



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01Q 3/01 (2020.02); G01B 21/20 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019123399, 25.07.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.07.2019

Дата регистрации:
30.03.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 25.07.2019

(45) Опубликовано: 30.03.2020 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
170026, Тверская обл., г. Тверь, наб. А.
Никитина, 22, пом. 425, ТвГТУ, Отдел ЗИС,
Ханькевич Е.И.

(72) Автор(ы):
Слободян Степан Михайлович (RU),
Барчуков Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Тверской государственный
технический университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2058523 C1, 20.04.1996. Статья:
"РАДИОГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД
КОНТРОЛЯ ПРОФИЛЯ
ПАРАБОЛИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛЬНЫХ
АНТЕНН ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ
ПОЛЮ В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ", Вестник
МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер.
"Приборостроение", 2015, номер 4. RU 2392707
C1, 20.06.2010. RU 1637539 C, 27.02.1995. US
325434A, 31.05.1966. FR 2648278 A1, 14.12.1990.
CN 105745786 B, (см. прод.)

(54) Устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа

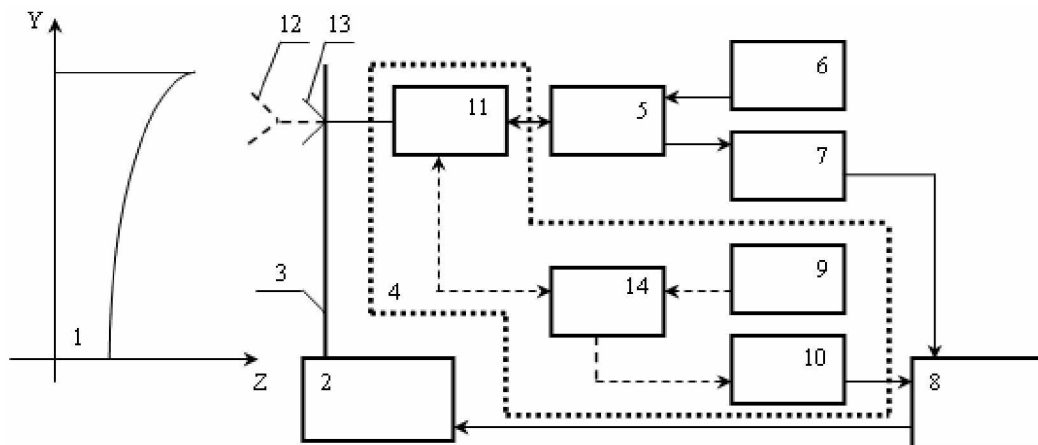
(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники, а именно к антенной технике, точнее к устройствам, обеспечивающим получение информации о топологии и других свойствах поверхности объекта. Устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа включает рефлектор и приемно-передающий зонд антенны сканера с системой управления, связанный через переключающее устройство с генератором и приёмником излучения радиолуча, выход которого подключен к первому входу вычислительного устройства, а первый выход вычислительного устройства соединён с входом сканера с системой управления. Устройство дополнительно содержит блок лазерной диагностики, состоящий из лазерного генератора,

лазерного приёмника, блока совмещения осей лазерного пучка и блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча, при этом блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча установлен перед переключающим устройством, причем вход-выход блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча соединён с зондом антенны сканера, а другой вход - с входом-выходом блока совмещения осей лазерного пучка, при этом вход блока совмещения осей лазерного пучка соединён с выходом лазерного генератора, а выход - с входом лазерного приёмника, выход которого соединён со вторым входом вычислительного устройства, кроме того, зонд антенны сканера выполнен в виде совмещённых центров симметрии радиолуча зонда и лазерного пучка зонда. Рефлектор выполнен в виде

парабооида вращения. Зонд антенны сканера выполнен с возможностью сканирования по крестообразной траектории поверхности рефлектора. Блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча выполнен в виде плоскопараллельной радиопрозрачной

пластинки. Технический результат при реализации заявленного решения заключается в повышении точности и достоверности измерения неравномерности формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа. 3 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

(56) (продолжение):
23.07.2019.

RU 2718127 C1

RU 2718127 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

H01Q 3/01 (2020.02); G01B 21/20 (2020.02)

(21)(22) Application: 2019123399, 25.07.2019

(24) Effective date for property rights:
25.07.2019Registration date:
30.03.2020

Priority:

(22) Date of filing: 25.07.2019

(45) Date of publication: 30.03.2020 Bull. № 10

Mail address:

170026, Tverskaya obl., g. Tver, nab. A. Nikitina,
22, pom. 425, TvGTU, Otdel ZIS, Khankevich E.I.

(72) Inventor(s):

Slobodyan Stepan Mikhajlovich (RU),
Barchukov Dmitrij Anatolevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Tverskoj gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet" (RU)

(54) DEVICE FOR CONTROLLING SHAPE OF REFLECTIVE SURFACE OF MIRROR-TYPE ANTENNA SYSTEM

(57) Abstract:

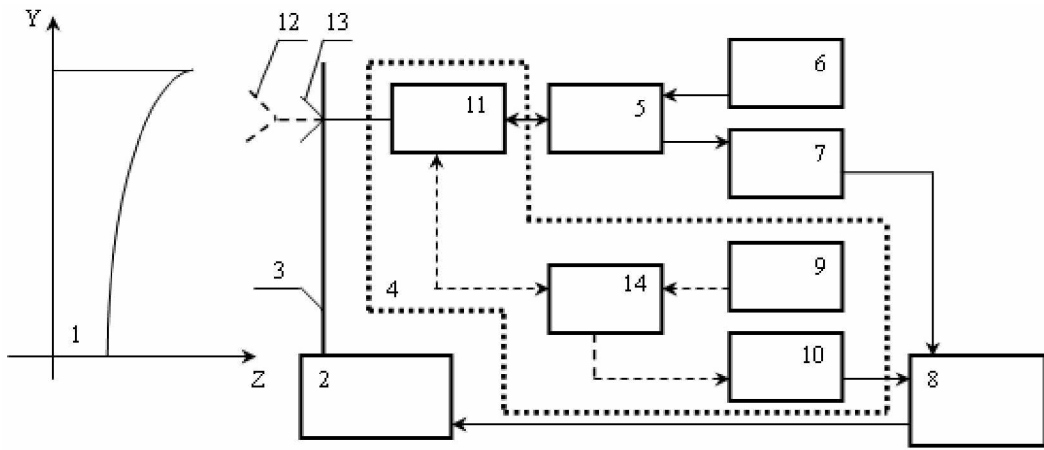
FIELD: physics.

SUBSTANCE: invention relates to radio engineering, namely to antenna equipment, more specifically to devices providing obtaining information on topology and other properties of surface of object. Device for controlling the shape of the reflective surface of the mirror-type antenna system includes a reflector and receiving-transmitting antenna of scanner antenna with control system, connected through switching device with generator and receiver of radiation of radio beam, which output is connected to first input of computing device, and the first output of the computing device is connected to the input of the scanner with the control system. Device further comprises a laser diagnostic unit consisting of a laser generator, a laser receiver, a laser beam axis alignment unit and a laser beam axis alignment unit and a radio beam, wherein alignment unit of laser beam axes and radio beam is installed before switching device, wherein input/output of alignment unit of axes of laser beam and radio beam is connected to scanner antenna probe, and other input

is connected to input/output of alignment unit of axes of laser beam, wherein input of alignment unit of laser beam axes is connected to output of laser generator, and the output is connected to the input of the laser receiver, the output of which is connected to the second input of the computing device, besides, the antenna of the scanner probe is made in form of combined centres of symmetry of the radio beam of the probe and the laser beam of the probe. Reflector configured as a paraboloid of revolution. Scanner antenna pattern is configured to be scanned over the cross-shaped trajectory of the reflector surface. Unit alignment axes of the laser beam and the radiation beam is formed as a radio transparent plane-parallel plate.

EFFECT: technical result when realizing the disclosed solution consists in improvement of accuracy and reliability of measurement of non-uniformity of shape of reflecting surface of mirror-type antenna system.

4 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2718127 C1

RU 2718127 C1

Изобретение относится к области радиотехники, а, именно, к антенной технике, точнее к устройствам, обеспечивающим получение информации о топологии и других свойствах поверхности объекта, предназначено для использования в подвижных системах радио -, оптической и фотонной связи, радиолокации и лазерных радарх от УФ до ТГц диапазона, а также для изучения поверхности тел и может быть использовано в средствах радиотехнического и лазерного контроля элементов систем обнаружения и пеленгования источников электромагнитного излучения.

Устройство контроля формы отражающей поверхности антенн активных и пассивных радарных систем применяется в автономных системах измерения рельефа поверхностей путем сканирования их зондом, в устройствах диагностики и неразрушающего контроля неравномерности поверхностей, включая динамику их изменения с помощью известных методов, предназначенных для применения в микроскопии.

Известна зеркальная антенна (RU №2336615, кл. H01Q 15/00, опубл. 20.10.2008), содержащая отражающую поверхность, выполненную из параллельных проводящих пластин, кромки которых образуют параболическую поверхность, с вынесенными из фокуса облучателями с линейной зависимостью ширины их диаграммы направленности (ДН) от длины волны. Антенна формирует пучок пересекающихся между собой парциальных лучей, имеет стабильные по ширине парциальные ДН за счет применения облучателей с зависимостью ширины их ДН от длины волны.

Недостатком данного устройства антенны является невысокая точность измерения неравномерности формы поверхности рефлектора из-за значительных искажений формы главного лепестка ДН и высокого уровня бокового излучения, связанных с дискретностью структуры и несинфазным сложением полей, фокусируемых фрагментами селективной поверхности отражателя с различными расстояниями между пластинами; её конструкция сложна и трудоемка из-за ошибок изготовления сборного отражателя, состоящего из большого числа тонких пластин.

Известно устройство контроля и управления формой отражающей поверхности антенной системы зеркального типа (RU №2576493, кл. H01Q3/01, опубл. 05.02.2016), включающее рефлектор, оборудованный шасси, корпусом, набором устройств деформации, устройством привода, переключающим устройством, системой управления переключающим устройством, гибкой мембраной с отражателем, сформированным нанесением металлических частиц на поверхность гибкой мембраны, с введённым в систему управления переключающим устройством внешнего контура, ограничивающего отражающую поверхность гибкой мембраны рефлектора, который задают в виде выпуклого многогранника.

Недостаток устройства – малая точность оценки неравномерности отражающей поверхности гибкой мембраны рефлектора, связанная с низким коэффициентом полезного действия, особенно в области верхних частот, и искажениями формы главного лепестка ДН, обусловленными дискретностью структуры и несинфазным сложением полей, фокусируемых различными фрагментами селективной поверхности гибкого отражателя.

Наиболее близким к заявляемому техническому решению является устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа, состоящего из установленных на шасси рефлектора антенны и сканера с системой управления сканером. Рефлектор антенны выполнен в виде приемно-передающего зонда и через переключающее устройство связан с генератором и приёмником излучения радиолуча, выход которого подключен к первому входу вычислительного устройства. А первый выход вычислительного устройства соединён с входом системы управления

сканером (Фёдоров И.Б., Слукин Г.П., Митрохин В.Н., Крехтунов В.М. Элементная база зеркальных антенн и фазированных антенных решёток радиотехнических систем. Антенны, 2016, №8(228), с. 87–88.).

Недостатками прототипа является низкая точность, надежность и достоверность измерения зондом из-за неравномерности формы поверхности отражателя, внесённой изменением формы ДН, обусловленной высоким уровнем ближних боковых лепестков ДН в плоскостях измерения, особенно внутри сектора пучка радиолучей, вызванных неоднородным изменением амплитуды возбуждения апертуры от излучателя, что приводит к погрешности измерения. Кроме того, антенна системы выполнена в большом размере, что также существенно снижает точность измерения профиля отражателя, удаленного от излучателя на определённое расстояние.

Технической проблемой изобретения является создание устройства контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа, обеспечивающее возможность идентификации реального профиля неравномерности поверхности для компенсации в реальном времени погрешностей формирования антенной ДН.

Техническим результатом изобретения является повышение точности и достоверности измерения неравномерности формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа.

Поставленная проблема и технический результат достигаются тем, что устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа включает рефлектор и приемно-передающий зонд антенны сканера с системой управления, связанный через переключающее устройство с генератором и приёмником излучения радиолуча, выход которого подключен к первому входу вычислительного устройства, а первый выход вычислительного устройства соединён с входом сканера с системой управления. Согласно изобретению устройство дополнительно содержит блок лазерной диагностики, состоящий из лазерного генератора, лазерного приёмника, блока совмещения осей лазерного пучка и блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча, при этом блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча установлен перед переключающим устройством, причем вход-выход блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча соединён с зондом антенны сканера, а другой вход с входом-выходом блока совмещения осей лазерного пучка, при этом вход блока совмещения осей лазерного пучка соединён с выходом лазерного генератора, а выходом – с входом лазерного приёмника, выход которого соединён со вторым входом вычислительного устройства, кроме того, зонд антенны сканера выполнен в виде совмещённых центров симметрии радиолуча зонда и лазерного пучка зонда.

Рефлектор выполнен в виде параболоида вращения.

Зонд антенны сканера выполнен с возможностью сканирования по крестообразной траектории поверхности рефлектора.

Блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча выполнен в виде плоскопараллельной радиопрозрачной пластинки.

Дополнительное включение в устройство блока лазерной диагностики, состоящего из лазерного генератора, лазерного приёмника, блока совмещения осей лазерного пучка, позволяет получить распределение неравномерности отражающей поверхности рефлектора антенной системы зеркального типа с более высокой точностью сопоставимой с размером лазерного пучка, который формирует лазерный генератор блока лазерной диагностики.

Установка блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча перед переключающим устройством обеспечивает синхронность измерения одних и тех же

элементов профиля поверхности рефлектора радиолучом и лазерным пучком, соосно совмещённым с радиолучом, в одни и те же моменты реального времени, что однозначно повышает достоверность и точность измерения.

5 Соединение вход-выход блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча с зондом антенны сканера, а другого входа с входом-выходом блока совмещения осей лазерного пучка, при этом вход блока совмещения осей лазерного пучка соединён с выходом лазерного генератора, а выходом – с входом лазерного приёмника, выход которого соединён со вторым входом вычислительного устройства, что обеспечивает исключение влияния случайных неоднородностей атмосферы окружающей среды на
10 расстоянии удаления лазерного генератора и приёмника лазерного излучения от поверхности рефлектора антенной системы зеркального типа ввиду того, что прямой и отражённый лазерный пучок проходят по одним и тем же случайным неоднородностям атмосферы на трассе измерения, что повышает точность и достоверность измерения неравномерности формы отражающей поверхности антенной системы зеркального
15 типа.

Выполнение зонда антенны сканера в виде совмещённых центров симметрии радиолуча зонда и лазерного пучка зонда с возможностью сканирования по крестообразной траектории поверхности рефлектора в виде параболоида вращения позволяет в реальном времени компенсировать влияние погрешностей измерения
20 неравномерности формы поверхности рефлектора, формируемых зондом ДН радиолуча, путём исключения деформации ДН, вызванной её искажениями неравномерностями профиля сложной формы рефлектора из-за низкого разрешения измерения формы радиолучом, что значительно повышает точность и достоверность измерения формы поверхности антенны. Это улучшает однозначность определения пеленга источников
25 радиоизлучения и помехоустойчивость, таким образом, способствуя повышению точности и эффективности действия алгоритмов точного определения угла места цели моноимпульсным методом в предлагаемом устройстве.

Изобретение иллюстрируется чертежами, где на фиг. 1 представлена схема устройства измерения формы отражающей поверхности рефлектора антенны, на фиг. 2 – траектория
30 сканирования радиолучом и лазерным пучком поверхности рефлектора – двухходовой "крест", на фиг. 3 – сигналы управления сканированием по осям x и y плоскости сканирования.

Устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа состоит из рефлектора 1 в виде параболоида вращения и сканера 2
35 с системой управления, выполненном в виде приемно-передающего зонда 3 антенны, блока 4 лазерной диагностики и переключающего устройства 5, связанного с генератором 6 радиоизлучения и приёмником 7 радиоизлучения радиолуча, выходом подключенного к первому входу вычислительного устройства 8, первый выход которого соединён с входом сканера 2 с системой управления. При этом блок 4 лазерной
40 диагностики состоит из лазерного генератора 9, лазерного приёмника 10, блока 11 совмещения осей лазерного пучка 12 и радиолуча 13 и блока 14 совмещения осей лазерного пучка 12. Вход-выход блока 11 совмещения осей лазерного пучка 12 и радиолуча 13 соединён с входом-выходом зонда 3 антенны сканера, а другой вход с входом-выходом блока 14 совмещения осей лазерного пучка 12. Вход блока 14
45 совмещения осей лазерного пучка 12 соединён с выходом лазерного генератора 9, а выходом – с входом лазерного приёмника 10, выход которого соединён со вторым входом вычислительного устройства 8. Выход вычислительного устройства 8 подключен к входу сканера 2 с системой управления сканером 2. Зонд 3 антенны сканера 2 выполнен

в виде совмещённых центров симметрии радиолуча 13 зонда и лазерного пучка 12 зонда с возможностью сканирования по крестообразной траектории поверхности рефлектора 1.

5 Блок 11 совмещения осей лазерного пучка 12 и радиолуча 13 выполнен в виде плоскопараллельной радиопрозрачной пластинки.

На фиг. 2 и 3 отображены сигналы управления сканированием по осям x и y плоскости сканирования 15; 16, 17, – узловые точки крестообразной траектории сканирования; $T_{кр}$ – период траектории крестообразного сканирования – "креста".

10 Устройство контроля формы отражающей поверхности рефлектора антенной системы зеркального типа работает следующим образом.

Радиолуч 13 и лазерный пучок 12, осесимметрично совмещённые в пространстве приемно-передающего зонда 3 антенны, под действием сигналов, сформированных вычислительным устройством 8 и поступающих в сканер 2 с системой управления, в плоскости (x,y) осуществляют синхронное сканирование по крестообразной траектории 15 поверхности рефлектора 1 антенной системы. Приемно-передающий зонд 3 антенны, а вместе с ним радиолуч 13 и лазерный пучок 12 перемещаются в (x,y) -плоскости сканирования в пределах размера $a_x \times b_y$ поверхности рефлектора 1 антенны, установленного вычислительным устройством 8 формата. Измерения проводят в декартовой системе координат, начало которой располагается в вершине параболоида 20 поверхности исследуемого рефлектора 1. Расстояние удаления поверхности рефлектора 1 до плоскости сканирования выбирают из требований работы процедуры измерения радиолучом 13; его значение соответствует $R_{пл}$. В качестве приемно-передающего зонда излучения при формировании радиолуча 13, проходящего через блок 11 совмещения 25 осей радиолуча 13 и лазерного пучка 12, используют слабонаправленную антенну в виде открытого конца волновода, которая через переключающее устройство 5 (Y -циркулятор) запитывается от генератора радиоизлучения 6. Измерение проводят на одной поляризации, которая соответствует линейной поляризации поля.

Поскольку сканирование лазерным пучком 12 и радиолучом 13 зонда 3 антенны 30 поверхности рефлектора 1 ведётся синхронно по одной и той же крестообразной траектории в плоскости сканирования, а ходы траектории крестообразного сканирования лазерным пучком 12 и радиолучом 13 совмещены с осями симметрии (x,y) параболоида вращения отражающей поверхности рефлектора 1 трёхмерной декартовой системы измерения (x,y,z) , то центральные области элемента разрешения 35 радиолуча 13 и элемента разрешения лазерного пучка 12 зонда 3 синхронно с одной и той же скоростью в пределах погрешности их совмещения проходят по одним элементам осей симметрии (x,y) параболоида вращения отражающей поверхности рефлектора 1 антенны.

При синхронном сканировании поверхности рефлектора 1 лазерным пучком 12 и радиолучом 13 амплитуда и фаза отраженного радиосигнала регистрируется приемником 40 7 радиоизлучения, в свою очередь, амплитуда и фаза сигнала отраженного рефлектором 1 лазерного пучка 12 регистрируется лазерным приемником 10 блока 4 лазерной диагностики. Оба типа отражённых рефлектором 1 сигнала регистрируются приёмником 7 радиоизлучения и лазерным приёмником 10 одновременно. Данные о профиле 45 отражающей поверхности рефлектора 1, положении зондов лазерного пучка 12, радиолуча 13, и принятых приёмником 7 радиосигнала и приёмником 10 лазерного сигнала передаются в вычислительное устройство 8 (спецпроцессор, персональный компьютер), которое обрабатывает получаемую им информацию по установленным

в устройстве 8 алгоритмам.

Взаимосвязь профиля поверхности параболического отражателя с измеренным полем в области сканирования лазерным пучком 12 и радиолучом 13 устанавливается следующим образом. Рассмотрим сечение геометрии траектории крестообразного сканирования в плоскости $y=0$ на фиг. 2. Наличие профиля неравномерности отражающей поверхности рефлектора величиной $\Delta z(x,y)$ вдоль осей симметрии параболического рефлектора 1 приведет к изменению фазы отраженного сигнала $\Delta\varphi(x,y)$ на $2k\Delta z(x,y)$, где $k=2\pi/\lambda$ – волновой вектор. Профиль отражающей поверхности зеркала рефлектора 1, измеряемый радиолучом 13 можно записать как

$$\Delta z_{оп}(x,y) = (\lambda_p/4\pi) \cdot \Delta\varphi_p(x,y), \quad (1)$$

а профиль отражающей поверхности зеркала рефлектора 1, измеряемый лазерным пучком 12 можно записать в таком же виде

$$\Delta z_{оп}(x,y) = (\lambda_l/4\pi) \cdot \Delta\varphi_l(x,y). \quad (2)$$

При равенстве на поверхности размеров радиолуча 13 и лазерного пучка 12 (достигается регулировкой в блоках 4, 9, 11 и 14) уравнения (1) и (2) тождественны $\Delta z_{оп}(x,y) = \Delta z_{оп}(x,y)$ и в результате получаем равенство:

$$(\lambda_p/4\pi) \cdot \Delta\varphi_p(x,y) = (\lambda_l/4\pi) \cdot \Delta\varphi_l(x,y), \quad (3).$$

Приводя подобные, получаем:

$$\Delta\varphi_l(x,y) = (\lambda_p/\lambda_l) \cdot \Delta\varphi_p(x,y). \quad (4)$$

Таким образом, получаем, что чувствительность и точность измерения лазерным пучком 12 блока 4 лазерной диагностики изменения фазы отраженного сигнала $\Delta\varphi_l(x,y)$ по сравнению с изменением фазы отраженного радиосигнала $\Delta\varphi_p(x,y)$ определяется отношением (λ_p/λ_l) длины волны излучения лазерного пучка 12 к длине волны радиолуча 13, используемых при измерении профиля параболоида вращения отражающей поверхности (x,y) рефлектора 1 антенны.

Для получения численной оценки сравнения выигрыша в точности и чувствительности измерения неравномерности профиля поверхности рефлектора 1 применения блока 4 лазерной диагностики поверхности рефлектора примем длину волны радиолуча 13 микроволнового диапазона равную $\lambda_p = 3\text{см} = 3 \cdot 10^4 \text{мкм}$; длину волны лазерного пучка 12, создаваемого He-Ne лазером, равную $\lambda_l = 0,63 \text{мкм}$. Тогда из соотношения (4) получаем, что точность и чувствительность измерения $\Delta\varphi_l(x,y)$ – неравномерности профиля отражающей поверхности рефлектора 1 блоком 4 лазерной диагностики в $\lambda_p/\lambda_l = \Delta\varphi_l(x,y)/\Delta\varphi_p(x,y) \approx 50000 = 5 \cdot 10^4$ раз выше точности измерения $\Delta\varphi_p(x,y)$ – неравномерности профиля рефлектора лучом радиоизлучения. При размерах неровностей поверхности порядка $\lambda_p/10$ в блоке 4 лазерной диагностики они регистрируются с амплитудой равной $5 \cdot 10^4 \lambda_l = \lambda_p/10$, что позволяет более чем на четыре порядка повысить точность измерения неравномерности профиля отражающей поверхности рефлектора 1 антенны совместным использованием с блоком 4 лазерной диагностики.

Практическое использование предлагаемого устройства возможно во всех типах антенных полигонов; применение устройства обеспечивает восстановление исходных параметров карт неравномерностей поверхности отражателя рефлекторов зеркальных антенн как сантиметрового, так и миллиметрового радиодиапазонов, повышает точность и достоверность получаемых результатов.

(57) Формула изобретения

1. Устройство контроля формы отражающей поверхности антенной системы зеркального типа, включающее рефлектор и приемно-передающий зонд антенны сканера с системой управления, связанный через переключающее устройство с генератором и приёмником излучения радиолуча, выход которого подключен к первому входу вычислительного устройства, а первый выход вычислительного устройства соединён с входом сканера с системой управления, отличающееся тем, что устройство дополнительно содержит блок лазерной диагностики, состоящий из лазерного генератора, лазерного приёмника, блока совмещения осей лазерного пучка и блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча, при этом блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча установлен перед переключающим устройством, причем вход-выход блока совмещения осей лазерного пучка и радиолуча соединён с зондом антенны сканера, а другой вход - с входом-выходом блока совмещения осей лазерного пучка, при этом вход блока совмещения осей лазерного пучка соединён с выходом лазерного генератора, а выход – с входом лазерного приёмника, выход которого соединён со вторым входом вычислительного устройства, кроме того, зонд антенны сканера выполнен в виде совмещённых центров симметрии радиолуча зонда и лазерного пучка зонда.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что рефлектор выполнен в виде параболоида вращения.

3. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что зонд антенны сканера выполнен с возможностью сканирования по крестообразной траектории поверхности рефлектора.

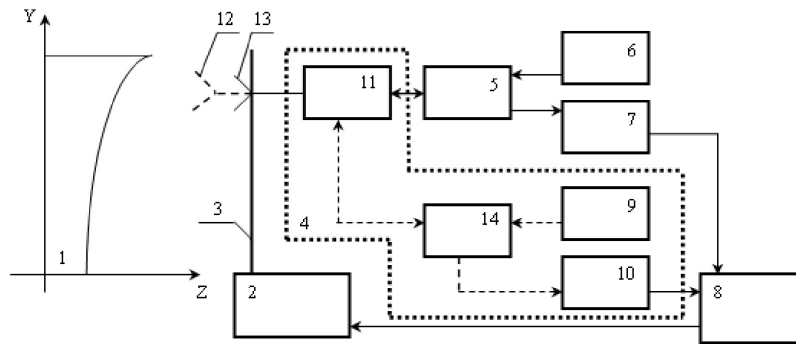
4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что блок совмещения осей лазерного пучка и радиолуча выполнен в виде плоскопараллельной радиопрозрачной пластинки.

30

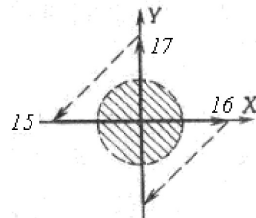
35

40

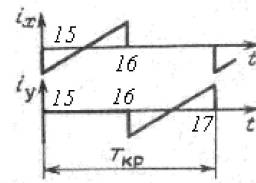
45



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3