



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011107259/07, 28.02.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.02.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.02.2011

(45) Опубликовано: 27.03.2012 Бюл. № 9

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2380802 C1, 27.01.2010. RU 2336615
C1, 20.10.2008. RU 2181519 C1, 14.05.2001. JP
2910529795 T, 26.08.2010. US 2005237264 A1,
27.10.2005. US 2009167621 A1, 02.07.2009.

Адрес для переписки:

105064, Москва, ул. Казакова, 16, ФГУП
ордена Трудового Красного Знамени
Научно-исследовательский институт Радио

(72) Автор(ы):

**Сомов Анатолий Михайлович (RU),
Бабинцев Алексей Витальевич (RU)**

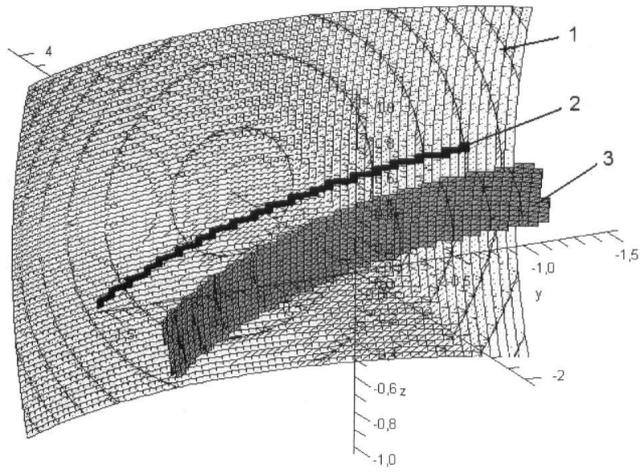
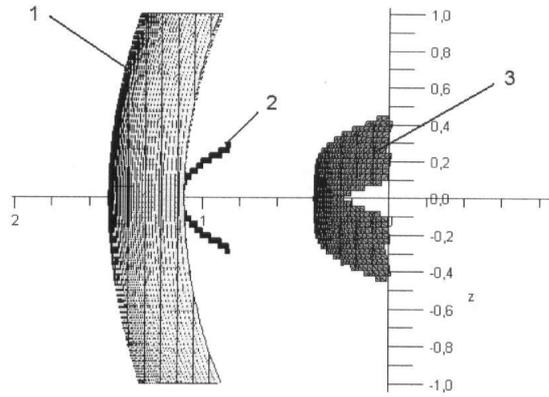
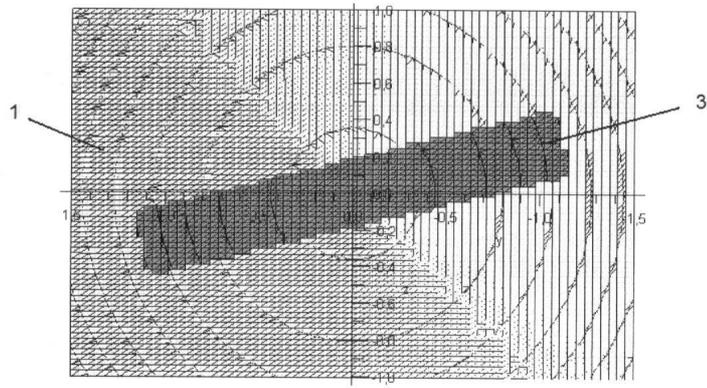
(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное унитарное
предприятие ордена Трудового Красного
Знамени Научно-исследовательский
институт Радио (RU)****(54) МНОГОЛУЧЕВАЯ ДВУХЗЕРКАЛЬНАЯ АНТЕННА ДЛЯ ПРИЕМА СИГНАЛОВ СО
СПУТНИКОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА КРАЮ ВИДИМОГО СЕКТОРА ГСО**

(57) Реферат:

Изобретение относится к антеннам и предназначено для использования в составе радиотехнических устройств спутниковой связи в ОВЧ и УВЧ диапазонах. Технический результат заключается в обеспечении высокого коэффициента усиления многолучевой двухзеркальной антенны, специально предназначенной для приема сигналов со спутников, находящихся на краю видимого участка геостационарной орбиты, которую не нужно устанавливать наклонно к земной поверхности. Указанный технический результат достигается тем, что предлагается многолучевая двухзеркальная антенна, содержащая основное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, дополнительное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности

из поверхности, образованной вращением линии второго порядка (эллипса или гиперболы), один из двух фокусов которой совпадает с фокусом параболы, вокруг той же оси, и линейку облучателей, фазовые центры которых расположены в фокусе линии второго порядка, причем вырезка основного зеркала осуществляется из поверхности, образованной вращением параболы относительно оси, наклоненной под углом, равным углу наклона обслуживаемого участка геостационарной орбиты к линии горизонта, к нормали к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенных к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, так, что верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости, а кромки дополнительного зеркала и линия размещения облучателей наклонены к указанной плоскости. 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011107259/07, 28.02.2011**

(24) Effective date for property rights:
28.02.2011

Priority:

(22) Date of filing: **28.02.2011**

(45) Date of publication: **27.03.2012 Bull. 9**

Mail address:

**105064, Moskva, ul. Kazakova, 16, FGUP ordena
Trudovogo Krasnogo Znameni Nauchno-
issledovatel'skij institut Radio**

(72) Inventor(s):

**Somov Anatolij Mikhajlovich (RU),
Babintsev Aleksej Vital'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje ordena Trudovogo Krasnogo Znameni
Nauchno-issledovatel'skij institut Radio (RU)**

(54) **MULTIBEAM DOUBLE-REFLECTOR ANTENNA FOR RECEIVING SIGNALS FROM SATELLITES ON EDGE OF VISIBLE GEOSTATIONARY ORBIT SECTOR**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: disclosed is a multibeam double-reflector antenna, having a main reflector which is a cut of a portion of a surface formed by turning a parabola about an axis lying in the plane of the parabola and perpendicular to the focal axis of the parabola, an additional reflector which is a cut of a portion of a surface formed by turning a second-order line (ellipse or hyperbola), one of the two foci of which coincides with the focus of the parabola, about the same axis, and a line of radiators whose phase centres lie on the focus of the second-order line. Said portion of the main reflector is cut from a surface formed by turning a parabola about an axis inclined at an angle equal to the angle of inclination of serviced section of the geostationary orbit to the horizon line, to the normal to the plane passing through the point where the antenna is located and two points lying infinitely near to centre of the serviced section of the geostationary orbit such that the top and bottom edges of the reflector lie in parallel to said plane, and the edges of the additional reflector and the line of radiators are inclined to said plane.

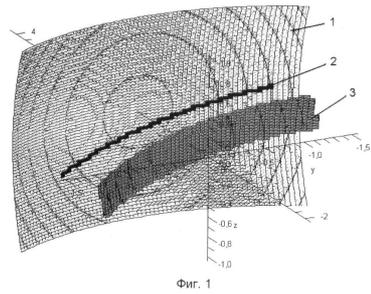
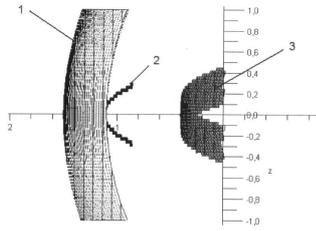
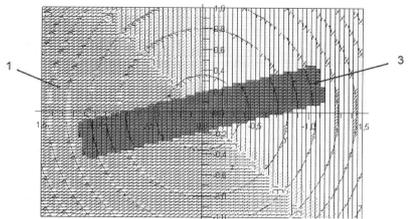
EFFECT: high gain of the multibeam double-reflector antenna which is specifically meant to receive signals from satellites located on the edge

of the visible section of the geostationary orbit, which does not need to be inclined to the earth's surface.

1 cl, 5 dwg

RU 2 4 4 6 5 2 4 C 1

RU 2 4 4 6 5 2 4 C 1



R U 2 4 4 6 5 2 4 C 1

R U 2 4 4 6 5 2 4 C 1

Изобретение относится к антеннам и предназначено для использования в составе радиотехнических устройств спутниковой связи в ОВЧ и УВЧ диапазонах.

Известны конструкции многолучевых зеркальных антенн, позволяющие осуществить формирование нескольких отклоненных диаграмм в некотором секторе углов (пат. Россия 2380802, Н01Q 19/19, 2336615, Н01Q 15/00, 2181519, Н01Q 19/18, 2342748, Н01Q 19/10, пат. США 4786910, Н01Q 25/00).

Из известных конструкций наиболее близкой по технической сущности является многолучевая антенна (МЛА), описанная в книге Сомова «Метод фрагментации для расчета шумовой температуры антенн» (2008 г., стр.175-186), которая способна принимать сигналы одновременно от каждого из нескольких искусственных спутников Земли (ИСЗ), находящихся на геостационарной орбите (ГСО), через парциальную диаграмму (луч). Антенна содержит зеркало сферической формы, формирующееся путем вырезки из рефлектора, образованного путем вращения параболы, дополнительное зеркало, формирующееся путем вырезки из рефлектора, образованного вращением линии второго порядка (эллипса или гиперболы), один из двух фокусов которой совпадает с фокусом параболы, и решетку облучателей, фазовые центры которых расположены в фокусе линии второго порядка

К одному из недостатков такой конструкции МЛА относится неудобство приема сигналов со спутников, находящихся на «краях» видимого сектора ГСО, которое выражается в том, что антенну необходимо располагать под наклоном к земной поверхности.

Технический результат заключается в обеспечении высокого коэффициента усиления многолучевой двухзеркальной антенны, специально предназначенной для приема сигналов с «краевых» спутников, которую не нужно устанавливать наклонно к земной поверхности.

Указанный технический результат достигается тем, что предлагается многолучевая двухзеркальная антенна, содержащая основное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, дополнительное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением линии второго порядка (эллипса или гиперболы), один из двух фокусов которой совпадает с фокусом параболы, вокруг той же оси, и линейку облучателей, фазовые центры которых расположены в фокусе линии второго порядка, причем вырезка основного зеркала осуществляется из поверхности, образованной вращением параболы относительно оси, наклоненной под углом, равным углу наклона обслуживаемого участка геостационарной орбиты к линии горизонта, к нормали к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенных к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, так, что верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости, а кромки дополнительного зеркала и линия размещения облучателей наклонены к указанной плоскости.

В декартовой системе координат поверхность основного зеркала МЛА описывается следующей формулой:

$$5 \left\{ \begin{array}{l} (y \sin(\alpha) + z \cos(\alpha))^4 - 4R_3^2(y \sin(\alpha) + z \cos(\alpha))^2 - 4R_3^2(x + \frac{R_3}{2})^2 + \\ (y \cos(\alpha) - z \sin(\alpha))^2 + 4R_3^4 = 0 \\ |z| \leq \frac{D_L}{2}, |y| \leq \frac{D_T}{2}, x \geq 0 \end{array} \right. ,$$

где α - угол наклона к линии горизонта обслуживаемого видимого участка ГСО;
 R_3 - радиус окружности основного зеркала антенны; D_L - размер раскрыва антенны в
 10 продольной плоскости; D_T - размер раскрыва антенны в поперечной плоскости; $x, y,$
 z - координаты. Начало координат - расположение «центрального» фокуса параболы,
 куда фокусируется сигнал, отраженный от основного зеркала МЛА, со спутника,
 находящегося посередине обслуживаемого сектора ГСО.

В той же декартовой системе координат поверхность дополнительного зеркала
 15 МЛА описывается следующей формулой:

$$20 \left\{ \begin{array}{l} ((\frac{1}{2}R_3 + \frac{f_c * e}{e-1} - \sqrt{(x + \frac{R_3}{2})^2 + (y * \cos(\alpha) - z * \sin(\alpha))^2})^2 * (e-1)^2 - (y * \sin(\alpha) + \\ z * \cos(\alpha))^2 * \frac{e-1}{e+1} - f_c^2) * ((\frac{1}{2}R_3 + \frac{f_c * e}{e-1} + \sqrt{(x + \frac{R_3}{2})^2 + (y * \cos(\alpha) - z * \sin(\alpha))^2})^2 * \\ (e-1)^2 - (y * \sin(\alpha) + z * \cos(\alpha))^2 * \frac{e-1}{e+1} - f_c^2) = 0 \\ |y * \sin(\alpha) + z * \cos(\alpha)| \leq \frac{DC_L}{2} \\ |y * \cos(\alpha) + z * \sin(\alpha)| \leq \frac{DC_T}{2} \\ x \geq 0 \\ \sqrt{(x + \frac{R_3}{2})^2 + (y * \cos(\alpha) - z * \sin(\alpha))^2} < \frac{1}{2}R_3 + \frac{f_c * e}{e-1} \end{array} \right.$$

где DC_L - размер раскрыва контррефлектора в продольной плоскости; DC_T - размер
 35 раскрыва контррефлектора в поперечной плоскости; e - эксцентриситет гиперболы; f_c -
 фокус гиперболы. Последнее условие указывает на то, что во вращении участвует
 только одна из двух ветвей гиперболы.

Линия расположения фазовых центров облучателей МЛА в той же декартовой
 40 системе координат описывается формулой

$$(x + \frac{R_3}{2})^2 + (y \cos(\alpha) - z \sin(\alpha))^2 = \left(\frac{R_3}{2} + \frac{2 * f_c * e}{e-1} \right)^2$$

При наводке облучателя на обслуживаемый спутник в силу нелинейности видимого
 45 участка ГСО фазовый центр облучателя будет немного отстоять от указанной выше
 линии, что приводит к незначительному понижению коэффициента усиления антенны.

Для пояснения устройства предлагаемой двухзеркальной МЛА используются фиг.1
 - изображение антенны в декартовой системе координат в трех различных проекциях,
 фиг.2 - парабола, гипербола и ось вращения, фиг.3 - видимый участок ГСО, фиг.4 - ход
 50 лучей в геометрооптическом представлении, фиг.5 - расположение диаграмм
 направленности.

Двухзеркальная антенна содержит основное зеркало (рефлектор) 1, линейку

облучателей, фазовые центры которых расположены на линии 2 и дополнительное зеркало (контррефлектор) 3 (фиг.1).

Основное зеркало 1, используемое для формирования поля отраженной волны с плоским фазовым фронтом в режиме передачи или квазисферической волны в режиме приема, выполнено в виде вырезки из поверхности, образованной вращением параболы относительно оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной ее фокальной оси (фиг.2), наклоненной под углом α к нормали к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенных к центру обслуживаемого участка (фиг.3) геостационарной орбиты точки. Причем верхняя и нижняя кромки основного зеркала расположены параллельно указанной плоскости.

Угол α равен углу наклона обслуживаемого участка ГСО (фиг.3) к линии горизонта.

Контррефлектор 3 может быть сформирован по любой из известных схем двухзеркальных антенн, что не меняет суть изобретения. В частности, если контррефлектор выполнен по классической схеме Кассегрена, то он получается путем вырезки из поверхности, образованной вращением гиперболы относительно той же оси, вокруг которой осуществляется вращение параболы при формировании основного зеркала (фиг.2). Причем гипербола лежит в той же плоскости, что и парабола, и один из двух фокусов гиперболы совпадает с фокусом параболы. При этом кромки контррефлектора наклонены к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенных к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки.

Линейка облучателей, фазовые центры которых расположены на линии 2 (фиг.1), состоит из облучателей, в качестве которых могут быть использованы рупорные, спиральные, щелевые и др. одиночные или групповые (кластерные) излучатели, что не влияет на суть заявляемого решения, но обладающие фазовым или "частичным фазовым" центром. Линия 2, на которой размещены фазовые центры облучателей двухзеркальной МЛА, расположена в плоскости вращения фокальной оси параболы и является частью окружности с радиусом $r=R_3/2+2f_c * e/(e-1)$ и с центром на оси вращения. Плоскость расположения линии 2 наклонена к плоскости горизонта под углом α .

Предложенная антенна на передачу работает следующим образом (фиг.4). Каждый облучатель излучает электромагнитное поле со сферическим фазовым фронтом в пределах угла раскрытия контррефлектора и фазовым центром, совпадающим с одним из фокусов гиперболы. Геометрооптические лучи этих полей отражаются в соответствующих точках контррефлектора и образуют новую сферическую волну, но с фазовым центром, совпадающим с другим фокусом. В свою очередь, переотраженные от контррефлектора геометрооптические лучи попадают на основное зеркало, где вновь отражаются, формируя волны с плоским фазовым фронтом. Места расположения и ориентации облучателей относительно основного зеркала определяются расположением обслуживаемых спутников на ГСО.

В режиме приема предложенная антенна работает следующим образом (фиг.4). Геометрооптические лучи парциальных диаграмм направленности, приходящие на основное зеркало в виде волн с плоским фазовым фронтом, отражаются от основного зеркала, концентрируясь в фокусе основного зеркала, совпадающим с одним из фокусов гиперболы. Затем отраженные от основного зеркала лучи вновь отражаются от контррефлектора, концентрируясь уже в другом фокусе гиперболы, где и устанавливается фазовый центр облучателя.

Предлагаемое изобретение позволяет сформировать набор парциальных диаграмм

направленности, пример которых изображен на фиг.5. На рисунке по оси абсцисс отложены углы в радианах, по оси ординат - уровень диаграммы направленности в дБ.

Предлагаемое изобретение позволяет принимать сигналы со спутников, находящихся на краю видимого участка ГСО, без необходимости наклонять антенну к плоскости горизонта.

Возможны различные модификации предлагаемого изобретения, что не меняет суть рассматриваемой конструкции, т.е. заявленное в изобретении решение является общим для двухзеркальных антенн, формирующих многолучевую диаграмму направленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

1. Сомов А.М., Бабинцев А.В. Многолучевая зеркальная антенна для спутниковых систем связи // Труды НИИР. - 2010. - №1. - С.35-42.

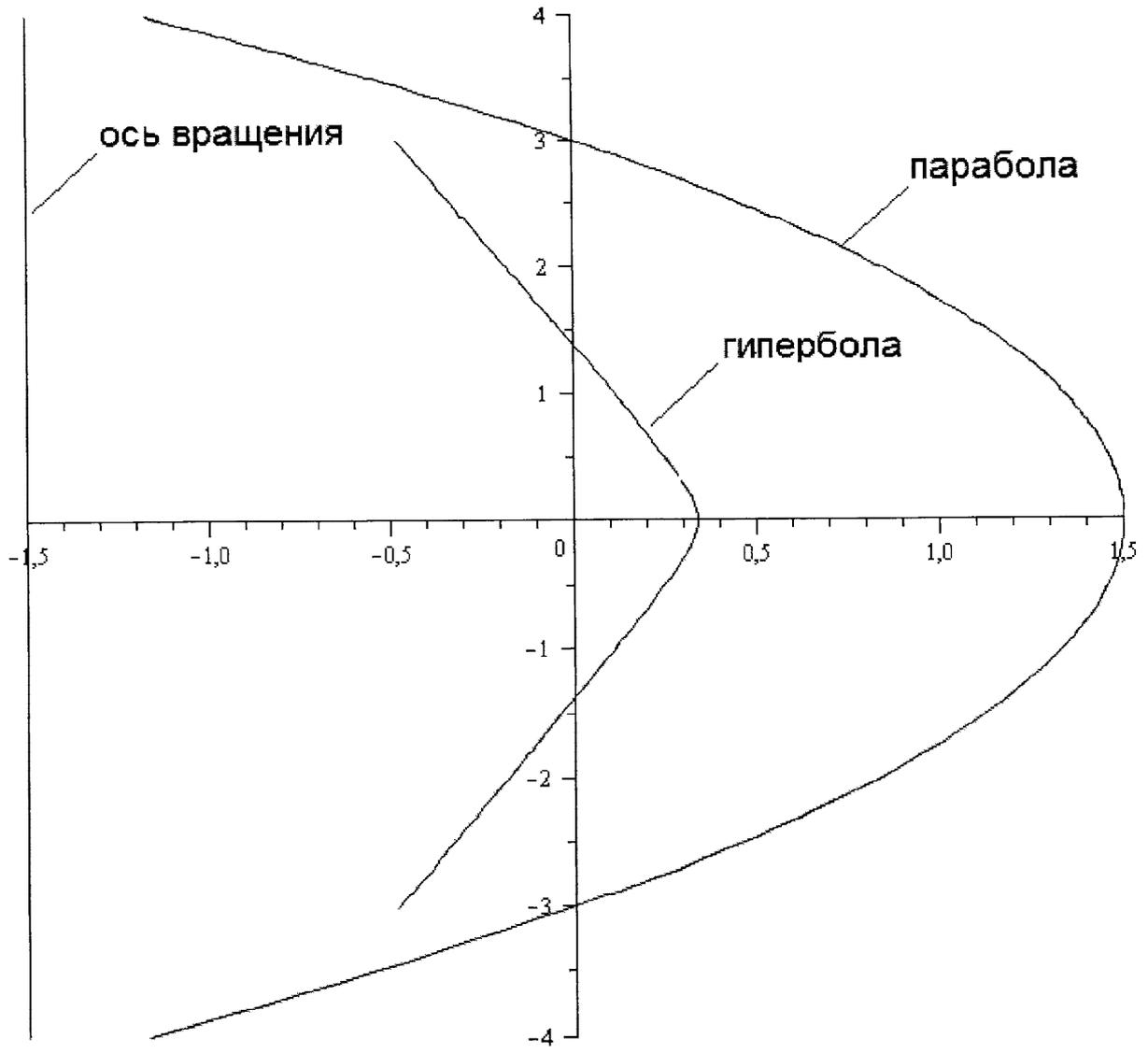
2. Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терешин О.Н. Антенны УКВ. Ч.1. - М.: Связь, 1977.-382 с.

3. Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терешин О.Н. Антенны УКВ. Ч.2. - М.: Связь, 1977. - 288 с.

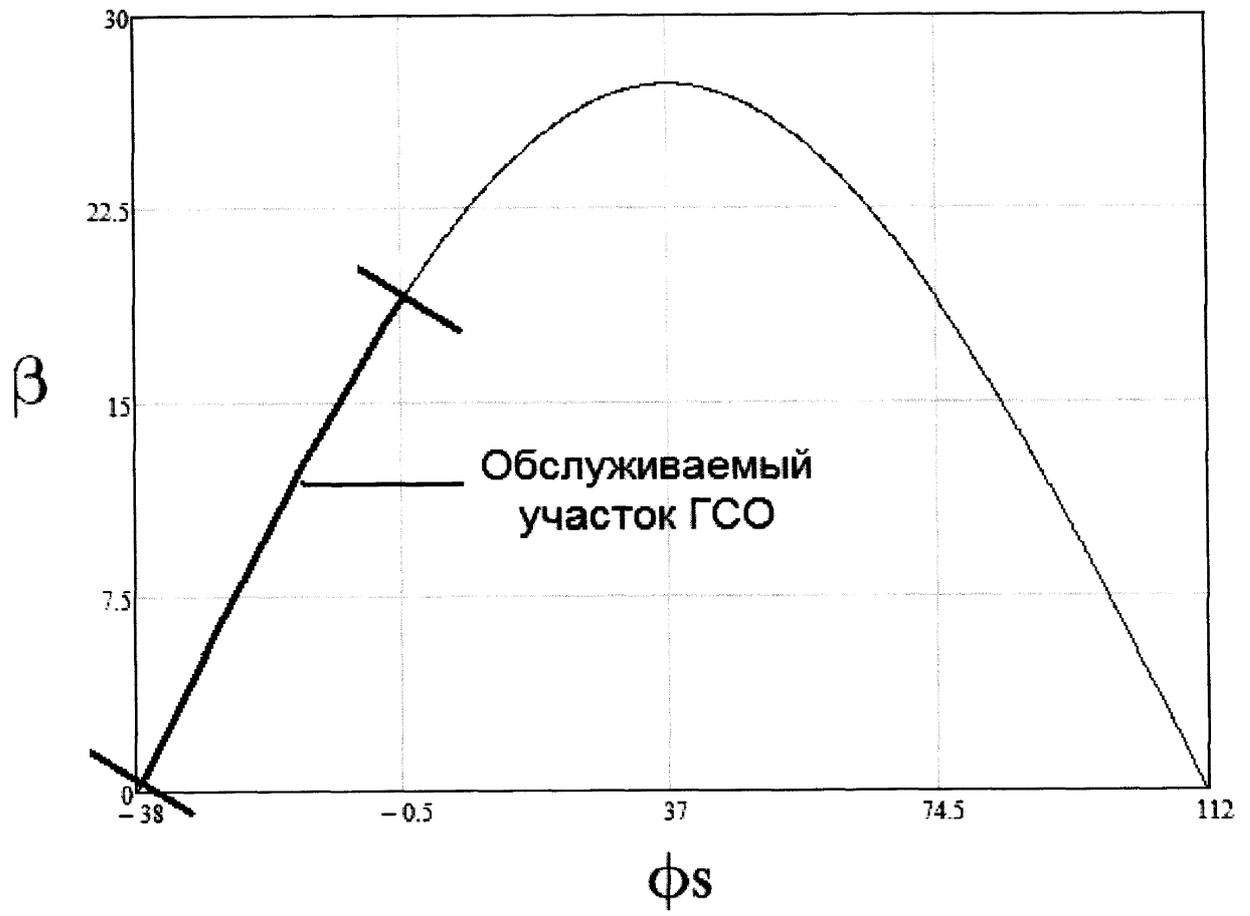
4. Сомов А.М. Метод фрагментации для расчета шумовой температуры антенн. - М.: Горячая линия - телеком, 2008. - С.175-186.

Формула изобретения

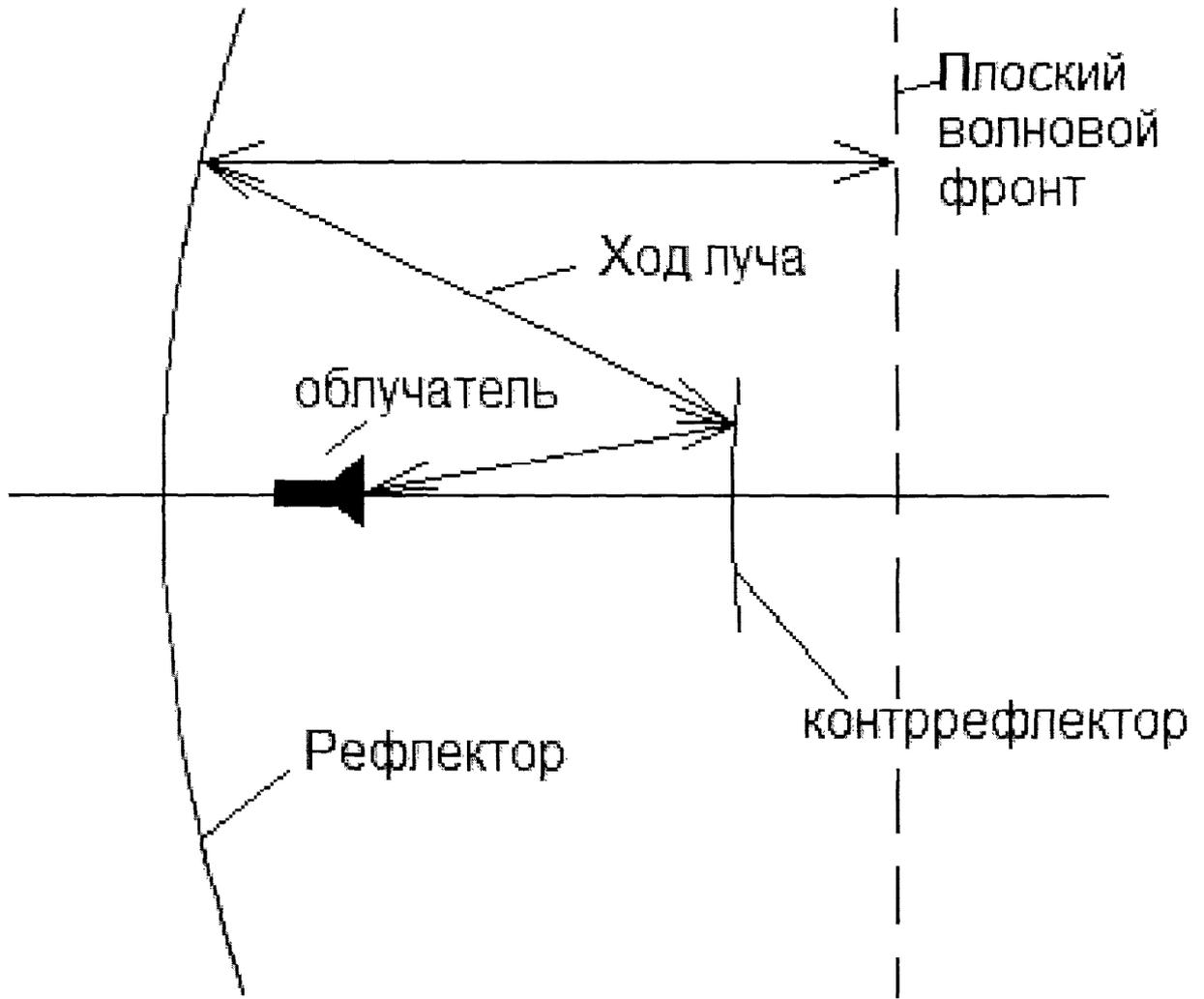
Многолучевая двухзеркальная антенна, содержащая основное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, дополнительное зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением линии второго порядка (эллипса или гиперболы), один из двух фокусов которой совпадает с фокусом параболы, вокруг той же оси, и линейку облучателей, фазовые центры которых расположены в фокусе линии второго порядка, отличающаяся тем, что вырезка основного зеркала осуществляется из поверхности, образованной вращением параболы относительно оси, наклоненной под углом, равным углу наклона обслуживаемого участка геостационарной орбиты к линии горизонта, к нормали к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенных к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, так, что верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости, а кромки дополнительного зеркала и линия размещения облучателей наклонены к указанной плоскости.



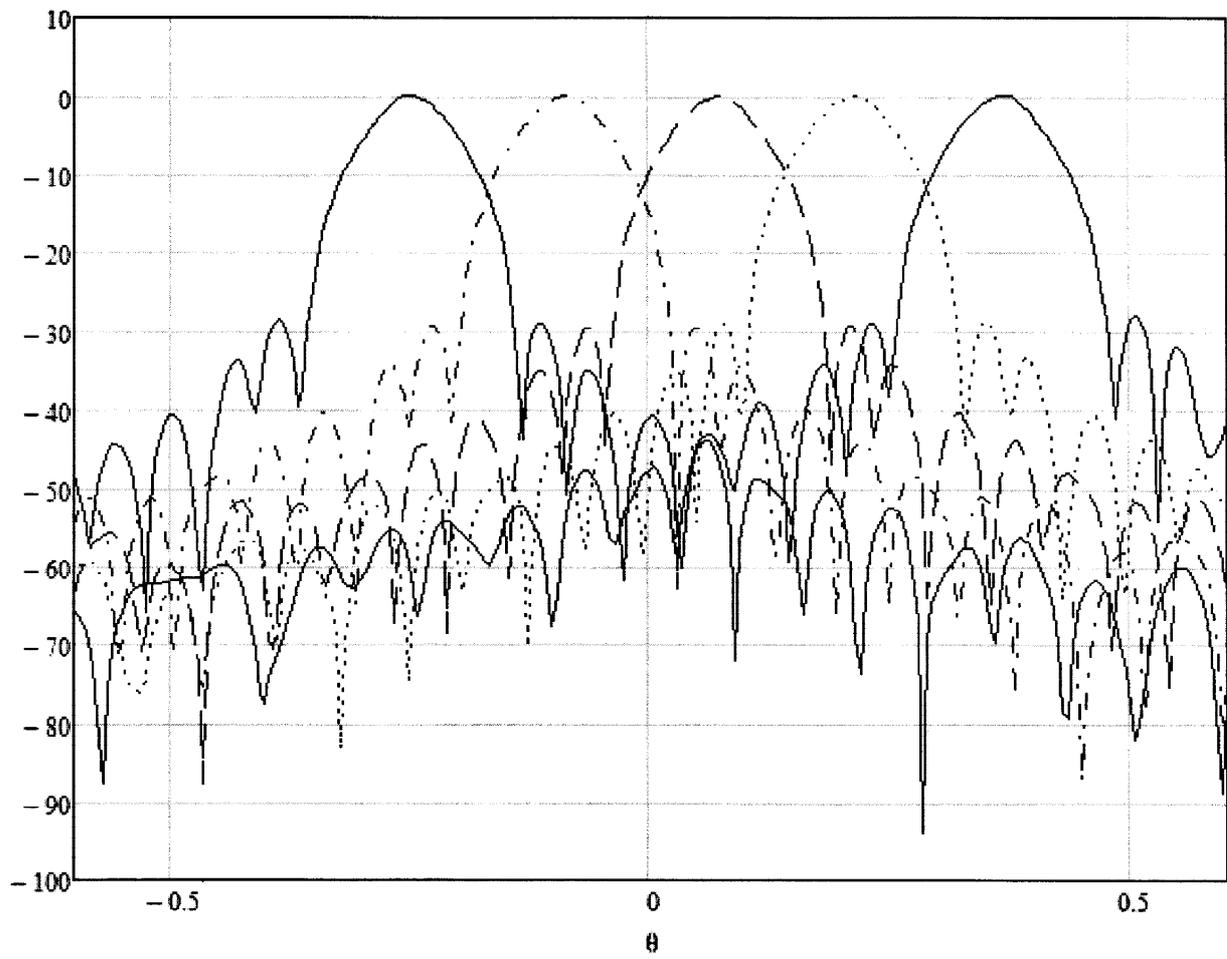
ФИГ. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5