



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G01S 5/02 (2006.01); G01S 5/12 (2006.01); G01S 7/10 (2006.01); G01S 3/72 (2006.01); G01S 13/56 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017104553, 13.02.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.02.2017Дата регистрации:  
06.12.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.02.2017

(43) Дата публикации заявки: 16.08.2018 Бюл. №  
23

(45) Опубликовано: 06.12.2018 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

614046, Россия, г.Пермь, ул. Татьяны  
Барамзиной, 42/3, ООО "Квадрокс", Плясунов  
Никита Сергеевич

(72) Автор(ы):

Логинов Юрий Иванович (RU),  
Портнаго Светлана Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Квадрокс" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU2423721 C2, 10.07.2011. RU  
2248584 C2, 20.03.2005. RU 2510044 C1,  
20.03.2014. US 5625364 A, 29.04.1997. US  
7952521 B2, 31.05.2011. US 6791493 B1,  
14.09.2004. WO 2013085587 A1, 13.06.2013.(54) ОДНОПОЗИЦИОННЫЙ КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ УГЛОМЕРНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
КООРДИНАТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники, а именно к системам радиоконтроля для определения координат местоположения источников радиоизлучения (КМПИРИ) УКВ-СВЧ диапазонов, как цифровых, так и аналоговых видов связи, сведения о которых отсутствуют в базе данных (например, государственной радиочастотной службы). Достижимый технический результат - повышение точности определения КМПИРИ путем увеличения количества виртуальных постов и использования одного поста радиоконтроля (РКП). Указанный результат достигается за счет того, что однопозиционный корреляционный угломерный способ определения координат местоположения источников радиоизлучения, основан на измерении параметров искомого источника радиоизлучения (ИРИ) на одном РКП и вычислении тех же параметров в точках,

местоположение которых полагается известными, основан также на том, что измеряют азимут на ИРИ, применяя РКП с логопериодической поворотной антенной системой (ЛПАС), задают координаты местоположения К виртуальных постов (ВП) по базе данных радиоэлектронных средств (РЭС) используемого РКП в секторе измеренного азимута на расстоянии в несколько угловых минут от РКП, составляют перечень из  $i$  базовых РЭС( $i$  БРЭС), находящихся в секторе измеренного азимута, вычисляют азимуты с РКП и ВП на  $i$  БРЭС, используя координаты местоположения, устанавливают корреляционную зависимость азимутов (КЗА) с ВП на  $i$  БРЭС от азимутов на них же с РКП, составляют  $i$  ( $K+1$ ) уравнений лучей с ВП и с РКП с вычисленными на  $i$  БРЭС азимутами, переопределяют координаты  $i$  БРЭС, как координаты точек попарного пересечения этих лучей, получая при

этом К калибровочных характеристик (КХ) для пар РКП/ВП по широте (КХШ), долготе (КХД) и азимуту (КХА) как зависимостей разности истинных и вычисленных координат и азимутов от соответствующих вычисленных координат и азимутов, затем вычисляют азимуты с каждого ВП на ИРИ, используя измеренный азимут  $\phi$  на

ИРИ и полученную КЗА для пар РКП/ВП, корректируют их, используя КХА, вычисляют пробные координаты ИРИ как координаты точек пересечения  $C_{k+1}^2$  пар лучей с РКП и ВП на искомый ИРИ, корректируют их, используя КХШ и КХД, усредняют и фиксируют как окончательные. 6 ил.

R U  
2 6 7 4 2 4 8  
C 2  
8 4 2 4 7 9 2

R U  
2 6 7 4 2 4 8  
C 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*G01S 5/02 (2006.01); G01S 5/12 (2006.01); G01S 7/10 (2006.01); G01S 3/72 (2006.01); G01S 13/56 (2006.01)*

(21)(22) Application: **2017104553, 13.02.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**13.02.2017**

Registration date:  
**06.12.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **13.02.2017**

(43) Application published: **16.08.2018** Bull. № 23

(45) Date of publication: **06.12.2018** Bull. № 34

Mail address:

**614046, Rossiya, g.Perm, ul. Tatyany Baramzinoj,  
42/3, OOO "Kvadroks", Plyasunov Nikita  
Sergeevich**

(72) Inventor(s):

**Loginov Yuriy Ivanovich (RU),  
Portnago Svetlana Yurevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"Kvadroks" (RU)**

(54) **ONE-POSITION CORRELATION GONIOMETRIC METHOD FOR DETERMINING COORDINATES OF LOCATION OF RADIO EMISSION SOURCES**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering and communications.

SUBSTANCE: invention relates to radio engineering, particularly to radio monitoring systems for determining the position of radio-frequency emission sources (PRFES) of the VHF-microwave bands, of both digital and analog types of communication, information about which is not available in the database (for example, of the state radio frequency service). One-position correlation goniometric method for determining the coordinates of the location of radio emission sources is based on the measurement of the parameters of the desired source of radio emission (RES) in a single radio control post (RCP) and the calculation of the same parameters at points, the location of which is supposed to be known, is also based on the fact that the azimuth is measured on the RES using a RCP with a logoperiodic rotary antenna system (LRAS), specify the coordinates of the location K of the virtual posts (VPs) on the database of radioelectronic facilities (REF) of the used RCP in the sector of the measured azimuth

at a distance of several angular minutes from the RCP, make a list of i base REF (i BREF) located in the measured azimuth sector, calculate the azimuths from the RCP and the VP on i BREF using the position coordinates, establish the correlation of the azimuths (AC) with the VP on i BREF from the azimuths on them with the RCP, make up the i (K+1) ray equations with the VP and with the RCP with the azimuths calculated on i BREF, redefine the BREF coordinates i as the coordinates of the pairwise crossing points of these rays, thus obtaining the K gauge characteristics (GC) for RCP/VP pairs in latitude (LaGC), longitude (LoGC) and azimuth (AGC) as the dependences of the difference between the true and calculated coordinates and azimuths from the corresponding calculated coordinates and azimuths, then calculate the azimuths from each VP on the RES using the measured azimuth  $\phi$  on the RES and the received AC for the pairs of RCP/VP, correct them using AGC, calculate the test coordinates

C 2  
8  
4  
2  
4  
2  
4  
8  
R U

R U  
2  
6  
7  
4  
2  
4  
8  
C 2

of the RES as the coordinates of the intersection points  $C_{k+1}^2$  of pairs of rays with RCP and VP for the desired RES, correct them using LaGC and LoGC, averaged and fixed as final.

EFFECT: increased accuracy of the definition of PRFES by increasing the number of virtual posts and the use of one RCP.

1 cl, 6 dwg

R U  
2 6 7 4 2 4 8  
C 2  
8 4 2 4 7 9 2

R U  
2 6 7 4 2 4 8  
C 2

Изобретение относится к области радиотехники, а именно к системам радиоконтроля для определения местоположения источников радиоизлучения (ИРИ), сведения о которых отсутствуют в базе данных (например, государственных радиочастотных служб или государственных служб надзора за связью). Изобретение может быть  
5 использовано при поиске местоположения несанкционированных средств радиосвязи, как возможных источников помех связи.

Известны способы определения координат ИРИ, в которых используются пассивные пеленгаторы в количестве не менее трех, центр тяжести области пересечения выявленных азимутов которых на фронт прихода волны принимается за оценку местоположения.  
10 Основными принципами работы таких пеленгаторов являются амплитудные, фазовые и интерферометрические [1, 2]. К их недостаткам следует отнести высокую степень сложности антенных систем, коммутационных устройств и наличие многоканальных радиоприемников, а также необходимость в быстродействующих системах обработки информации.

Наличие в федеральных округах государственной радиочастотной службы взаимосвязанных через центральный пункт разветвленной сети радиоконтрольных постов, оборудованных средствами приема радиосигналов, измерения и обработки их параметров, позволяет дополнить их функции и задачами определения местоположения  
15 тех ИРИ, сведения о которых отсутствуют в базе данных, не прибегая к использованию сложных и дорогостоящих пеленгаторов. Известен способ [3], заключающийся в приеме сигналов источников радиоизлучений в полосе частот  $\Delta F$  перемещающимся в пространстве измерителем. При перемещении измерителя измеряют уровни сигналов в  $n$  ( $n \geq 4$ ) точках, последовательно вычисляют  $n$  уровней сигнала, по вычисленным  
20 отношениям строят  $n$  круговых линий положения и определяют координаты источников радиоизлучения как точку пересечения  $n$  круговых линий положения. Для повышения достоверности определения местоположения используют статистику. Основным недостатком этого аналога является его нереализуемость, так как так найти точку пересечения  $n > 2$  круговых линий положения нельзя.

Известен угломерно-корреляционный способ оценивания местоположения наземных  
30 источников радиоизлучения [4]. Угломерно-корреляционный способ оценивания координат местоположения наземных источников радиоизлучения (ИРИ), заключающийся в том, что на борту самолета-пеленгатора одновременно измеряют собственные координаты местоположения  $x(k)$ , угол курса  $\psi(k)$ , пеленг ИРИ ( $\varphi_{и}(k)$ ),  
35 отличающийся тем, что бортовая вычислительная система (БВС) осуществляет разбиение участка местности вокруг ИРИ с грубо определенными прямоугольными координатами  $x_{ц}, z_{ц}$  на  $I \times J$  прямоугольников с координатами центров  $x_i, z_i$ ; для каждого прямоугольника и всех точек пеленгации рассчитывают ожидаемые значения пеленгов, затем осуществляют поиск элементарного участка местности возможного  
40 местоположения ИРИ, которому соответствует совокупность измеренных значений пеленгов определяют текущее местоположение ИРИ по величине функционала качества, характеризующего степень соответствия текущей измеренной совокупности пеленгов и их ожидаемых расчетных значений, соответствующих элементарным участкам местности, координаты которых известны, при этом в качестве функционала качества  
45 используется экстремум взаимно-корреляционной функции реализации  $\varphi_{и}(k)$  и  $\varphi_{ij}(k)$ , определяющий совпадение текущего местоположения ИРИ с измеренным элементарным участком местности, координаты которого известны, или взвешенные суммы квадратов разностей текущих измеренных и расчетных значений пеленгов  $\varphi_{и}(k)$  и  $\varphi_{ij}(k)$ , при этом

критерием совпадения текущей реализации пеленгов и их расчетных значений является минимум функционала качества

$$\Phi_{ij} = \sum_{k=1}^K g(k) [\varphi_k(k) - \varphi_{ij}(k)]^2.$$

Недостатки этого аналога:

1. Способ рассчитан только на применение на борту самолета-пеленгатора,
2. Требуется измерения собственных координат местоположения самолета-пеленгатора,
3. Требуется предварительного грубого определения местоположения ИРИ,
4. Требуется разбиения участка местности вокруг предполагаемого местоположения ИРИ,
5. Требуется измерения пеленгов на каждый участок местности возможного местоположения ИРИ.

Известно также техническое решение [5], которое относится к радиолокации, в частности к определению местоположения источников радиоизлучений. Техническим результатом является обеспечение возможности определения координат источников радиоизлучений однопозиционной наземной радиолокационной станцией и независимо от условий местности.

Указанный технический результат достигается также тем, что в радиолокационной станции, содержащей пассивный канал обнаружения, включающий последовательно соединенные антенну и приемник, а также блок вычисления координат, содержащий последовательно соединенные устройство измерения сдвига принимаемых сигналов во времени и устройство вычисления координат.

Суть способа состоит в следующем.

Для определения координат источника радиоизлучения используют два канала: пассивный и активный каналы обнаружения. Вся система размещена на одной позиции.

Антенна пассивного канала обнаружения направлена на источник и принимает его прямое радиоизлучение. Для измерения дальности до источника радиоизлучения с угловыми координатами  $\epsilon_{И}$  (угол места) и  $\beta_{И}$  (азимут) используется объект,

отражающий радиоизлучение этого источника. При этом с помощью активного канала обнаружения работающего в пассивном режиме, осуществляются операции поиска, обнаружения и измерения угловых координат (угла места -  $\epsilon_{О}$  и азимута -  $\beta_{О}$ ) объекта,

отражающего излучение, коррелированное с прямым излучением (т.е. осуществляется поиск отражающего объекта). По положению максимума взаимной корреляционной функции излучений, принятых двумя каналами обнаружения, определяют величину

временного сдвига  $\Delta_t$  этих излучений. После чего осуществляется зондирование направления с координатами  $\epsilon_{О}$ ,  $\beta_{О}$  и измеряется дальность  $R_{О}$  до объекта, при необходимости уточняются координаты  $\epsilon_{О}$ ,  $\beta_{О}$ .

Недостатками этого аналога являются:

1. Способ может применяться только к цифровым (дискретным) видам связи.
2. Необходимы два канала: активный и пассивный, что совершенно недопустимо в военных условиях применения из-за демаскирования средства.
3. Необходимость измерения сдвига принимаемых сигналов во времени требует системы жесткой синхронизации.
4. Необходимо осуществлять операции поиска, обнаружения и измерения угловых координат (угла места -  $\epsilon_{О}$  и азимута -  $\beta_{О}$ ) объекта, отражающего излучение.

Существенно ближе к предлагаемому способу является [6].

Способ [6] относится к пассивным системам радиоконтроля и предназначен для определения координат источников радиоизлучений УКВ-СВЧ диапазонов, использующих цифровые (дискретные) виды сигналов из одного РКП. Способ определения местоположения ИРИ основан на измерении направления на ИРИ, оценке относительной временной задержки, с последующим вычислением координат ИРИ, как точки пересечения линии направления на источник и гиперболической линии положения. Все измерения производятся на одном приемном пункте. При этом, оценка относительной временной задержки определяется путем вычисления времени расхождения прихода сигнала от источника относительно опорной временной шкалы, сформированной на основе оценки временной структуры сигнала источника, местоположение которого полагается известным, определяемой на основе сравнения оценок расхождения времени прихода сигналов по времени от источников с известным и оцениваемым местоположением, функционирующих в единой системе синхронизации цифровыми (дискретными) видами сигналов.

Недостатками способа являются:

1). Способ распространяется только на цифровые (дискретные) виды средств связи с четко выраженным периодом следования импульсов тактовой (цикловой) синхронизации, функционирующие в единой системе синхронизации, временные параметры которой и точность их определения существенно влияют на оценку относительной временной задержки, а, следовательно, и точность определения координат искомого ИРИ.

2) Отсутствует решение по повышению точности оценки определения координат искомого ИРИ, например, путем увеличения числа корреспондентов из состава радиосети и усреднения результатов вычисления координат искомого ИРИ применительно к каждому из корреспондентов радиосети;

3) Должна быть априорно известна (либо доступна оцениванию) частотно-временная структура сигнала (частота (период) следования импульсов тактовой (цикловой) синхронизации). При этом, оценивание частотно-временной структуры сигнала приводит к появлению дополнительной погрешности вычисления координат искомого ИРИ и появлению дополнительных временных и аппаратурных затрат при внедрении способа.

4) Область применения способа ограничивается тем, что для реализации способа необходимо иметь:

а) особое радиоприемное устройство, в котором дополнительно должен быть введен автокоррелятор,

б) пеленгатор, удовлетворяющий требованиям по достаточной точности пеленгования, исходя из точности определения координат искомого ИРИ.

Наиболее близким по своей технической реализуемости к заявляемому способу является способ [7], выбранный за прототип.

Способ определения координат местоположения источников радиоизлучения, основанный на измерении параметров радиоизлучений в нескольких точках пространства сканирующими радиоприемными устройствами и преобразованных в систему уравнений окружностей равных отношений, отличающийся тем, что для измерения параметров радиоизлучений используют  $N$ , не менее четырех, стационарных радиоконтрольных постов, расположенных не на одной прямой, один из которых принимают за базовый, снабжая его дополнительным специальным программным обеспечением и соединяя с остальными  $N-1$  постами линиями связи, на всех постах осуществляют квазисинхронное сканирование по заданным фиксированным частотам настройки, усредняют полученные значения уровней сигналов на каждой из сканируемых

частот, а затем на базовом посту для каждого из сочетаний  $C^4_N$  (сочетаний из N по 4) на основании обратно пропорциональной зависимости отношений расстояний от поста до источника радиоизлучения и соответствующих им разностей уровней сигналов, выраженных в дБ, составляют три уравнения, каждое из которых описывает окружность равных отношений, по параметрам двух любых пар которых и определяют текущее среднее значение широты и долготы местоположения источника радиоизлучения.

Основными недостатками прототипа являются:

1. Необходимость иметь не менее 4-х СРКП, требующих обеспечения радиосвязи между ними, что снижает надежность и эффективность такой системы определения КМПИРИ, а также демаскирует параметры ее функционирования и местоположение перед иностранной радиоразведкой.

2. Нет простого решения по повышению точности определения КМПИРИ путем, например, статистических накоплений.

Целью настоящего изобретения является разработка способа определения координат местоположения ИРИ, не требующего дополнительных аппаратных затрат для его реализации на существующих радиоконтрольных постах Радиочастотной службы Российской Федерации, в котором устранены недостатки прототипа.

Эта цель достигается с помощью признаков, указанных в формуле изобретения, общих с прототипом: однопозиционный корреляционный угломерный способ определения координат местоположения источников радиоизлучения, основанный на измерении параметров искомого источника радиоизлучений (ИРИ) на одном радиоконтрольном посту (РКП) и вычислении тех же параметров в точках, местоположение которых полагается известными и отличительных основанный на измерении параметров искомого источника радиоизлучений (ИРИ) на одном радиоконтрольном посту (РКП) и вычислении тех же параметров в точках, местоположение которых полагается известным, отличающийся тем, что, измеряют азимут на ИРИ, применяя РКП с логопериодической поворотной антенной системой (ЛПАС), задают координаты местоположения K виртуальных постов (ВП) по базе данных РЭС используемого РКП в секторе измеренного азимута на расстоянии в несколько угловых минут от РКП, составляют перечень из i базовых РЭС(i БРЭС), находящихся в секторе измеренного азимута, вычисляют азимуты с РКП и ВП на i БРЭС, используя координаты местоположения, устанавливают корреляционную зависимость азимуты (КЗА) с ВП на i БРЭС от азимуты на них же с РКП, составляют i (K+1) уравнений лучей с ВП и с РКП с вычисленными на i БРЭС азимутами, переопределяют координаты i БРЭС, как координаты точек попарного пересечения этих лучей, получая, при этом, K калибровочных характеристик (КХ) для пар РКП/ВП по широте(КХШ), долготе(КХД) и азимуту (КХА), как зависимостей разности истинных и вычисленных координат и азимуты от соответствующих вычисленных координат и азимуты, затем, вычисляют азимуты с каждого ВП на ИРИ, используя измеренный азимут  $\varphi$  на ИРИ и полученную КЗА для пар РКП/ВП, корректируют их, используя КХА, вычисляют пробные координаты ИРИ, как координаты точек пересечения  $C^2_{K+1}$  пар лучей с РКП и ВП на искомый ИРИ, корректируют их, используя КХШ и КХД, усредняют и фиксируют, как окончательные.

Для осуществления способа используют детерминистскую модель со следующими допущениями:

1. Распространение радиосигналов происходит в свободном пространстве [1].

2. Параметры и характеристики приемников постов радиотехнических измерений

идентичны, а их изменения, а также изменения параметров и характеристик наблюдаемых РЭС и условий распространения сигналов на интервале измерений отсутствуют.

3. Диаграммы направленности приемных и передающих антенн в горизонтальной плоскости круговые.

Для пояснения предложенного способа используем рисунки:

На фигуре 1 приведено расположение нескольких ВП (трех), РКП и искомого ИРИ и пересечение азимутальных лучей.

На фигуре 2 показан пример трех корреляционных зависимостей азимутов (КЗА) с ВП на БРЭС от азимутов с РКП на эти же БРЭС, аппроксимированных полиномами.

На фигуре 3 приведена калибровочная характеристика пары РКП/ВП по долготе (КХД).

На фигуре 4 приведена калибровочная характеристика пары РКП/ВП по широте (КХШ).

На фигуре 5 приведена калибровочная характеристика пары РКП/ВП1 по азимуту (КХА).

На фигуре 6 приведена калибровочная характеристика пары РКП/ВП2 по азимуту (КХА).

После задания  $K$  виртуальных постов в секторе измеренного на ИРИ азимута определение КМПИРИ, выполняется в шесть этапов.

На первом этапе формируют перечень  $i$  базовых РЭС ( $i$  БРЭС), известных по базе данных используемого РКП и находящихся в секторе измеренного азимута.

На втором этапе вычисляют азимуты с РКП и ВП на каждый  $i$  БРЭС и получают корреляционную зависимость азимутов (КЗА) с каждого ВП на  $i$  БРЭС от азимутов на те же  $i$  БРЭС с РКП.

На третьем этапе производят переопределение известных координат  $i$  базовых РЭС ( $i$  БРЭС), известных по базе данных используемого РКП. В результате его выполнения, получают  $C_{k+1}^2$  калибровочных характеристик (КХ) пар РКП/ВП и пар ВП $i$ /ВП $j$ . по широте (КХШ), долготе (КХД) и азимуту (КХА). Калибровочные характеристики необходимы для выявления ошибки определения координат с целью устранения систематической погрешности путем учета полученной при калибровке ошибки.

На четвертом этапе получают значения азимутов на всех ВП, используя измеренный на РКП азимут  $\phi$  и полученную КЗА.

На пятом этапе выполняют пробный (предварительный) расчет КМПИРИ по результатам измерения азимута  $\phi$  на ИРИ и результатам расчета, по измеренному азимуту  $\phi$  и КЗА, азимута с ВП на ИРИ, предварительно откорректировав измеренный азимут по КХА.

На шестом этапе производят корректировку пробных КМПИРИ по КХШ и КХД и усреднение по всем парным сочетаниям азимутов РКП/ВП и ВП $i$ /ВП $j$ , фиксируя КМПИРИ, как окончательные.

Дадим подробное описание этапов, начиная со второго, так как первый этап является тривиальным.

Второй этап. По координатам  $i$  БРЭС, перечень которых сформирован на первом этапе, производят расчет азимутов, как для РКП, так и для ВП. Уравнение КЗ по результатам выполненного их расчета, получают с помощью стандартной программы Excel. Пример КЗА, аппроксимированных полиномом, для трех пар РКП/ ВП приведен на фиг. 2.

Третий этап. Производят переопределение координат  $i$  базовых РЭС ( $i$  БРЭС),

известных по базе данных используемого РКП. Координаты БРЭС переопределяют, как координаты точки пересечения пар лучей, направленных с РКП( $x_0, y_0$ ) на  $i$ БРЭС( $x_i, y_i$ ) и описываемых уравнением:

$$x_i = K_0 (y_i - y_0) + x_0, \quad (1) \text{ и лучей,}$$

направленных с ВП( $x_j, y_j$ ) на  $i$  БРЭС( $x_i, y_i$ ) и описываемых уравнением

$$x_i = K_j (y_i - y_j) + x_j, \quad (2) \text{ с}$$

угловыми коэффициентами  $K_0$  и  $K_j$ , которые вычисляют, как:

$$K_0 = \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0} \text{ и } K_j = \frac{y_i - y_j}{x_i - x_j} \text{ где: } x_i, y_i - \text{широта и долгота } i \text{БРЭС.}$$

Фигура 1 поясняет получение этой точки пересечения.

Решение системы уравнений (1) и (2) дает значения переопределяемых координат  $i$ БРЭС в виде:

$$x_i = \frac{K_0 x_j - K_j x_0 + K_0 K_j (y_0 - y_j)}{(K_0 - K_j)}$$

$$y_i = \frac{x_j - x_0 + K_0 y_0 - K_j y_j}{(K_0 - K_j)} \quad (3).$$

Координаты  $i$ БРЭС переопределяют по всем комбинациям ВП и РКП. По переопределенным координатам вычисляют и новые (переопределенные) азимуты на каждую из  $i$ БРЭС, как с РКП, так и с ВП.

В результате получают, для всех пар РКП/ВП и пар ВП $i$ /ВП $j$ ,  $C_{k+1}^2$  калибровочных характеристик координат и азимутов (фиг. 3-6)), как зависимость разности истинных координат и азимутов и вычисленных координат и азимутов от вычисленных координат и азимутов.

Четвертый этап. Вычисляют для всех ВП азимуты на ИРИ, по измеренному на РКП азимуту  $\phi$  и, полученной на втором этапе, корреляционной зависимости азимутов (КЗА) между ВП и РКП (фиг. 2). При этом используют аппроксимированную КЗА (по примеру на фиг. 2). Подставляют в формулу полиномиальной аппроксимирующей зависимости тот номер точки аппроксимации, который соответствует измеренному на РКП азимуту на ИРИ. Затем вычисленное значение азимута корректируют по полученной на третьем этапе калибровочной характеристике азимутов (КЗА) и только после этого используют эти откалиброванные азимуты для пробного вычисления КМПИРИ.

Пятый этап. Выполняют пробный расчет по измеренному азимуту  $\phi$  и азимута, вычисленного с учетом калибровки каждого ВП. Выполняют пробное вычисление аналогично описанному на третьем этапе.

Шестой этап. Производят корректировку пробных КМПИРИ по КХШ и КХД и усреднение по всем парным сочетаниям азимутов РКП/ВП и ВП $i$ /ВП $j$ , фиксируя КМПИРИ как окончательные.

Предложенный способ, по принципу работы и отсутствию средств радиосвязи для своего функционирования, является пассивным, наиболее скрытным и, следовательно, наименее уязвимым для обнаружения средствами радиоразведки. Способ, для своей реализации, является предельно минимальным по количеству оборудования, размещенном на одной позиции. Способ позволяет без каких либо затрат повышать точность определения КМПИРИ, путем увеличения количества виртуальных постов.

Таким образом, предложенный способ позволяет устранить недостатки прототипа

и определять местоположение любых источников ИРИ. Отсутствие принципиальных ограничений по быстродействию, низкая стоимость внедрения способа, не требующего дополнительных аппаратных затрат для его реализации на существующих радиоконтрольных постах Радиочастотной службы Российской Федерации, прозрачность алгоритма определения координат местоположения ИРИ, как откорректированное и усредненное по  $C_{k+1}^2$  вариантам расчета значение координат точек пересечения азимутов с РКП и всех ВП, включая все сочетания последних, свидетельствует о высокой технико-экономической эффективности предложенного способа.

#### Источники информации

1. Справочник по радиоконтролю. Международный союз электросвязи. - Женева: Бюро радиосвязи. 2002. - 585 с.
2. Корнеев И.В., Ленцман В.Л. и др. Теория и практика государственного регулирования использования радиочастот и РЭС гражданского применения. Сборник материалов курсов повышения квалификации специалистов радиочастотных центров федеральных округов. Книга 2. - СПб.: СПбГУТ. 2003.
3. Патент RU №2 306 579, опубл. 20.09.2007 г.
4. Угломерно-корреляционный способ оценивания координат местоположения наземных источников радиоизлучения. Патент РФ №2458358. Авторы: Верб В.С., Гандурин В.А., Косогор А.А., Меркулов В.И., Миляков Д.А., Тетеруков А.Г., Чернов В.С.
5. Способ определения координат источника радиоизлучения и радиолокационная станция для его реализации. Патент РФ №2217773 Автор(ы): Беляев Б.Г., Голубев Г.Н., Жибинов В.А., Кисляков В.И., Лужных С.Н.
6. Способ местоопределения источников радиоизлучений. Патент РФ №2248584 С2. Автор(ы): Лузинов В.А., Устинов К.В.
7. Способ определения координат местоположения источников радиоизлучений. Патент РФ №2423721 С2. Авторы: Логинов Ю.И., Екимов О.Б.

#### (57) Формула изобретения

Однопозиционный корреляционный угломерный способ определения координат местоположения источников радиоизлучения, основанный на измерении параметров искомого источника радиоизлучений (ИРИ) на одном радиоконтрольном посту (РКП) и вычислении тех же параметров в точках, местоположение которых полагается известным, отличающийся тем, что измеряют азимут на ИРИ, применяя РКП с логопериодической поворотной антенной системой (ЛПАС), задают координаты местоположения  $K$  виртуальных постов (ВП) по базе данных радиоэлектронных средств (РЭС) используемого РКП в секторе измеренного азимута на расстоянии в несколько угловых минут от РКП, составляют перечень из  $i$  базовых РЭС ( $i$  БРЭС), находящихся в секторе измеренного азимута, вычисляют азимуты с РКП и ВП на  $i$  БРЭС, используя координаты местоположения; устанавливают корреляционную зависимость азимутов (КЗА) на  $i$  БРЭС с ВП от азимутов на них же с РКП, составляют  $i(K+1)$  уравнений лучей с ВП и с РКП с вычисленными на  $i$  БРЭС азимутами, переопределяют координаты  $i$  БРЭС как координаты точек попарного пересечения этих лучей, получая при этом  $K$  калибровочных характеристик (КХ) для пар РКП/ВП по широте (КХШ), долготе (КХД) и азимуту (КХА) как зависимостей разности истинных и вычисленных координат и азимутов от соответствующих вычисленных координат и азимутов, затем вычисляют азимуты с каждого ВП на ИРИ, используя измеренный азимут  $\phi$  на ИРИ и полученные КЗА для пар РКП/ВП, корректируют их, используя КХА, вычисляют пробные

координаты ИРИ как координаты точек пересечения  $C_{k+1}^2$  пар лучей с РКП и ВП на  
искомый ИРИ, корректируют их, используя КХШ и КХД, усредняют и фиксируют как  
окончательные.

5

10

15

20

25

30

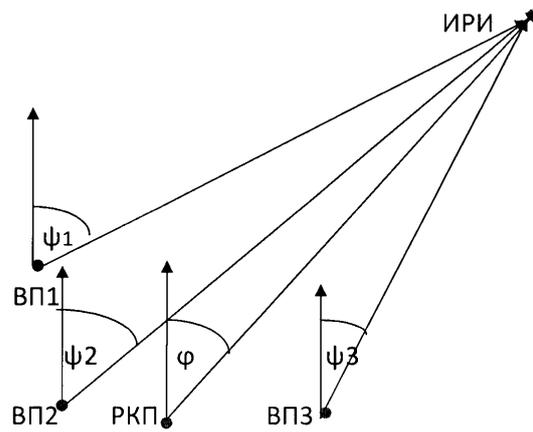
35

40

45

1

Фиг.1. Размещение ИРИ,РКП с измеренным азимутом  $\varphi$ ,  
ВП1, ВП2 и ВП3 с вычисленными по корреляционной зависимости  
азимутами  $\psi_1, \psi_2$  и  $\psi_3$ .



2



