



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013109011/08, 28.02.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.02.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.02.2013

(45) Опубликовано: 27.04.2014 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2080707 C1, 27.05.1997. RU 68188  
U1, 10.11.2007. RU 2265264 C2, 27.11.2005. RU  
64437 U1, 27.06.2007. RU 2408115 C1,  
27.12.2010. EP 2518824 A1, 21.10.2012. CN  
101145639 A, 19.03.2008

Адрес для переписки:

101000, Москва, ул. Мясницкая, 20, НИУ ВШЭ,  
Отдел по вопросам интеллектуальной  
собственности, Ермаковой А.Р.

(72) Автор(ы):

Елизаров Андрей Альбертович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

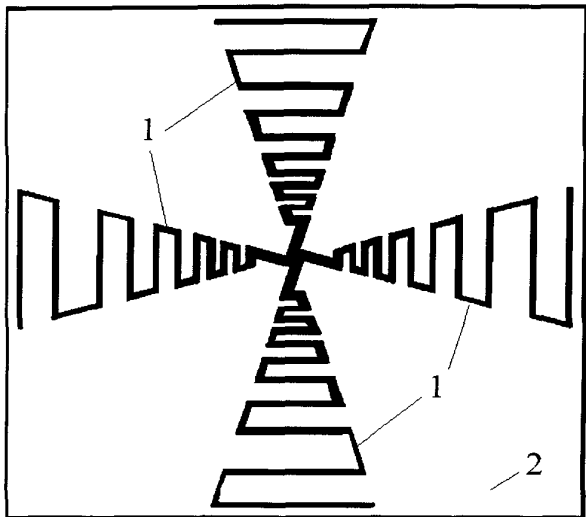
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Национальный исследовательский  
университет "Высшая школа экономики"  
(RU)

## (54) МУЛЬТИПОЛЬНАЯ АНТЕННА (ВАРИАНТЫ)

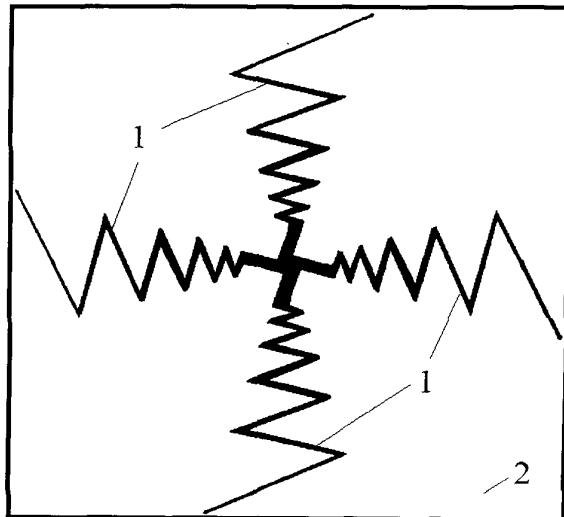
(57) Реферат:

Изобретение относится к антенной и микрополосковой технике. Технический результат - повышение кросс-поляризационных характеристик при достижении вращающейся круговой или эллиптической поляризации и равномерной диаграммы направленности в широкой полосе частот, а также габаритных размерах антенны, значительно меньших максимальной рабочей длины волны. Мультипольная антенна, содержащая

диэлектрическую подложку, на которой расположены симметрично по окружности, по меньшей мере, четыре идентичные полуволновые вибратора, каждый из которых выполнен в виде резонансного отрезка периодической микрополосковой линии с шириной в центре, равной четверти средней длины волны и линейно уменьшающейся к периферийной области. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 6 ил.



a)



б)

Фиг.1

RU 2514094 C1

RU 2514094 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H01Q 21/26* (2006.01)  
*H01Q 11/08* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013109011/08, 28.02.2013

(24) Effective date for property rights:  
28.02.2013

Priority:

(22) Date of filing: 28.02.2013

(45) Date of publication: 27.04.2014 Bull. № 12

Mail address:

101000, Moskva, ul. Mjasnitskaja, 20, NIU VShEh,  
Otdel po voprosam intellektual'noj sobstvennosti,  
Ermakovoj A.R.

(72) Inventor(s):

Elizarov Andrej Al'bertovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj  
issledovatel'skij universitet "Vysshaja shkola  
ehkonomiki" (RU)

(54) **MULTI-POLE ANTENNA (VERSIONS)**

(57) Abstract:

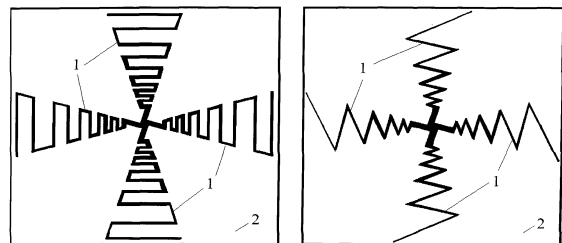
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: multi-pole antenna, having a dielectric substrate on which four identical half-wave dipoles are arranged symmetrically on a circle, each made in form of a resonance section of a periodic microstrip line with the width at the centre which is equal to a quarter of the average wavelength and linearly narrowing towards the peripheral region.

EFFECT: improved cross-polarisation properties while achieving rotating circular or elliptical polarisation and a uniform beam pattern in a wide frequency band, and overall dimensions of the antenna which are

considerably smaller than the maximum operating wavelength.

6 cl, 6 dwg



a)

b)

Фиг.1

R U 2 5 1 4 0 9 4 C 1

R U 2 5 1 4 0 9 4 C 1

Изобретение относится к антенной и микрополосковой технике и может быть использовано в устройствах для идентификации радиочастотных меток (RFID - Radio Frequency Identification), а также в радиометрии и аппаратуре связи.

Известны микрополосковые и полосковые антенны, различающиеся по конфигурации излучающего элемента - прямоугольные, дисковые, кольцевые, эллиптические, треугольные и др., выполненные на диэлектрических изолированных, экранированных, подвешенных и многослойных подложках, а также в виде щелей в металлических пластинах [Панченко Б.А., Нефедов Е.И. Микрополосковые антенны. М.: Радио и связь, 1986; Электродинамический расчет характеристик полосковых антенн. / Б.А. Панченко, С.Т. Князев и др. М.: Радио и связь, 2002; Wong K.-L. Compact and Broadband Microstrip Antennas. J.Wiley&Sons, Inc., 2002]. К недостаткам таких антенн и излучателей относится их узкополосность, определяемая резонансным режимом работы, а также примерное равенство габаритных размеров антенны и рабочей длины волны.

Наиболее близкими к предлагаемому изобретению являются плоские логопериодические антенны с различной формой излучающих структур, обладающие линейной поляризацией. В частности, известна микрополосковая антенна, содержащая диэлектрическую подложку с расположенным на ней импедансным проводником, выполненным в виде вписанной в равнобедренный треугольник периодической микрополосковой линии, начало и середины проводников которой соединены прямолинейным микрополосковым проводником, обладающей коэффициентом замедления  $n$  и длиной, не превышающей  $\lambda_{\text{макс}}/n$ , где  $\lambda_{\text{макс}}$  - максимальная длина волны рабочего диапазона, импедансный проводник выполнен в виде зигзаг-линии (по первому варианту) или в виде меандр-линии (по второму варианту) [Патент РФ на полезную модель №68188 Микрополосковая антенна. // А.А. Елизаров, Д.С. Кухаренко. Оpubл. в Бюл. №31, 2007 - прототип].

Такие антенны обладают осевым излучением с вращающейся круговой или эллиптической поляризацией, которая в дальней зоне излучения вырождается в линейную, что ухудшает кросс-поляризационные свойства таких структур и затрудняет возможности их применения для радиочастотной идентификации в диапазоне 866-915 МГц. Кроме того, для устойчивого считывания радиочастотных меток при наличии вблизи них металлических предметов и поверхностей, диаграмма направленности должна быть равномерной и не содержать изрезанностей.

Технической задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является создание малогабаритной широкополосной антенны с высокими кросс-поляризационными характеристиками и равномерной диаграммой направленности.

Поставленная техническая задача решается тем, что согласно предложенному изобретению мультипольная антенна по первому варианту содержит диэлектрическую подложку, на которой расположены симметрично по окружности, по меньшей мере, четыре идентичные полуволновые вибратора, каждый из которых выполнен в виде резонансного отрезка периодической микрополосковой линии с шириной в центре, равной четверти средней длины волны и линейно уменьшающейся к периферийной области.

Поставленная техническая задача решается также тем, что согласно предложенному изобретению мультипольная антенна по второму варианту содержит металлическую пластину, в которой вырезаны симметрично по окружности, по меньшей мере, четыре идентичные полуволновые вибратора, каждый из которых выполнен в виде резонансного отрезка периодической микрополосковой линии с шириной в центре, равной четверти средней длины волны и линейно уменьшающейся к периферийной

области.

Кроме того, мультипольная антенна по первому и второму вариантам выполнения дополнительно характеризуется тем, что каждый резонансный отрезок периодической микрополосковой линии выполнен в виде меандр-линии или в виде зигзаг-линии.

5 Техническим результатом, достигаемым при осуществлении всей совокупности заявляемых существенных признаков, является повышение кросс-поляризационных характеристик при достижении вращающейся круговой или эллиптической поляризации и равномерной диаграммы направленности в широкой полосе частот, а также габаритных размерах антенны, значительно меньших максимальной рабочей длины  
10 волны.

Предлагаемое изобретение иллюстрируется рисунками, где на фиг.1 показана конструкция и топология антенн-квадруполей на основе периодических резонансных отрезков микрополосковых линий меандр (фиг.1а) и зигзаг (фиг.1б) (обозначенных цифрами 1), выполненных на диэлектрических подложках из  
15 поликора с относительной диэлектрической проницаемостью 9,8 и габаритными размерами 200x200 (обозначенных цифрой 2);

на фиг.2 показаны варианты щелевых антенн на основе периодических резонансных отрезков микрополосковых линий меандр (фиг.2а) и зигзаг (фиг.2б), вырезанных в  
20 металлических пластинах с теми же габаритными размерами. Диапазон рабочих частот предлагаемых вариантов антенн 866-915 МГц;

на фиг.3 и 4 показаны результаты расчета комплексного коэффициента  $S_{11}$  и коэффициента стоячей волны напряжения (КСВН) от частоты соответственно для микрополосковой меандровой антенны (фиг.1а), полученные численно с помощью  
25 программных средств AWR Design Environment v9.0;

на фиг.5 и 6 показаны диаграммы направленности для микрополосковой меандровой антенны (фиг.1а), в плоскостях хz и ху соответственно, рассчитанные для случаев  
30 левосторонней и правосторонней круговой поляризации.

Работа мультипольной антенны основана на интерференции колебаний полуволновых вибраторов, синфазно возбуждаемых с помощью коаксиальной линии в случае  
35 микрополосковых проводников или с помощью рупора в случае щелевых линий. Также работа мультипольной антенны осуществляется на использовании в ее конструкции отрезков периодических микрополосковых или щелевых линий типа «зигзаг» или «меандр», обладающих замедлением фазовой скорости волны. Экспериментально  
40 полученные дисперсионные характеристики для микрополосковой зигзаг-линии показали достаточно равномерное изменение коэффициента замедления в рабочем диапазоне частот антенны от 4 до 6, а для меандр-линии - от 6 до 8. Это позволяет прямо пропорционально величине коэффициента замедления уменьшать геометрические  
45 размеры таких структур при сохранении их прежней электрической длины [Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем. М., Радио и связь, 2002]. При этом максимальные длины волн антенн будут определяться их максимальной электрической длиной, а минимальные - точностью изготовления структур вблизи точек возбуждения.

Как известно, при возбуждении периодической структуры возможно два режима  
50 работы: в первом - электромагнитная волна сосредотачивается вблизи структуры без излучения, а во втором - наблюдается излучение электромагнитных волн в окружающее пространство [Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических

замедляющих систем. М., Радио и связь, 2002]. Режим работы периодической структуры определяется соотношением между коэффициентом фазы питающей волны, распространяющейся вдоль структуры, и периодом структуры. При малом периоде по сравнению с длиной волны излучение отсутствует, а при их совпадении происходит интенсивное резонансное излучение. В этом случае энергия питающей волны на конечном участке структуры практически полностью преобразуется в энергию излученных электромагнитных волн, а возбуждение структуры за областью излучения резко уменьшается, что не нарушает режим работы антенны. Период структуры у предложенных вариантов антенн является переменным, постепенно увеличиваясь в направлении от точки возбуждения. Это позволяет объяснить отсечку тока в периодической системе наличием для любой волны конечной области, для которой реализуется режим резонансного излучения. Таким образом, предлагаемые антенны являются частотно-независимыми, поскольку имея конечные размеры, сохраняют все свойства бесконечных периодических структур.

Возможность коррекции изрезанности диаграммы направленности мультипольной антенны достигается за счет снижения потерь на отражение волн, возникающих при согласовании вибраторов с возбуждающими их линиями и с внешним воздушным пространством, волновое сопротивление которого составляет  $120\pi \approx 376,7$  (Ом). Для представленных на фиг.1а и 1б мультипольных антенн волновое сопротивление вибраторов в точках возбуждения должно составлять 50 или 75 Ом, что определяется волновым сопротивлением стандартных коаксиальных линий. Для мультипольных антенн с щелевыми вибраторами, представленных на фиг.2а и 2б, волновое сопротивление возбуждающего их рупора еще меньше 20-60 Ом. Если при этом ширина проводников или щелей, образующих вибраторы антенны, остается постоянной, наблюдается отражение волн, связанное с разницей их волновых сопротивлений и воздушного пространства. Поэтому в предлагаемых вариантах мультипольной антенны для увеличения волнового сопротивления вибраторов по длине и снижения потерь на отражение, ширина микрополоскового проводника или щели выполняется линейно уменьшающейся от точек возбуждения в центре - к периферийной области. Такая зависимость сопротивления проводника  $R$  от изменения ее ширины  $W$  (без учета дисперсии), близка к линейной и может быть вычислена, например, для зигзаг-линии, по формуле:  $R = \rho / (W \cos \Phi)$ , где  $\rho$  - удельное сопротивление материала проводника (для меди  $0,0175$  (Ом·мм<sup>2</sup>/м)),  $\Phi$  - угол, образуемый проводником зигзаг-линии по направлению к продольной оси [Патент РФ на изобретение №2 369 949. Рупорная антенна. // А.А. Елизаров. Опубл. в Бюл. №28, 2009].

Возможность достижения поставленной цели подтверждается также результатами численного эксперимента квадрупольной меандровой антенны (фиг.1а), полученными с помощью программных средств AWR Design Environment v9.0. Антенна выполнена на подложке из поликора с относительной диэлектрической проницаемостью 9,8, габаритными размерами 200×200 и предназначена для идентификации радиочастотных меток на частотах 866-915 МГц. На фиг.3 показана зависимость комплексного коэффициента  $S_{11}$  от частоты, свидетельствующая о наличии минимумов отражения на резонансных частотах 866 и 915 МГц. Величина коэффициента стоячей волны при этом, как следует из графика на фиг.4, не превышает 1,8, что подтверждает хорошее согласование. Далее представлены диаграммы направленности моделируемой антенны для правосторонней и левосторонней круговой поляризации для плоскости  $xz$  (фиг.5) и плоскости  $xy$  (фиг.6). Полученные диаграммы свидетельствуют о наличии у данной антенны ярко выраженной левосторонней круговой поляризации. Диаграммы излучения

достаточно равномерны и не обладают какой-либо изрезанностью.

Достоинством предложенного изобретения является возможность достижения у мультипольных антенн вращающейся круговой или эллиптической поляризации и равномерной диаграммы направленности в широкой полосе частот, что обеспечивается за счет возможности согласования вибраторов с возбуждающими их линиями и внешним воздушным пространством, при габаритных размерах антенны значительно меньших максимальной рабочей длины волны.

#### Формула изобретения

1. Мультипольная антенна, содержащая диэлектрическую подложку, на которой расположены симметрично по окружности, по меньшей мере, четыре идентичные полуволновые вибратора, каждый из которых выполнен в виде резонансного отрезка периодической микрополосковой линии с шириной в центре, равной четверти средней длины волны и линейно уменьшающейся к периферийной области.

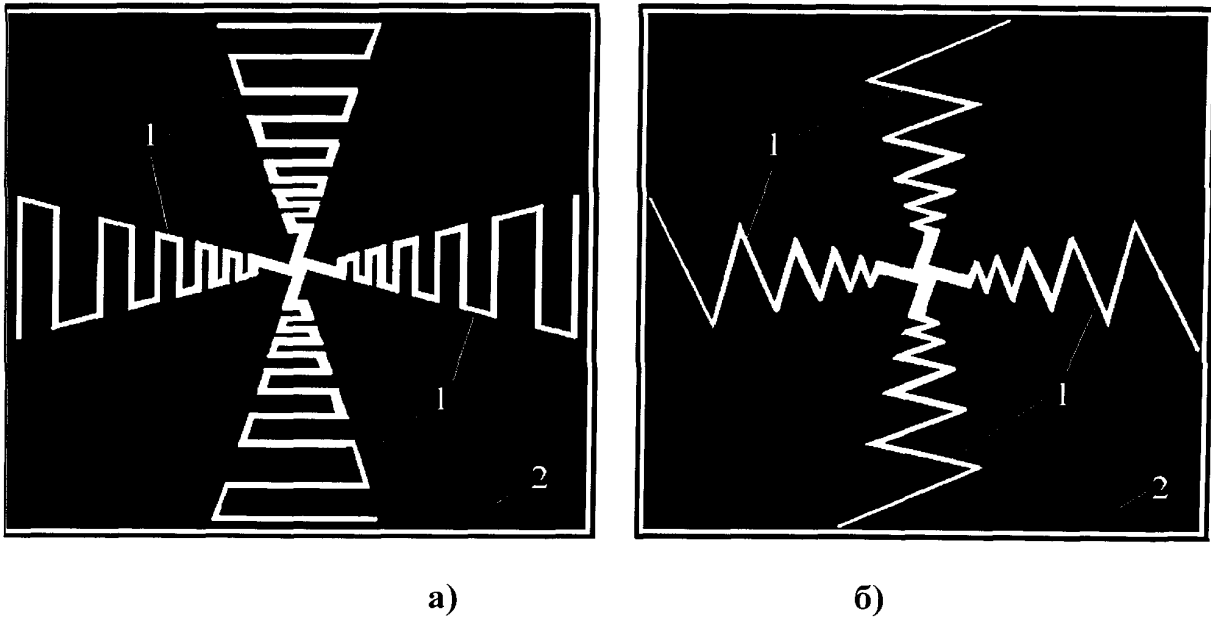
2. Мультипольная антенна по п.1, отличающаяся тем, что каждый резонансный отрезок периодической микрополосковой линии выполнен в виде меандр-линии.

3. Мультипольная антенна по п.1, отличающаяся тем, что каждый резонансный отрезок периодической микрополосковой линии выполнен в виде зигзаг-линии.

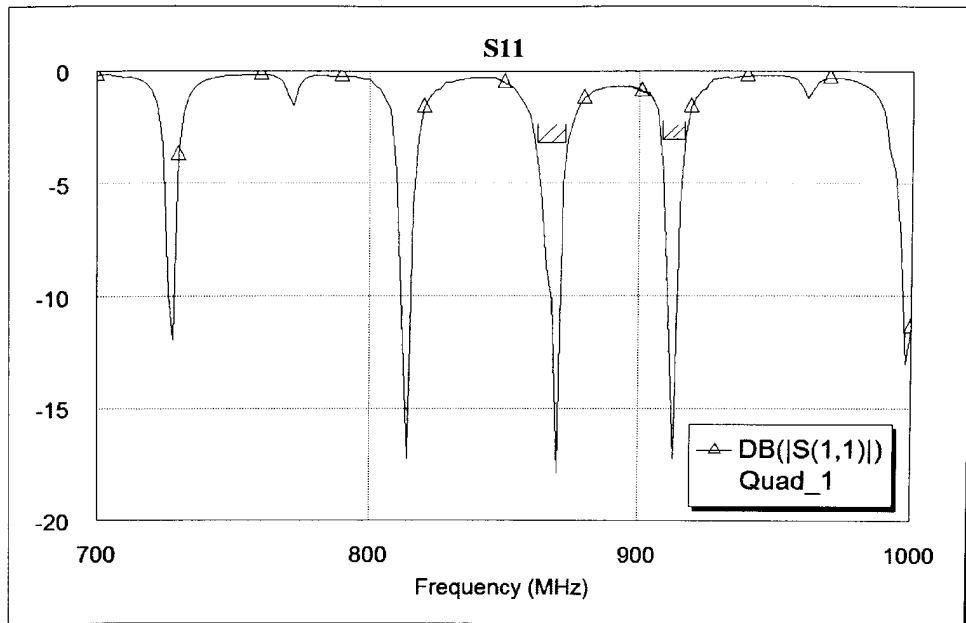
4. Мультипольная антенна, содержащая металлическую пластину, в которой вырезаны симметрично по окружности, по меньшей мере, четыре идентичные полуволновые вибратора, каждый из которых выполнен в виде резонансного отрезка периодической микрополосковой линии с шириной в центре, равной четверти средней длины волны и линейно уменьшающейся к периферийной области.

5. Мультипольная антенна по п.4, отличающаяся тем, что каждый резонансный отрезок периодической микрополосковой линии выполнен в виде меандр-линии.

6. Мультипольная антенна по п.4, отличающаяся тем, что каждый резонансный отрезок периодической микрополосковой линии выполнен в виде зигзаг-линии.

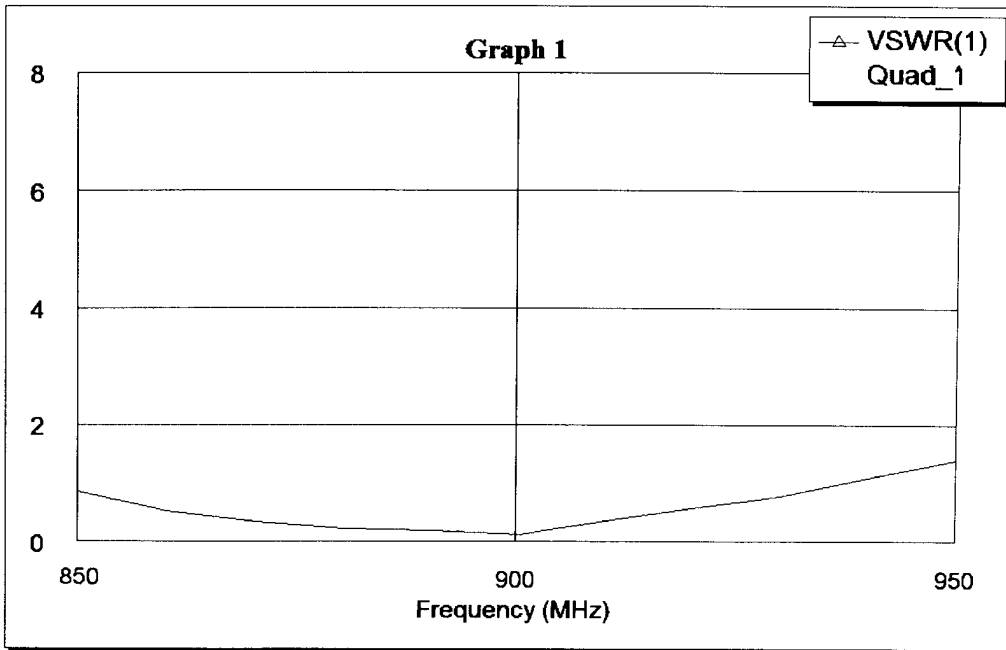


Фиг.2

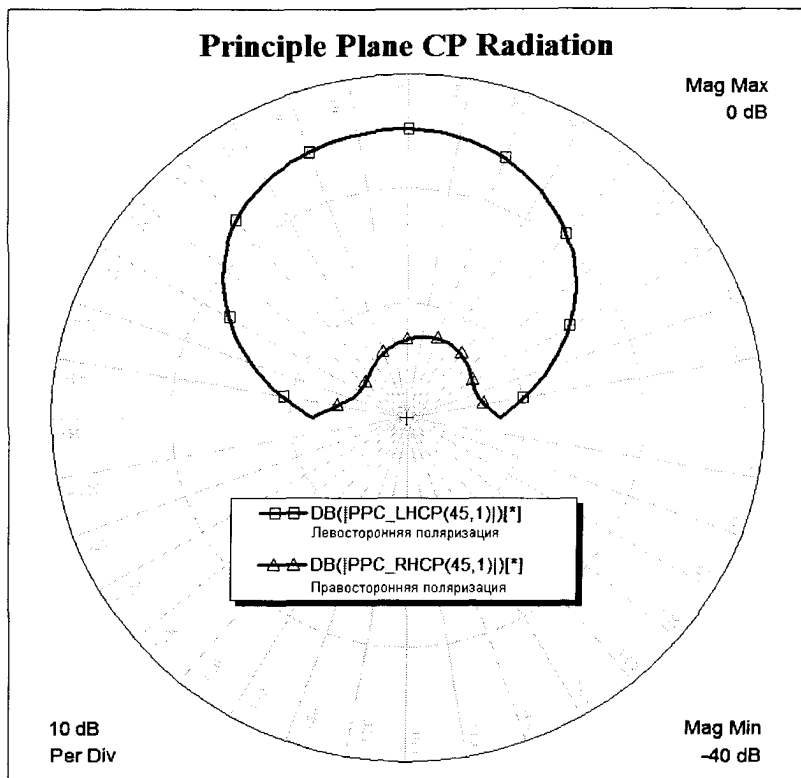


Фиг.3

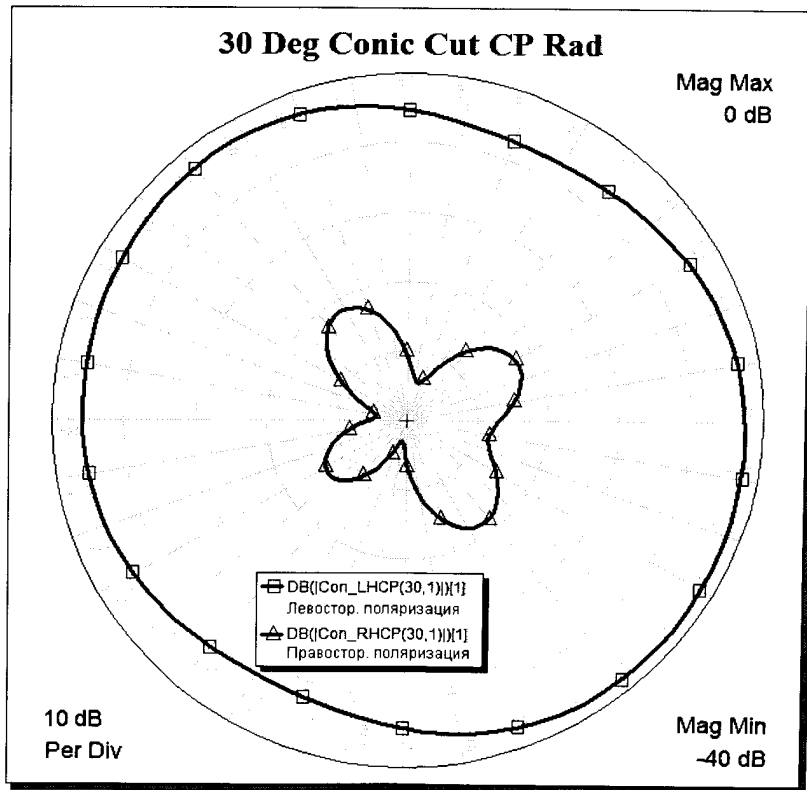




Фиг.4



Фиг.5



Фиг.6