



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 179 727** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **G 01 R 29/10, H 01 Q 21/26**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000104665/09, 24.02.2000

(24) Дата начала действия патента: 24.02.2000

(46) Дата публикации: 20.02.2002

(56) Ссылки: КРИССЕНЕЛЬ Б.Б. Методы фазирования остронаправленных решеток СВЧ-диапазона, - в книге: Исследования по геомагнетизму, аэронамии и физике Солнца. - М.: Наука, 1977, вып.42, с.160. RU 2125328 С1, 20.01.1999. RU 2134888 С1, 20.08.1999. RU 94001372 А1, 27.12.1995. US 3740754 А, 19.06.1973. WO 99/31760 А, 24.06.1999. US 6025812 А, 15.02.2000.

(98) Адрес для переписки:  
664033, г.Иркутск, а/я 4026

(71) Заявитель:  
Институт солнечно-земной физики СО РАН

(72) Изобретатель: Лесовой С.В.,  
Васин В.И., Занданов В.Г.

(73) Патентообладатель:  
Институт солнечно-земной физики СО РАН

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МНОГОЭЛЕМЕНТНОГО КРЕСТООБРАЗНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА

(57)  
Способ измерения фазового распределения многоэлементного крестообразного интерферометра относится к измерениям и может быть использован в различных двумерных интерферометрах. Техническим результатом является сведение среднеквадратичных ошибок фазового распределения сигналов по апертуре к 5-6 градусам, что существенно улучшает форму диаграммы направленности крестообразного интерферометра, и это в свою очередь уменьшает ошибки анализа структуры

двумерных изображений активных областей на Солнце. Кроме того, этот способ в десятки раз сокращает время получения фазового распределения по всей апертуре. Способ заключается в том, что анализируют спектр изображения малого локального источника на Солнце, построенного в системе координат направляющих косинусов, где фазовые искажения в антенно-фидерном тракте проявляются параллельно осям координат спектра пространственных частот соответствующих интерферометров (Восток-Запад, Север-Юг).

RU 2 179 727 C2

RU 2 179 727 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 179 727** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 01 R 29/10, H 01 Q 21/26**

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000104665/09, 24.02.2000  
(24) Effective date for property rights: 24.02.2000  
(46) Date of publication: 20.02.2002  
(98) Mail address:  
664033, g.Irkutsk, a/ja 4026

(71) Applicant:  
Institut solnechno-zemnoj fiziki SO RAN  
(72) Inventor: Lesovoj S.V.,  
Vasin V.I., Zandanov V.G.  
(73) Proprietor:  
Institut solnechno-zemnoj fiziki SO RAN

(54) **PROCEDURE MEASURING PHASE DISTRIBUTION OF MULTIPLE ELEMENT CRUCIFORM INTERFEROMETER**

(57) Abstract:

FIELD: measurement technology.  
SUBSTANCE: procedure measuring phase distribution of multiple element cruciform interferometer can be employed in various two-dimensional interferometers. Technical objective of invention consists in reduction of mean-square errors of phase distribution of signals in aperture to 5-6 degrees which markedly improves radiation pattern of cruciform interferometer and in its turn diminishes errors of analysis of structure of two-dimensional images of active regions in the Sun. Besides that this procedure

diminishes time of obtainment of phase distribution over entire aperture by factor of ten. Procedure consists in analysis of spectrum of image of small local source in the Sun constructed in system of coordinates of direction cosines where phase distortions in antenna-feeder path manifest themselves in parallel to axes of coordinates of spectrum of spatial frequencies of corresponding interferometers ( East-West, North- South ). EFFECT: minimization of mean-square errors of phase distribution of signals.

RU 2 179 727 C2

RU 2 179 727 C2

Изобретение относится к радиоастрономии и предназначено для получения радиоизображения Солнца, не искаженного ошибками фазового распределения сигналов по апертуре двумерного интерферометра, которые приводят к ухудшению формы диаграммы направленности инструмента и несимметричному росту боковых лепестков.

Известен способ получения фазового распределения сигналов многоэлементной решетки последовательной регистрацией суммарных откликов от двух соседних антенн за период интерференционной картины (Криссинель Б.Б. "Методы фазирования остронаправленных решеток СВЧ-диапазона" - В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца" - М., Наука, 1977, вып. 42, с. 142). В дальнейшем в этом способе анализируют фазы откликов, сравнивая их с фазой 1-ой гармоники изображения с противоположного плеча крестообразного интерферометра.

Недостатками этого способа являются длительность получения фазового распределения по всей апертуре (2-3 минуты для одной пары антенн), что приводит к увеличению общего времени до 13-14 часов. Это, в конечном итоге, приводит к потере наиболее оптимального наблюдательного времени, а также используются дополнительные СВЧ-устройства для модуляции измеряемой пары и запирающие остальные антенны и отдельная приемно-регистрирующая система. Кроме этого, известному способу свойственно наличие систематической ошибки из-за изменения центра тяжести радиоизлучения Солнца с течением времени (в том числе вследствие изменения активности Солнца).

Целью настоящего изобретения является сокращение времени получения фазового распределения сигналов по апертуре крестообразного интерферометра до 20-30 минут, что приводит к существенному повышению эффективности использования инструмента. Кроме того, предлагаемый способ не требует дополнительных СВЧ-устройств и отдельной приемной аппаратуры, а также устраняет систематические ошибки, связанные с изменением центра тяжести радиоизлучения Солнца с течением времени.

Сущность изобретения: по предлагаемому способу на интерферометре регистрируют изображение Солнца, выбирают на нем локальный источник с размером порядка или меньше ширины диаграммы направленности инструмента, получают пространственный спектр этого источника, затем из этого спектра получают искомое фазовое распределение. Для осуществления предложенного способа используют известные радиотехнические средства, а именно крестообразный интерферометр с базами 623 на 623 м - Сибирский солнечный радиотелескоп - ССРТ (Смольков Г.Я. и др. "Сибирский солнечный радиотелескоп", В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца" - М., Наука, 1990, вып.91, с.146).

Способ реализуется следующим образом. Регистрируют радиоизображение Солнца, производят выбор локального источника, получают пространственный спектр изображения этого источника, затем с

помощью Фурье-преобразования полученных данных определяют фазовое распределение сигналов интерферометров. Спектр изображения строится в системе координат направляющих косинусов крестообразного интерферометра. В этом случае фазовые искажения в антенно-фидерном тракте проявляются параллельно осям координат спектра пространственных частот соответствующих интерферометров ССРТ (Восток-Запад, Север-Юг). Малые угловые размеры локального источника необходимы, чтобы в спектре пространственных частот этого источника присутствовали значимые отклики на частотах не меньших, чем наивысшая пространственная частота интерферометра. При этом регистрация производится в Т-образном режиме инструмента (Гречнев В. В. , Тресков Т. А. "Зависимость отклика интерферометра ССРТ от условий наблюдений и параметров приемной системы", В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца" - Новосибирск, Наука, 1994, вып. 102, с.232). В этом режиме исключаются взаимные влияния противоположных плеч инструмента. В спектре от них появляются компоненты на одной частоте, но с разными знаками мнимой части. Длительность реализации определяется необходимым соотношением сигнал-шум при слабых источниках, соответственно уменьшением ошибок измерений. При 20-30 минутной записи это соотношение улучшается в 3 раза по сравнению с отношением сигнал-шум для изображения, полученного за один период интерференционной картины интерферометра. Способ основан на известных в радиоастрономии соотношениях - измеренный пространственный спектр источника равен произведению Фурье-образа диаграммы направленности инструмента и Фурье-образа изображения источника, а диаграмма направленности определяется Фурье-преобразованием амплитудно-фазового распределения по апертуре инструмента.

Эффективность описанного способа проверена успешным использованием при получении двумерных карт на ССРТ, представляющем собой 256-элементный крестообразный интерферометр, работающий на частоте 5730 МГц (Смольков и др.). Использование этого способа - свести среднеквадратичные погрешности фазового распределения сигналов по апертуре к 5-6 градусам, что эквивалентно 1 мм на базах по 623 м. Это, в свою очередь, уменьшает ошибки анализа структуры изображений активных областей и вспышек на Солнце.

Источники информации

1. Криссинель Б.Б. "Методы фазирования остронаправленных решеток СВЧ-диапазона" - В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца" - М., Наука, 1977, вып. 42, с.142.

2. Гречнев В.В., Тресков Т.А. "Зависимость отклика интерферометра ССРТ от условий наблюдений и параметров приемной системы". В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца" - Новосибирск, Наука, 1994, вып. 102, с.232.

3. Смольков Г. Я. и др. "Сибирский солнечный радиотелескоп", В кн. "Исследования по геомагнетизму, аэронауке и

физике Солнца" - М., Наука, 1990, вып. 91, с.146.

**Формула изобретения:**

Способ измерения фазового распределения многоэлементного крестообразного интерферометра, отличающийся тем, что регистрируют

изображение Солнца, выбирают на нем локальный источник малых размеров порядка диаграммы направленности и определяют спектр изображения этого источника, затем из спектра получают фазовое распределение по всей апертуре за 20-30 мин параллельно наблюдениям Солнца.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2 1 7 9 7 2 7 C 2

RU 2 1 7 9 7 2 7 C 2