

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01Q 5/30 (2022.02); H01Q 25/00 (2022.02); H01Q 19/18 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021119053, 29.06.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.06.2021Дата регистрации:
26.07.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.06.2021

(45) Опубликовано: 26.07.2022 Бюл. № 21

Адрес для переписки:

107031, Москва, Войсковая часть 1125

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное казенное
образовательное учреждение высшего
образования "Академия Федеральной
службы безопасности Российской
Федерации" (Академия ФСБ России) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

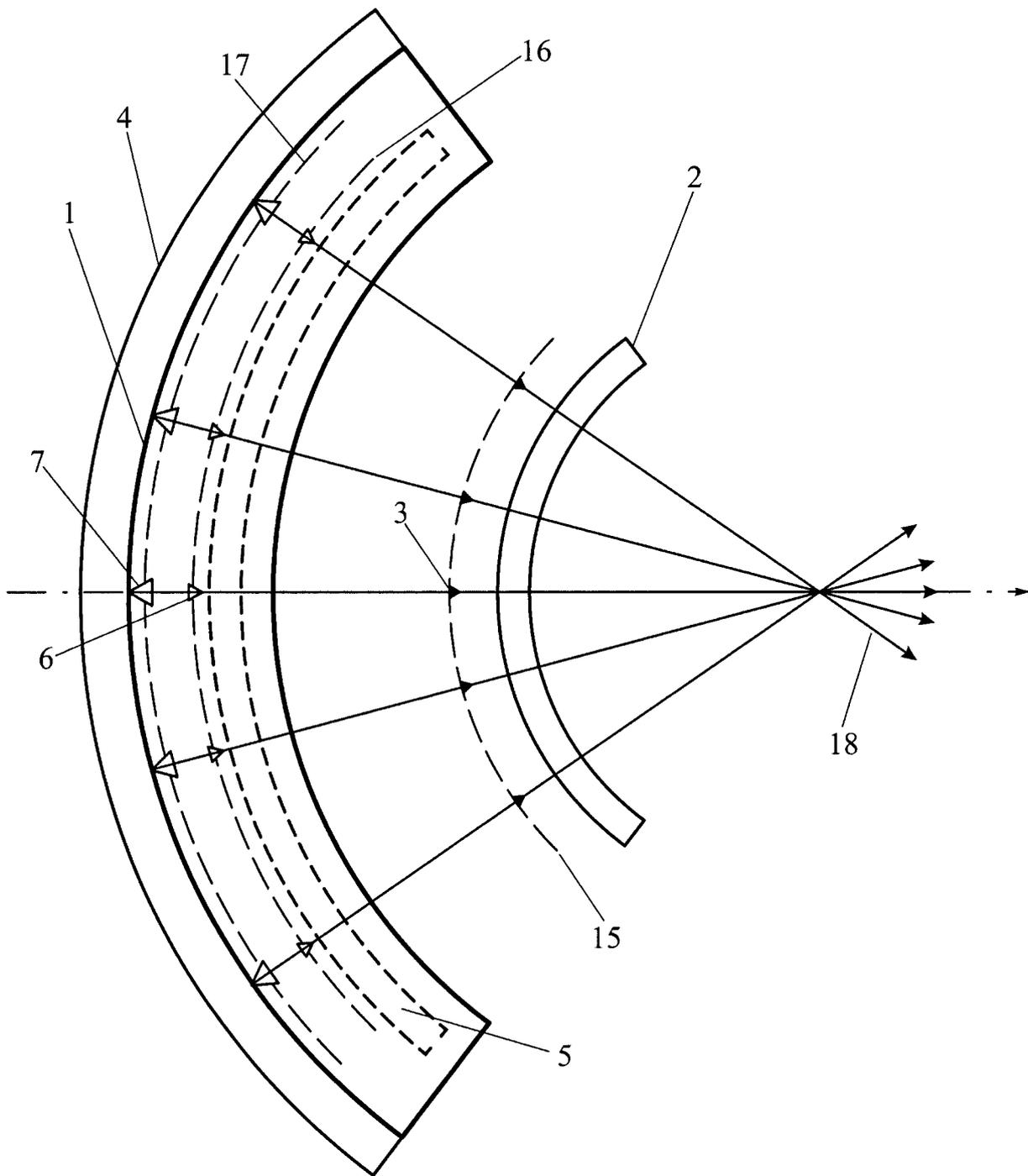
о поиске: RU 2664870 C1, 23.08.2018. RU
2620875 C1, 30.05.2017. RU 2136088 C1,
27.08.1999. US 3927408 A1, 16.12.1975. US 5130718
A1, 14.07.1992. US 3828352 A1, 06.08.1974.

(54) Многолучевая многодиапазонная многозеркальная антенна

(57) Реферат:

Изобретение относится к антеннам земных станций спутниковых систем связи. Технический результат - повышение эффективности антенны при одновременном приеме радиоволн трех диапазонов частот. Результат достигается тем, что антенна, состоящая из систем облучателей, расположенных на трех концентричных дугах окружностей, лежащих в поперечной плоскости, основного рефлектора, имеющего в продольной плоскости, ортогональной плоскости дуг, форму параболы, вспомогательного контррефлектора и соосных с ними дополнительных рефлектора и контррефлектора, симметричных относительно фокальной оси параболы, сечения которых в поперечной плоскости представляют собой окружности, концентричные дугам облучателей,

отличается тем, что сечение контррефлектора в продольной плоскости имеет вид параболы, вогнутой в сторону от рефлектора, ее фокальная ось и фокус совмещены с фокальной осью и фокусом рефлектора, дополнительный рефлектор с сечением, подобным сечению рефлектора, и дополнительный контррефлектор с сечением в виде эллипса, вогнутого в сторону контррефлектора, установлены так, что их фокальные оси совпадают с фокальной осью рефлектора, причем продольный размер дополнительного рефлектора совпадает с этим же размером контррефлектора, а фокус совмещен с ближним к дополнительному контррефлектору фокусу эллипса. 2 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H01Q 5/30 (2015.01)
H01Q 25/00 (2006.01)
H01Q 19/18 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H01Q 5/30 (2022.02); H01Q 25/00 (2022.02); H01Q 19/18 (2022.02)(21)(22) Application: **2021119053, 29.06.2021**(24) Effective date for property rights:
29.06.2021Registration date:
26.07.2022

Priority:

(22) Date of filing: **29.06.2021**(45) Date of publication: **26.07.2022** Bull. № 21

Mail address:

107031, Moskva, Vojskovaya chast 1125

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe kazennoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Akademiya Federalnoj sluzhby
bezopasnosti Rossijskoj Federatsii" (Akademiya
FSB Rossii) (RU)**

(54) **MULTIBEAM MULTIBAND MULTIREFLECTOR ANTENNA**

(57) Abstract:

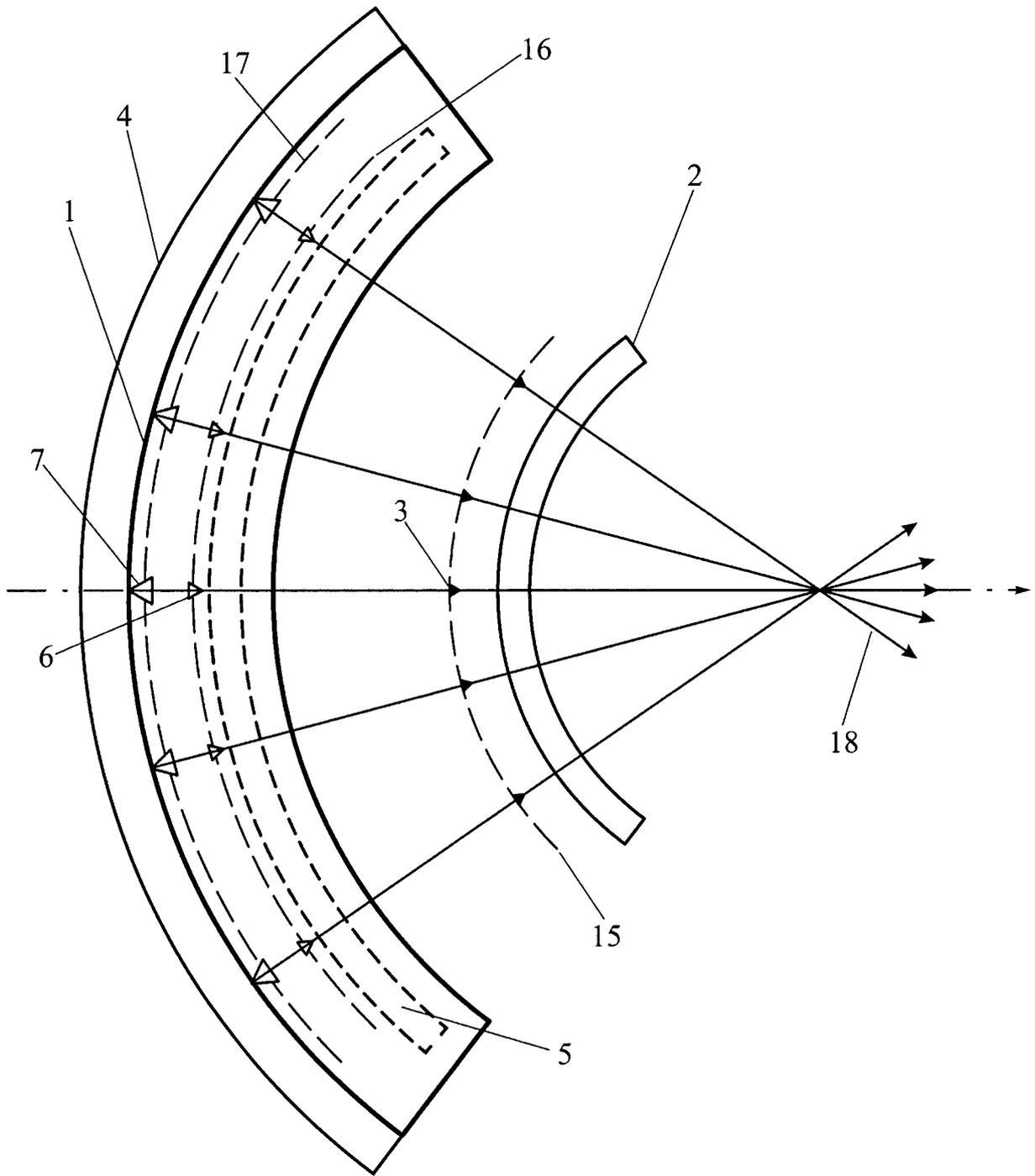
FIELD: antenna technology.

SUBSTANCE: invention relates to antennas of the Earth stations of satellite communication systems. The result is achieved by the fact that the antenna, consisting of systems of irradiators located on three concentric arcs of circles lying in the transverse plane, the main reflector having the shape of a parabola in the longitudinal plane, orthogonal plane of arcs, an auxiliary subdish and an additional reflector and subdish coaxial with them, symmetrical with respect to the focal axis of the parabola, the cross-sections of which in the transverse plane are circles concentric to the arcs of the irradiators, differs in that the cross-section of the subdish in the longitudinal plane has the form of a parabola, concave away from the reflector, its focal axis

and focus are aligned with the focal axis and the focus of the reflector, an additional reflector with a cross-section similar to the section of the reflector, and an additional subdish with a cross-section in the form of an ellipse concave towards the counter-reflector, are installed so that their focal axes coincide with the focal axis of the reflector, and the longitudinal size of the additional reflector coincides with the same size of the subdish, and the focus is combined with the one closest to the additional subdish to the focus of the ellipse.

EFFECT: increase in the efficiency of the antenna while simultaneously receiving radio waves of three frequency ranges.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 2

Область техники, к которой относится изобретение

В настоящее время для радиосвязи и цифрового радиовещания широко используются искусственные спутники Земли (ИСЗ) - ретрансляторы, расположенные на геостационарной орбите (ГСО) и использующие одновременно диапазоны частот С, Ku и Ka. В перспективе планируется использование частотных диапазонов 40 ГГц и более [1].

Предлагаемое изобретение относится к области радиотехники и предназначено для использования в качестве антенн земных станций спутниковых систем связи с ретрансляторами СВЧ-КВЧ диапазонов, расположенными на ГСО, для одновременной работы с несколькими ИСЗ связи, каждый из которых работает одновременно в трех диапазонах частот.

Уровень техники

Известны симметричные двухзеркальные тороидально-параболические антенны типа Кассегрена [2] и аналогичные [3], состоящие из параболического зеркала - рефлектора в виде симметричной вырезки из параболического тора, вспомогательного зеркала - контррефлектора в виде симметричной вырезки из эллиптического либо гиперболического тора, соосного рефлектору, и облучателей. При этом фокус параболы рефлектора и совмещенный с ним фокус контррефлектора при вращении относительно оси, ортогональной фокальной, описывают дугу окружности аналогичную дуге, проходящей через второй фокус параболы. На дуге вторых фокусов размещаются облучатели, создающие многолучевой веер диаграмм направленности. Такие антенны позволяют организовывать радиосвязь через несколько ИСЗ на ГСО одновременно в нескольких частотных диапазонах с использованием устройств разделения диапазонов частот [4, 5]. К недостаткам такой антенны относится пониженная ее эффективность при одновременном приеме нескольких диапазонов на один облучатель, обусловленная потерями электромагнитной энергии в устройстве разделения диапазонов частот.

Известны так же многолучевые диапазонные зеркальные антенны [6, 7], позволяющие вести одновременный прием двух диапазонов частот без применения устройства разделения диапазонов. Однако такие антенны не позволяют одновременную в трех диапазонах частот работу с каждым из ИСЗ на ГСО.

Раскрытие сущности изобретения

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в повышении эффективности антенны при сохранении веерных диаграмм направленности и одновременном приеме трех диапазонов частот с каждого направления. Для этого предлагается многолучевая многодиапазонная многозеркальная антенна, состоящая из систем облучателей, расположенных на трех концентричных дугах окружностей, лежащих в одной поперечной плоскости, основного зеркала-рефлектора, имеющего в продольной плоскости, ортогональной плоскости дуг окружностей, форму параболы, вспомогательного зеркала-контррефлектора и соосных с ними дополнительных зеркала-рефлектора и зеркала-контррефлектора, симметричных относительно фокальной оси параболы. Сечения дополнительных зеркала-рефлектора и зеркала-контррефлектора в поперечной плоскости представляют собой окружности, концентричные дугам облучателей и имеющие относительно друг друга больший и меньший радиус соответственно. Первая дуга облучателей проходит через фокус параболы, образующей рефлектор, и содержит облучатели первого диапазона частот. Сечение контррефлектора в продольной плоскости имеет вид параболы, вогнутой в сторону от рефлектора, фокальная ось и фокус которой совмещены соответственно с фокальной осью и фокусом параболы, образующей рефлектор. Дополнительный рефлектор с сечением, подобным

сечению рефлектора, и дополнительный контррефлектор с сечением в виде эллипса, вогнутого в сторону контррефлектора, установлены так, что их фокальные оси совпадают с фокальной осью параболы, образующей рефлектор. При этом продольный размер дополнительного рефлектора совпадает с этим же размером контррефлектора, а фокус совмещен с ближним к дополнительному контррефлектору фокусу эллипса. На дуге, проходящей через этот фокус, установлены облучатели второго диапазона частот. Облучатели третьего диапазона частот установлены на дуге, проходящей через дальний фокус эллипса.

Краткое описание чертежей

Изобретение поясняется чертежами, на которых:

- фиг. 1 - продольное сечение многолучевой многодиапазонной многозеркальной антенны;

- фиг. 2 - поперечное сечение многолучевой многодиапазонной многозеркальной антенны.

На чертежах обозначено:

1 - рефлектор;

2 - контррефлектор;

3 - облучатель первого диапазона частот;

4 - дополнительный рефлектор;

5 - дополнительный контррефлектор;

6 - облучатель второго диапазона частот;

7 - облучатель третьего диапазона частот;

8 - направление оси симметрии продольного сечения антенны;

9 - направление лучей на края рефлектора от облучателей первого, второго и третьего

диапазонов частот;

10 - направление излучения антенны от облучателей 3, 6 и 7;

11 - направление лучей на края дополнительного рефлектора от облучателей 6 и 7;

12 - направление излучения дополнительного рефлектора на контррефлектор;

13 - направление лучей облучателей 6 и 7 от краев контррефлектора 2 на края

рефлектора;

14 - направление лучей облучателя 7 и дополнительного контррефлектора на края дополнительного рефлектора;

15 - дуга размещения облучателей первого диапазона частот;

16 - дуга размещения облучателей второго диапазона частот;

17 - дуга размещения облучателей третьего диапазона частот;

18 - многолучевой многодиапазонный веер диаграмм направленности.

Осуществление изобретения

Многолучевая многодиапазонная многозеркальная антенна с соосными рефлектором 1 и контррефлектором 2 в виде параболических торов, а также дополнительным рефлектором 4 в виде параболического тора и дополнительным контррефлектором 5 в виде эллиптического тора (по схеме Грегори) с совпадающими фокальными осями образующих парабол и эллипса 8 содержат облучатель 3 первого диапазона частот (фиг. 1) и ему подобные, расположенные в совпадающих фокусах парабол 1 и 2, образующих дугу окружности облучателей первого диапазона частот 15.

При подключении к облучателю 3 и ему подобным генератора первого диапазона частот облучатель 3 излучает сферическую волну, в том числе в сторону верхнего и нижнего краев рефлектора 1. Так как рефлектор обычно находится в дальней зоне излучения относительно облучателя, указанную волну можно рассматривать в виде

лучей 9. После отражения от рефлектора 1 эти лучи, поскольку они исходят из фокуса параболы, формируют в режиме передачи (а согласно принципу взаимности и в режиме приема) направленное излучение 10 вдоль фокальной оси 8.

При подключении генератора второго диапазона частот к облучателю 6 и ему
5 подобных, расположенных на дуге облучателей 16, проходящей через фокусы
дополнительного контррефлектора 5 и дополнительного рефлектора 4, этот облучатель
излучает сферическую волну в направлении рефлектора 4. После отражения от
рефлектора 4 лучи 11, поскольку они исходят из фокуса параболы, становятся
10 параллельными фокальной оси 8, образуя при этом плоскую волну. Лучи 12,
соответствующие плоской волне, достигают контррефлектора 2 и, отражаясь от его
параболической поверхности, после пересечения лучей 13 в совпадающих фокусах
поверхностей 1 и 2 попадает из фокуса 2 в виде расходящейся сферической волны на
поверхность 1, формируя вдоль фокальной оси 8 направленное излучение 10 второго
диапазона частот.

15 Генератор третьего диапазона частот подключается к облучателю 7 и ему подобным,
расположенным на дуге облучателей 17, проходящей через фокус дополнительного
эллиптического контррефлектора 5, удаленный от вершины дополнительного
параболического рефлектора 4 и совпадающего с его фокусом. Согласно свойствам
эллипса 5 расстояния от фокуса размещения облучателя 7 до любой точки эллипса и
20 далее до второго фокуса эллипса, совпадающего с фокусом дополнительного рефлектора
4, равны. Поэтому лучи 14, исходящие из облучателя 7, кажутся исходящими из второго
фокуса эллипса и, таким образом, при отражении от 4 формируют плоскую волну с
лучами 12. Плоская волна третьего диапазона частот достигает параболического
контррефлектора 2, после отражения от него и прохождения сферической волны через
25 его фокус попадает на рефлектор 1. В результате отражения этой волны рефлектором
1 в раскрыве антенны вдоль оси 8 формируется направленное излучение третьего
диапазона частот.

В то же время в поперечной плоскости (фиг. 2) облучатели 3, 6 и 7 формируют
30 многолучевой многодиапазонный веер парциальных диаграмм направленности (ДН)
антенны, направленных каждая на свой ИСЗ. Облучатели первого диапазона частот
3, облучатели второго диапазона частот облучатели 6 и облучатели третьего диапазона
частот 7 могут лежать на радиусах, общих для дуг окружностей 15, 16 и 17. В этом
случае лучи веера парциальных ДН антенны от всех облучателей совпадают по
направлению.

35 В поперечной плоскости облучатели первого диапазона частот расположены на
половине радиуса дуги окружности рефлектора 1, равному удвоенному фокусному
расстоянию параболы 1.

Облучатели 3, 6 и 7 оказывают затеняющее воздействие на излучение друг друга.
Вместе с тем, согласно геометрическим построениям хода лучей затеняющее действие
40 облучателя 7, которое он оказывает на излучение облучателя 6, не превышает затенения
от дополнительного контррефлектора 5. Затеняющее воздействие облучателей 3 и 6
может быть минимизировано при соответствующем распределении диапазонов частот
по облучателям. Если первый диапазон соответствует самым высоким частотам
(например, Ka диапазон), второй диапазон - средним частотам (Ku диапазон), третий
45 диапазон - низким частотам (C диапазон), то размеры облучателя 3 будут много меньше
длин волн относительно второго и третьего диапазонов, а размеры облучателя 6 -
много меньше длины волны третьего диапазона. В этом случае воздействие облучателей
3 и 6 на проходящие мимо них электромагнитные волны будет мало.

Для одновременной работы в нескольких диапазонах частот в известных антеннах используются облучатели, общие для нескольких диапазонов частот в совокупности с устройствами разделения диапазонов, вносящими дополнительные высокочастотные потери, снижающие коэффициент использования и повышающие шумовую температуру антенны. В предлагаемой антенне разделение диапазонов частот осуществляется методом пространственного разделения приема на несколько облучателей 3, 6 и 7, что повышает эффективность антенны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сподобаев М.Ю. Ключевые вызовы и основные тенденции развития отрасли спутниковой связи в среднесрочной перспективе. / SATCOMRUS 2017, 1 ноября 2017 г.
2. Сомов А.М., Кабетов Р.В. Многолучевые зеркальные антенны: геометрия и методы анализа. - М.: Горячая линия-Телеком, 2019. - 384 с.: ил.
3. Зеркальная антенна: Патент RU 2173496: МПК H01Q 19/19. / В.А. Калошин; Заявка 200117951/09 от 10.07.2000 г.; Оpubл. 10.09.2001 г.
4. Фролов О.П., Вальд В.П. Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи. - М.: Горячая линия-Телеком, 2008. - 496 с.: ил.
5. Каскад приемного устройства СВЧ с разделением частот ортогональных поляризаций двух диапазонов частот: Патент RU 2136088: МПК H01P 1/161, H04B 1/00. / А.М. Сомов, А.В. Пугачев; Заявка RU 98105930 от 17.03.1998 г.; Оpubл. 27.08.1999 г.
6. Многолучевая диапазонная зеркальная антенна: Патент RU 2620875: МПК H01Q 19/19. / А.М. Сомов; Заявка RU 2016129028 от 15.07.2016 г.; Оpubл. 30.05.2017 г.
7. Ненаклонная многолучевая диапазонная двухзеркальная антенна: Патент RU 2664870: МПК H01Q 5/00. / М.А. Сомов, К.М. Волгаткин, А.М. Сомов; Заявка RU 2017140173 от 20.11.2017 г.; Оpubл. 23.08.2018 г.

(57) Формула изобретения

Многолучевая многодиапазонная многозеркальная антенна, состоящая из систем облучателей, расположенных на трех концентричных дугах окружностей, лежащих в одной поперечной плоскости, основного зеркала-рефлектора, имеющего в продольной плоскости, ортогональной плоскости дуг окружностей, форму параболы, вспомогательного зеркала-контррефлектора и соосных с ними дополнительных зеркала-рефлектора и зеркала-контррефлектора, симметричных относительно фокальной оси параболы, сечения которых в поперечной плоскости представляют собой окружности, концентричные дугам облучателей и имеющие относительно друг друга больший и меньший радиус соответственно, отличающаяся тем, что первая дуга облучателей проходит через фокус параболы, образующей рефлектор, и содержит облучатели первого диапазона частот, сечение контррефлектора в продольной плоскости имеет вид параболы, вогнутой в сторону от рефлектора, фокальная ось и фокус которой совмещены соответственно с фокальной осью и фокусом параболы, образующей рефлектор, дополнительный рефлектор с сечением, подобным сечению рефлектора, и дополнительный контррефлектор с сечением в виде эллипса, вогнутого в сторону контррефлектора, установлены так, что их фокальные оси совпадают с фокальной осью параболы, образующей рефлектор, причем продольный размер дополнительного рефлектора совпадает с этим же размером контррефлектора, а фокус совмещен с ближним к дополнительному контррефлектору фокусу эллипса, на дуге, проходящей через этот фокус, установлены облучатели второго диапазона частот, а облучатели третьего диапазона частот установлены на дуге, проходящей через дальний фокус

ЭЛЛИПСА.

5

10

15

20

25

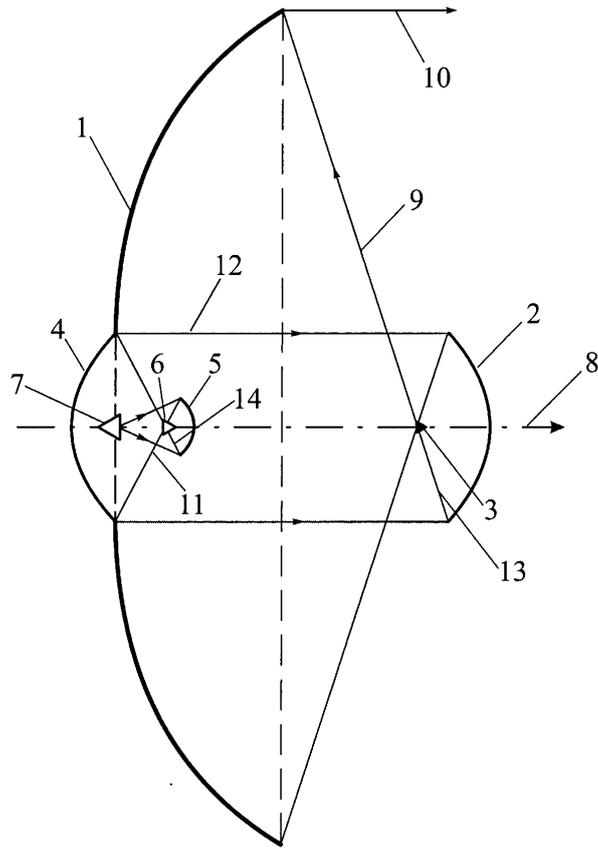
30

35

40

45

1



Фиг. 1

2

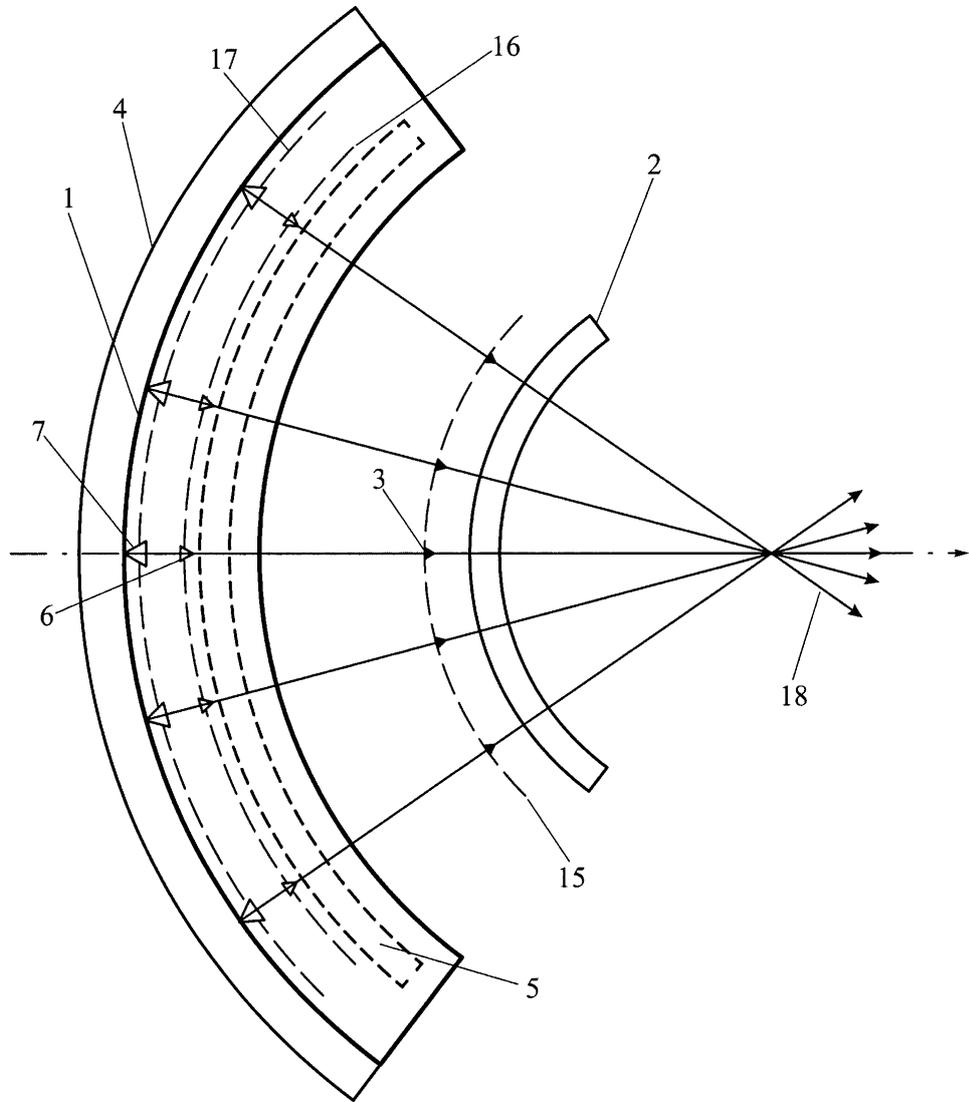


Fig. 2