide frequency range.

In the studied technical solution provided by the rotation of NAM in the frequency range, and the matching of the antenna to the feed line is maintained. Application of this type of antennas on the proposed technical solution in communication systems will improve the communication reliability by maintaining coordination in the frequency range

**Keywords:** broadband antenna, log-periodic antenna, vibrators, adjustment, curved middle line