



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011107262/07, 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):

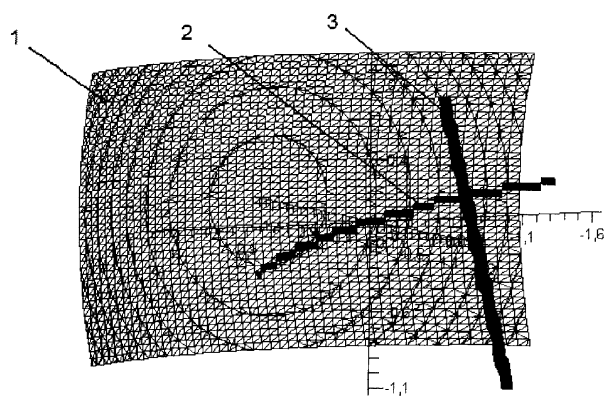
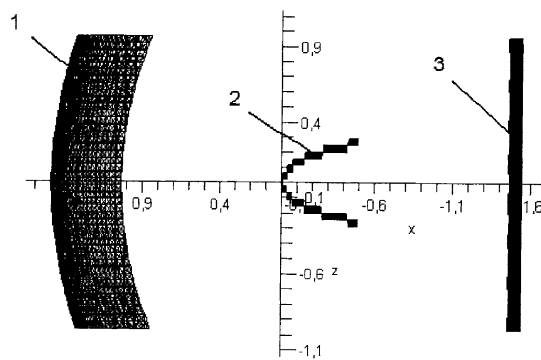
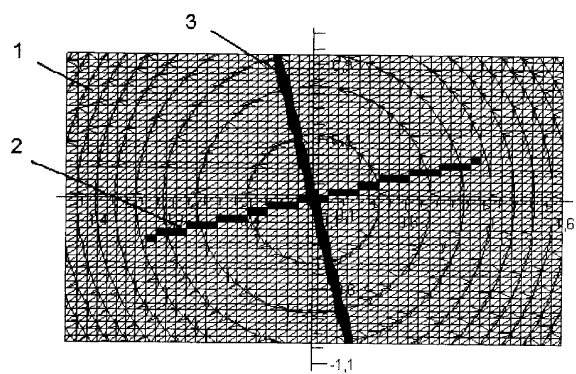
Федеральное государственное унитарное  
 предприятие ордена Трудового Красного  
 Знамени Научно-исследовательский  
 институт Радио (RU)

## (54) МНОГОЛУЧЕВАЯ ОДНОЗЕРКАЛЬНАЯ 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 однозеркальной 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 антенна, содержащая зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в

плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, и линейку облучателей, расположенных на середине радиуса вращения и в фокусе параболы, причем вырезка 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 расположенные к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, так что верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости, а линия размещения облучателей наклонена к указанной плоскости. 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011107262/07, 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  
predpriятие ordena Trudovogo Krasnogo Znameni  
Nauchno-issledovatel'skij institut Radio (RU)**

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

(57) Abstract:

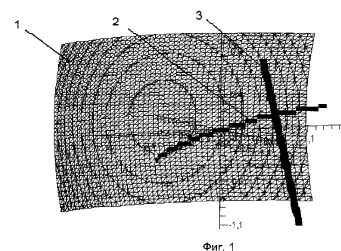
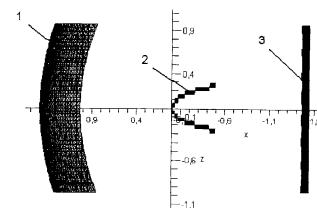
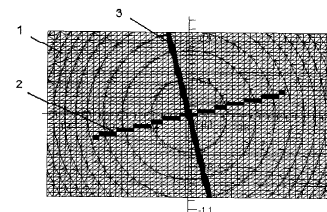
FIELD: physics.

SUBSTANCE: disclosed is a multi-beam antenna, having a 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, and a line or radiators lying on the middle of the radius of rotation and at the focal point of the parabola. Said portion 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 line of radiators is inclined to said plane.

EFFECT: high gain of the multibeam single-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.

5 dwg



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. RU 2380802, H01Q 19/19, 2336615, H01Q 15/00, 2181519, H01Q 19/18, 2342748, H01Q 19/10, пат. США 4786910, H01Q 25/100).

Из известных конструкций наиболее близкой по технической сущности является многолучевая антенна (МЛА), описанная в статье Сомова и Бабинцева «Многолучевая зеркальная антенна для спутниковых систем связи» (сборник научных статей «Труды НИИР», 2010 г., №1, стр.35-42), которая способна принимать сигналы одновременно от каждого из нескольких искусственных спутников Земли (ИСЗ), находящихся на геостационарной орбите (ГСО), через парциальную диаграмму (луч). Антенна содержит параболическое зеркало, имеющее прямоугольную форму раскрыва и формирующееся путем вырезки из рефлектора, образованного путем вращения параболы, и решетку облучателей, расположенных в фокусах зеркала.

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 однозеркальной 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 антенна, содержащая зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, и линейку облучателей, расположенных на середине радиуса вращения и в фокусе параболы, причем вырезка 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 расположенные к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, так что верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости, а линия размещения облучателей наклонена к указанной плоскости.

В декартовой системе координат поверхность зеркала МЛА описывается следующей формулой:

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

где  $\alpha$  - угол наклона к линии горизонта обслуживаемого видимого участка ГСО;  $R_3$  - радиус окружности зеркала антенны;  $D_L$  - размер раскрыва антенны в продольной плоскости;  $D_T$  - размер раскрыва антенны в поперечной плоскости;  $x, y, z$  - координаты. Начало координат - расположение «центрального» облучателя,

принимающего сигнал со спутника, находящегося посередине обслуживаемого сектора ГСО.

Линия расположения фазовых центров облучателей антенны в той же декартовой системе координат описывается формулой:

$$\left(x + \frac{R_3}{2}\right)^2 + (y \cos(\alpha) - z \sin(\alpha))^2 = \frac{R_3^2}{4}$$

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

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

Антенна содержит рефлектор 1 и линейку облучателей, фазовые центры которых расположены на линии 2 (фиг.1). На фиг.1 также изображена ось вращения 3.

Зеркало (рефлектор) 1, используемое для формирования поля отраженной волны с плоским фазовым фронтом в режиме передачи или квазисферической волны в режиме приема, выполнено в виде вырезки части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы относительно оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной ее фокальной оси (фиг.2), наклоненной под углом  $\alpha$  к нормали к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенные к центру обслуживаемого участка (фиг.3) геостационарной орбиты точки. Причем верхняя и нижняя кромки зеркала расположены параллельно указанной плоскости. Угол  $\alpha$  равен углу наклона обслуживаемого участка ГСО (фиг.3) к линии горизонта.

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 расположена в плоскости вращения фокальной оси параболы и является частью окружности с радиусом  $R_3/2$  и с центром на оси вращения 3. Плоскость расположения линии 2 наклонена к плоскости, проходящей через точку размещения антенны и две бесконечно близко расположенные к центру обслуживаемого участка геостационарной орбиты точки, под углом  $\alpha$ .

Предложенная антенна на передачу работает следующим образом (фиг.5). Каждый облучатель излучает электромагнитное поле со сферическим фазовым фронтом в пределах угла раскрытия рефлектора. Геометрооптические лучи этих полей отражаются в соответствующих точках зеркала и формируют отраженные волны с плоским фазовым фронтом. Места расположения и ориентации облучателей относительно зеркала определяются расположением обслуживаемых спутников на ГСО.

В режиме приема предложенная антенна работает следующим образом (фиг.5). Геометрооптические лучи парциальных диаграмм направленности, приходящие на зеркало в виде волн с плоским фазовым фронтом, отражаются от зеркала, концентрируясь в фокусе зеркала, где и устанавливается фазовый центр облучателя.

Предлагаемое изобретение позволяет сформировать набор парциальных диаграмм направленности, пример которых изображен на фиг.4. 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 однозеркальных антенн, формирующих многолучевую диаграмму направленности.

#### Источники информации

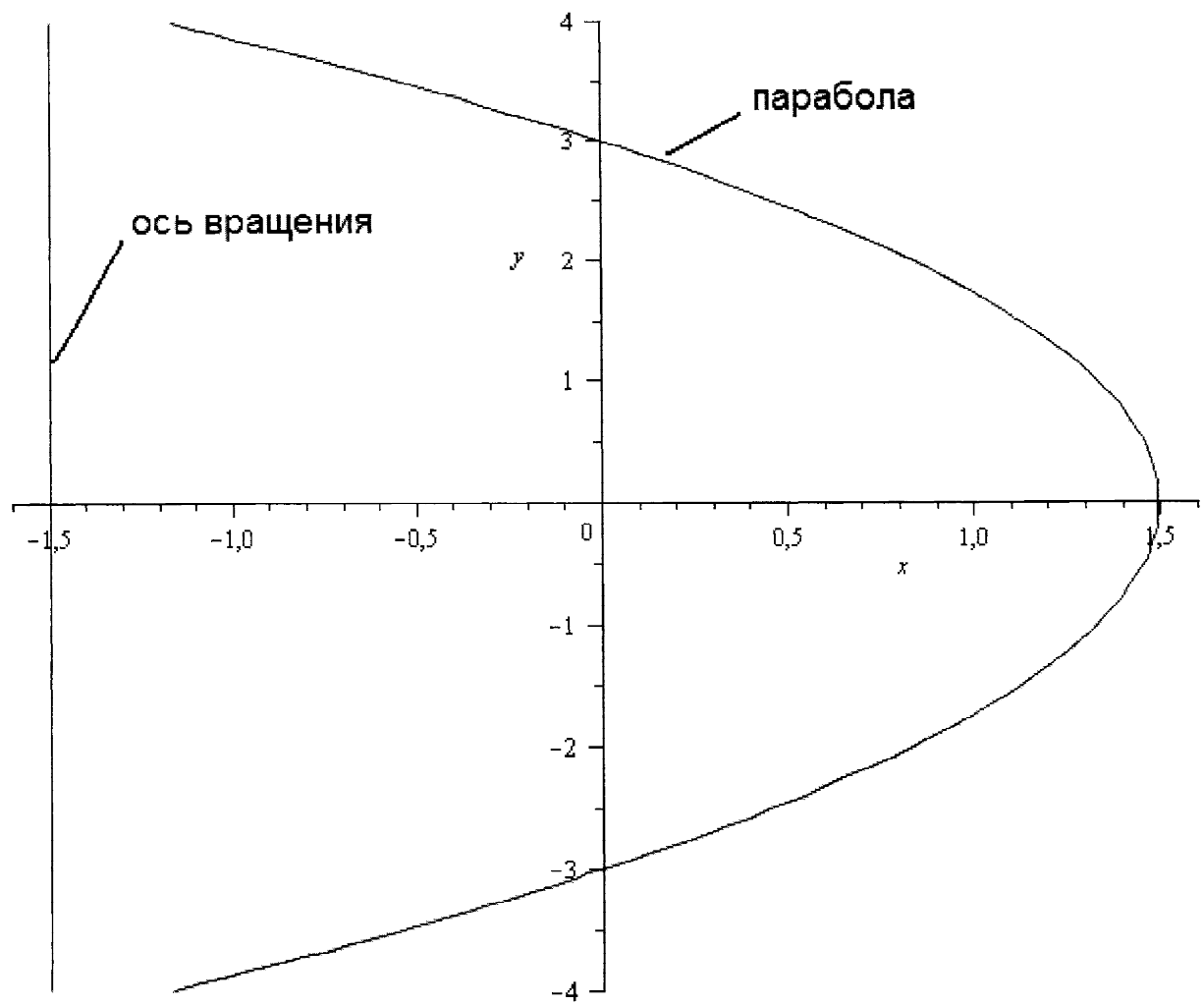
1. Сомов А.М., Бабинцев А.В. Многолучевая зеркальная антенна для спутниковых систем связи // Труды НИИР. - 2010. - №1. - С.35-42.

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

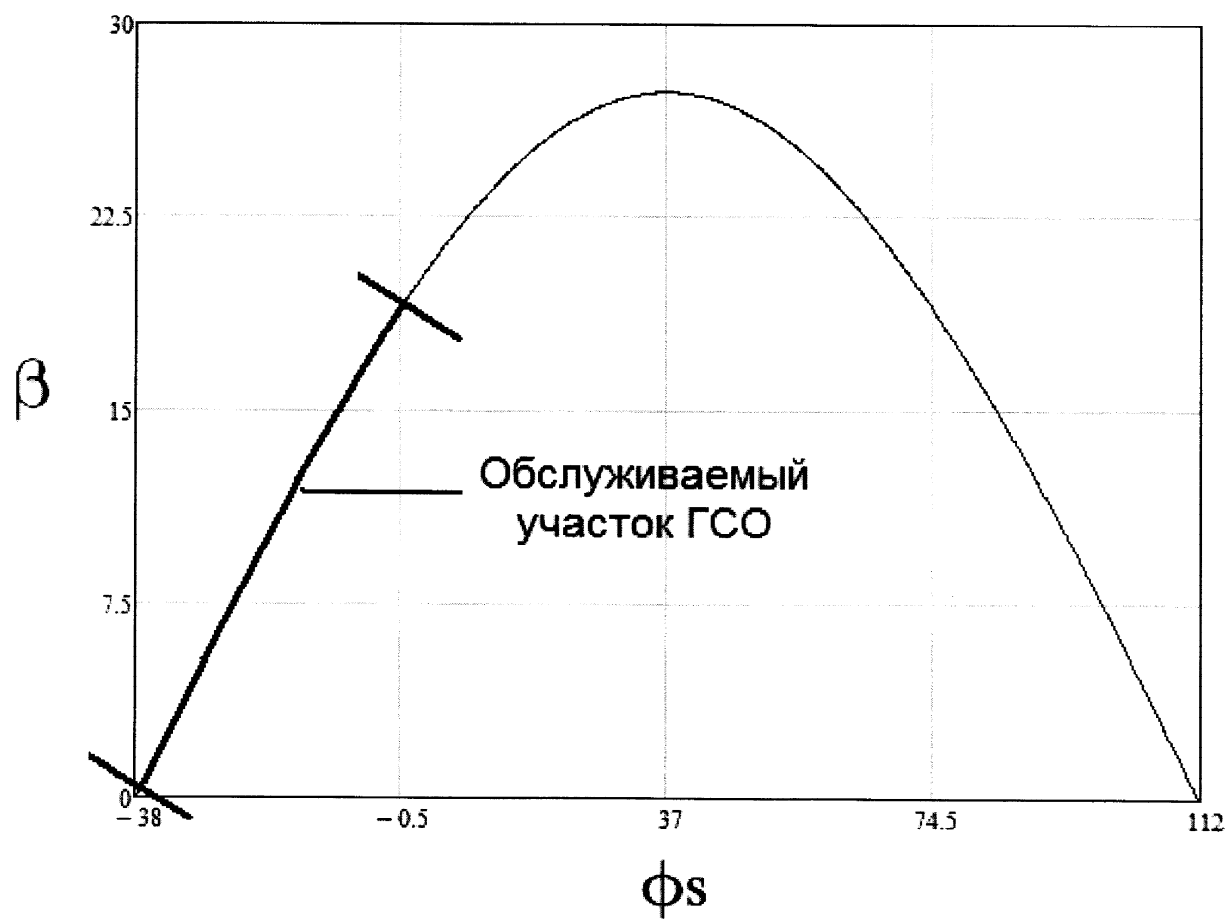
3. Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терешин О.Н. Антенны УКВ. Ч.2. - М.: Связь, 1977. - 288 с.

#### Формула изобретения

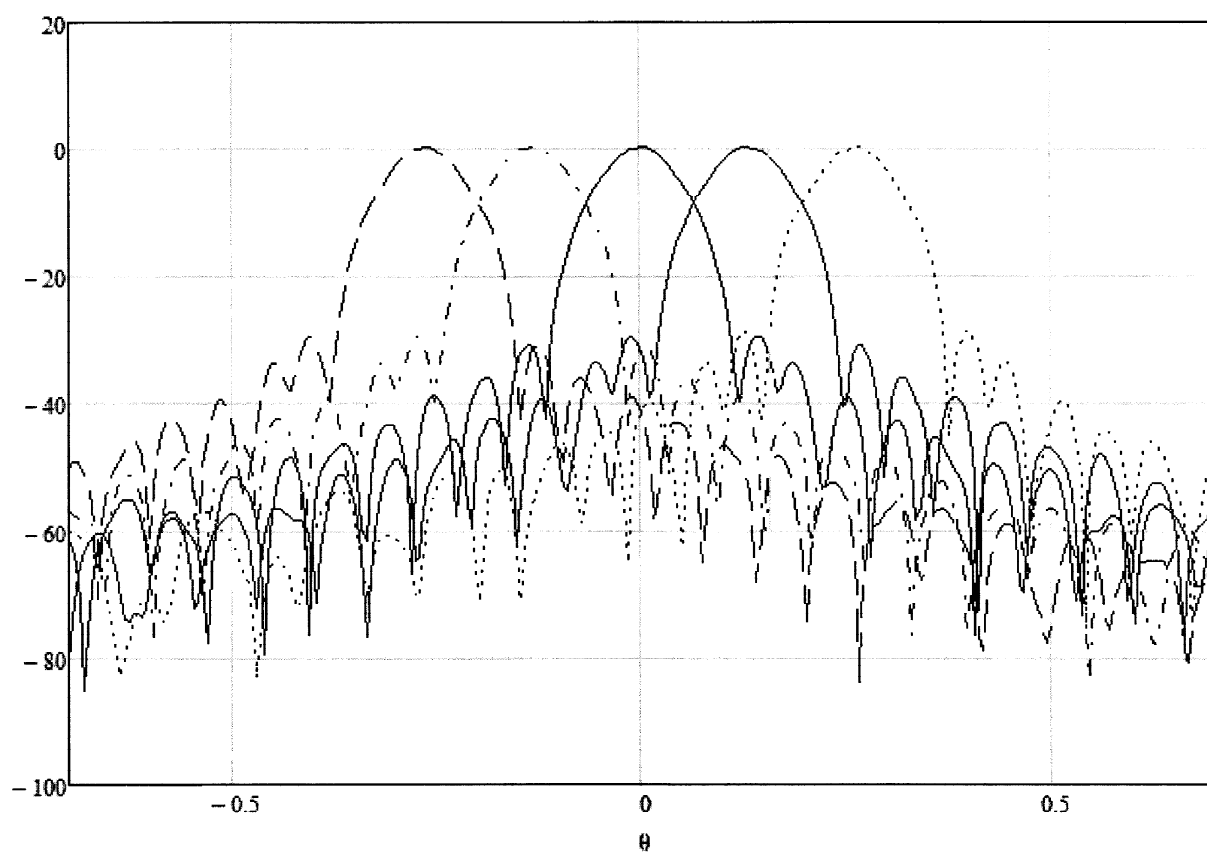
Многолучевая антенна, содержащая зеркало, которое представляет собой вырезку части поверхности из поверхности, образованной вращением параболы вокруг оси, лежащей в плоскости параболы и перпендикулярной фокальной оси параболы, и линейку облучателей, расположенных на середине радиуса вращения и в фокусе параболы, отличающаяся тем, что вырезка 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 линия размещения облучателей наклонена к указанной плоскости.



Фиг. 2

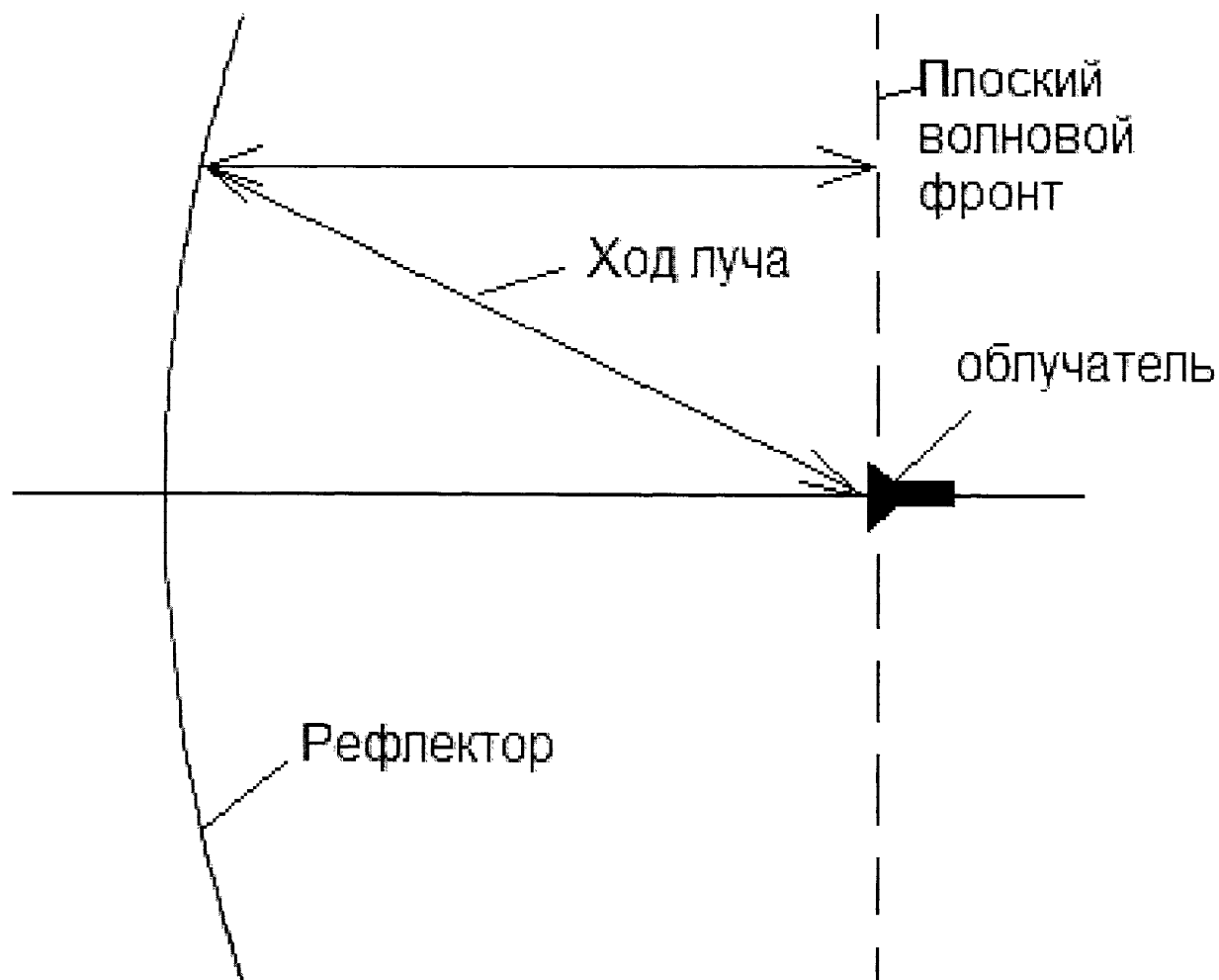


Фиг. 3



Фиг. 4





Фиг. 5