

**(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРОМ О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)**

**(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности**
Международное бюро



(43) Дата международной публикации
15 июня 2017 (15.06.2017)

WIPO | РСТ

(10) Номер международной публикации
WO 2017/099619 A1

(51) Международная патентная классификация:
G01S 3/48 (2006.01) *G01S 5/06* (2006.01)

(21) Номер международной заявки: PCT/RU2015/000867

(22) Дата международной подачи:
10 декабря 2015 (10.12.2015)

(25) Язык подачи: Русский

(26) Язык публикации: Русский

(71) Заявитель: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АЗОВСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ
ЗАВОД" (JOINT STOCK COMPANY "AZOV OPTICAL AND MECHANICAL PLANT") [RU/RU]; ул.
Промышленная, 5, Азов, Ростовская обл., 346780, Azov (RU).

(72) Изобретатели: ШЕБОЛКОВ, Виктор Васильевич
(SHEBOLKOV, Viktor Vasilevich); улица

Дзержинского, 111-1, Таганрог, Ростовская область,
347931, Taganrog (RU). ЧЕРНЕЦКИЙ, Роман
Иванович (CHERNETSKIY, Roman Ivanovich); ул.
Сызранова, 28-1-52, Таганрог, Ростовская область,
347939, Taganrog (RU).

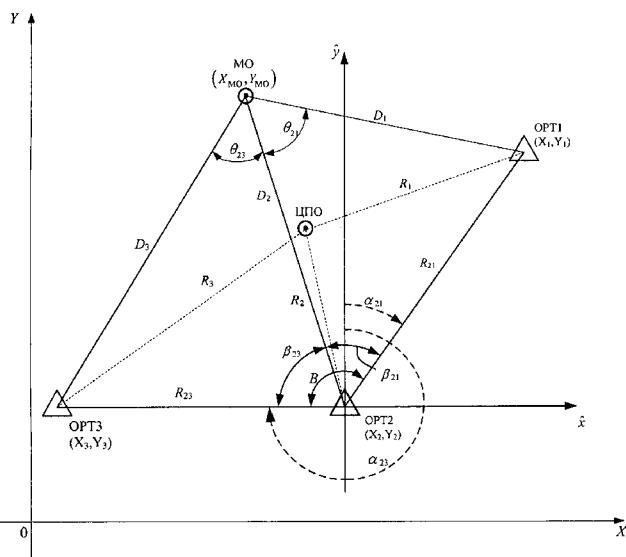
(81) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Указанные государства (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,

[продолжение на следующей странице]

(54) Title: POSITIONING METHOD FOR LOCAL NAVIGATION SYSTEMS

(54) Название изобретения : СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ



Фиг.1

(57) Abstract: The invention relates to radio navigation and can be used in local navigation systems and networks for controlling the movement of mobile objects in local navigation zones. The method consists in generating, on a navigated object, two high frequency harmonic signals having the same strength and different frequencies, simultaneously emitting the signals and receiving same at several radio navigational reference points with known coordinates, generating difference frequency signals at said points from the high frequency signals received from the navigated object, transmitting the difference frequency signals generated to a central processing point, and measuring the phase differences of the difference frequency signals arriving from different pairs of radio navigational reference points, wherein, prior to emission, one of the high frequency harmonic signals to be emitted is phase modulated by a periodic rectangular pulse sequence with a phase deviation of 180°, as a result of which it is converted into a binary phase-modulated signal, the binary phase-modulated difference frequency signals received from each radio navigational reference point are phase detected at the central processing point using, as reference signals for phase detection, non-modulated difference frequency signals obtained from said binary phase-modulated signals, the modulating rectangular pulse sequence is identified and the phase differences of the identified pulse sequences are measured for each pair of radio navigational reference points and the results of these measurements, together with the results of the corresponding phase difference measurements of modulated difference frequency signals, are converted into coordinates of the navigated object, wherein the modulated difference frequency signals are generated from binary phase-modulated difference frequency signals by converting same by non-linear inertia-free conversion, identifying the second harmonic of the converted signal and dividing the frequency by two.

ence signals for phase detection, non-modulated difference frequency signals obtained from said binary phase-modulated signals, the modulating rectangular pulse sequence is identified and the phase differences of the identified pulse sequences are measured for each pair of radio navigational reference points and the results of these measurements, together with the results of the corresponding phase difference measurements of modulated difference frequency signals, are converted into coordinates of the navigated object, wherein the modulated difference frequency signals are generated from binary phase-modulated difference frequency signals by converting same by non-linear inertia-free conversion, identifying the second harmonic of the converted signal and dividing the frequency by two.

(57) Реферат:

[продолжение на следующей странице]

WO 2017/099619 A1



GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,

CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

— с отчётом о международном поиске (статья 21.3)

Изобретение относится к радионавигации и может быть использовано в локальных навигационных системах и сетях для управления движением мобильных объектов в локальных зонах навигации. Способ основан на формировании на объекте навигации двух высокочастотных гармонических сигналов с одинаковой мощностью и разными частотами, их одновременном излучении и приеме в нескольких опорных радионавигационных точках с известными координатами, формировании в этих точках сигналов разностной частоты из принятых от объекта навигации высокочастотных сигналов, передаче сформированных сигналов разностной частоты в центральный пункт обработки, измерении разностей фаз сигналов разностной частоты, поступивших из разных пар опорных радионавигационных точек, причем перед излучением один из излучаемых высокочастотных гармонических сигналов модулируют по фазе периодической последовательностью прямоугольных импульсов с девиацией фазы 180°, вследствие чего он преобразуется в бинарный фазоманипулированный сигнал, в центральном пункте обработки принятые из каждой опорной радионавигационной точки бинарные фазоманипулированные сигналы разностной частоты детектируют по фазе, используя в качестве опорных сигналов для фазового детектирования немодулированные сигналы разностной частоты, полученные из этих же бинарных фазоманипулированных сигналов, выделяют модулирующую последовательность прямоугольных импульсов и измеряют разности фаз выделенных последовательностей импульсов для разных пар опорных радионавигационных точек, а результаты этих измерений совместно с результатами соответствующих измерений разностей фаз смодулированных сигналов разностной частоты пересчитывают в координаты объекта навигации, при этом смодулированные сигналы разностной частоты формируют из бинарных фазоманипулированных сигналов разностной частоты путем их нелинейного безинерционного преобразования, выделения второй гармоники преобразованного сигнала и деления ее в два раза по частоте.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЛОКАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ

Изобретение относится к радионавигации и может быть использовано в локальных навигационных системах и сетях для управления движением мобильных объектов в локальных зонах навигации.

Известен защищенный патентом РФ № 2204145, кл. G01S 3/46, 2003 способ определения координат источника излучения, основанный на приёме его сигнала тремя антеннами, образующими ортогональные базы.

Такое действие, как определение направления на источник излучения, является существенным признаком и заявляемого способа.

Известен также защищенный патентом РФ № 2013785, кл. G01S 13/00, 1994, способ определения местоположения подвижных объектов, заключающийся в излучении кодированных сигналов передатчиками объектов, приёме сигналов в N пространственно разнесённых пунктах с последующей ретрансляцией их на центральный пункт обработки измерений задержек между принятыми сигналами.

Ретрансляция сигналов на центральный пункт обработки является существенным признаком и заявляемого способа.

Причиной, препятствующей достижению в этих аналогах, защищённых патентами РФ, технического результата, обеспечиваемого изобретением, является необходимость использования достаточно сложной системы единого времени.

Известен разностно- дальнометрический способ определения местоположения мобильных объектов, заключающийся в поочерёдном излучении сетью опорных навигационных пунктов, расположенных в точках пространства с известными координатами, когерентных гармонических сигналов, их приёме на мобильном объекте, принятых от каждого опорного объекта и вычислении по ним

координат мобильного объекта [Бакулов П.А., Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы. – М.: Радио и связь, 1994, с. 211-214].

Измерение фазовых сдвигов сигналов и вычисление по ним координат мобильного объекта является существенным признаком и заявляемого способа.

Причиной, препятствующей достижению в этом аналоге технического результата, обеспечиваемого изобретением, является необходимость в использовании высокоточной шкалы единого времени на объекте навигации и сложность реализации при больших расстояниях между опорными радионавигационными точками и объектом навигации.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому (прототипом) является способ определения местоположения объекта навигации (заявка на патент №2014116786 от 24.04.2014, решение о выдаче патента от 05.06.2015).

Способ заключается в формировании и одновременном излучении объектом навигации двух высокочастотных гармонических сигналов с одинаковой мощностью и отличающимися на заданную величину частотами, приеме их в нескольких опорных радионавигационных точках с известными координатами и формировании из них сигналов разностной частоты, передаче указанных сигналов разностной частоты в центральный пункт обработки, измерении в нем разностей фаз сигналов разностной частоты, полученных из разных опорных радионавигационных точек.

Такие действия, как формирование и одновременное излучение объектом навигации двух высокочастотных сигналов одинаковой мощностью и отличающимися на заданную величину частотами, прием их в нескольких опорных радионавигационных точках с известными координатами и формирование сигналов разностной частоты из принятых высокочастотных, передача указанных сигналов разностной частоты в центральный пункт обработки, измерение в нем разностей фаз сигналов разностной частоты, полученных из разных опорных радионавигационных точек, являются существенными признаками заявляемого способа.

Причиной, препятствующей обеспечению в способе-прототипе технического результата, обеспечиваемого изобретением, являются небольшие размеры области пространства, в пределах которой возможно однозначное измерение координат объекта навигации с высокой точностью. Размеры этой области пространства в способе-прототипе ограничены областью пространства, в которой расстояния между объектом навигации и каждой из опорных радионавигационных точек отличаются между собой не более, чем на половину длины волны сигнала разностной частоты, равной разности частот высокочастотных гармонических сигналов, излучаемых объектом навигации.

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является расширение области пространства, в пределах которой возможно однозначное измерение координат объекта навигации без снижения точности.

Для достижения указанного технического результата в известном способе определения местоположения объекта навигации, заключающемся в формировании на объекте навигации двух высокочастотных гармонических сигналов с одинаковой мощностью и разными частотами, их одновременном излучении и приёме в нескольких опорных радионавигационных точках с известными координатами, формировании в этих точках сигналов разностной частоты из принятых от объекта навигации высокочастотных сигналов, передачу сформированных сигналов разностной частоты в центральный пункт обработки, измерении там разностей фаз сигналов разностной частоты, поступивших из разных пар опорных радионавигационных точек, перед излучением один из излучаемых высокочастотных гармонических сигналов модулируют по фазе периодической последовательностью прямоугольных импульсов с девиацией фазы 180° , вследствие чего он преобразуется в бинарный фазоманипулированный сигнал, в центральном пункте обработки принятые из каждой опорной радионавигационной точки бинарные фазоманипулированные сигналы разностной частоты детектируют по фазе, используя в качестве опорных сигналов для фазового детектирования немодулированные сигналы разностной частоты, полученные из этих же бинарных фазоманипулированных сигналов, выделяют модулирующую после-

довательность прямоугольных импульсов и измеряют разности фаз выделенных последовательностей импульсов для разных пар опорных радионавигационных точек, а результаты этих измерений совместно с результатами соответствующих измерений разностей фаз немодулированных сигналов разностной частоты пересчитывают в координаты объекта навигации, при этом немодулированные сигналы разностной частоты формируют из бинарных фазоманипулированных сигналов разностной частоты путем их нелинейного безинерционного преобразования, выделения второй гармоники преобразованного сигнала и деления ее в два раза по частоте.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором приведены:

- на фиг. 1 – взаимное положение объекта навигации и трёх опорных радионавигационных точек в прямоугольной системе координат 0XY;
- на фиг. 2 – зона однозначного определения координат объекта навигации в привязке к этим точкам.
- фиг. 3 – пример реализации устройства для формирования сигнала разностной частоты.

Функционирование способа поясняется фиг.1, на которой показаны мобильный объект (МО) навигации, находящийся в точке с неизвестными координатами X_{MO} и Y_{MO} , опорные радионавигационные точки OPT1, OPT2 и OPT3, расположенные в точках с известными координатами X_1 и Y_1 , X_2 и Y_2 и X_3 и Y_3 соответственно, а также центральный пункт обработки (ЦПО), расстояния от которого до точек OPT1, OPT2 и OPT3 равны соответственно R_1 , R_2 и R_3 . Там же показаны расстояния D_1 , D_2 , D_3 между объектом навигации и опорными радионавигационными точками.

С объекта навигации излучают в направлении точек OPT1, OPT2 и OPT3 сигнал $S_{\text{MO}}(t)$, представляющий собой сумму двух высокочастотных сигналов с частотами ω_1 и ω_2 , один из которых (например, сигнал с частотой ω_2) модулирован по фазе последовательностью прямоугольных импульсов с девиацией фазы 180° :

$$S_{MO}(t) = A * \left[\cos(\omega_1 t + \varphi_1) + \cos(\omega_2 t + \varphi_2 + r(t) * \pi) \right],$$

где $r(t)$ -периодическая последовательность прямоугольных импульсов с уровнями 0 и 1.

Эти сигналы излучают в течение промежутка времени, достаточного для проведения фазовых измерений этих сигналов (эти измерения осуществляют в ЦПО, подробнее об этом будет сказано ниже). Указанные сигналы имеют амплитуды A и начальные случайные фазы φ_1 и φ_2 .

Излучаемый МО сигнал принимается в точках OPT1, OPT2 и OPT3, удаленных от объекта навигации на расстояния D_1 , D_2 и D_3 соответственно. Принимаемые в указанных точках сигналы $S_1(t)$, $S_2(t)$ и $S_3(t)$ можно описать следующими выражениями:

$$s_1(t) = A_1 \left\{ \cos \left[\omega_1 \left(t + \frac{D_1}{c} \right) + \varphi_1 \right] + \cos \left[\omega_2 \left(t + \frac{D_1}{c} \right) + \varphi_2 + r \left(t + \frac{D_1}{c} \right) * \pi \right] \right\};$$

$$s_2(t) = A_2 \left\{ \cos \left[\omega_1 \left(t + \frac{D_2}{c} \right) + \varphi_1 \right] + \cos \left[\omega_2 \left(t + \frac{D_2}{c} \right) + \varphi_2 + r \left(t + \frac{D_2}{c} \right) * \pi \right] \right\};$$

$$s_3(t) = A_3 \left\{ \cos \left[\omega_1 \left(t + \frac{D_3}{c} \right) + \varphi_1 \right] + \cos \left[\omega_2 \left(t + \frac{D_3}{c} \right) + \varphi_2 + r \left(t + \frac{D_3}{c} \right) * \pi \right] \right\},$$

где $c = 2,9979 \cdot 10^8$ м/с – скорость распространения радиоволн в атмосфере.

В каждой из опорных радионавигационных точек из принятого сигнала $s_i(t)$ ($i = \overline{1,3}$), представляющего собой сумму двухуказанных высокочастотных сигналов с частотами ω_1 и ω_2 , формируют бинарные фазоманипулированные сигналы с разностной частотой $\omega_p = |\omega_1 - \omega_2|$ (частотой биений):

$$s_{OPT1}(t) = A_1 \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_1}{c} \right) + r \left(t + \frac{D_1}{c} \right) * \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right],$$

$$s_{OPT2}(t) = A_2 \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_2}{c} \right) + r \left(t + \frac{D_2}{c} \right) * \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right],$$

$$s_{OPT3}(t) = A_3 \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_3}{c} \right) + r \left(t + \frac{D_3}{c} \right) * \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right].$$

Эти сигналы различаются амплитудами и фазами, которые определяются расстояниями D_1 , D_2 и D_3 соответственно. Сформированные бинарные фазоманипулированные сигналы разностной частоты по проводным каналам передают в ЦПО. Таким образом, в ЦПО принимают три следующих сигнала:

1) сигнал, поступивший из OPT1:

$$s_{\text{ЦП1}}(t) = A_{\text{ЦП1}} \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_1}{c} + \frac{R_1}{v} \right) + r \left(t + \frac{D_1}{c} + \frac{R_1}{v} \right)^* \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right],$$

где v – скорость распространения гармонического сигнала по проводному каналу.

Он отличается от сигнала $s_{OPT1}(t)$ амплитудой, а также дополнительной задержкой $\frac{R_1}{v}$ (и, соответственно, дополнительным фазовым сдвигом $\frac{R_1}{v} \omega_p$), которые обусловлены прохождением расстояния R_1 , разделяющего OPT1 и ЦПО.

2) сигнал, поступивший из OPT2:

$$s_{\text{ЦП2}}(t) = A_{\text{ЦП2}} \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_2}{c} + \frac{R_2}{v} \right) + r \left(t + \frac{D_2}{c} + \frac{R_2}{v} \right)^* \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right].$$

Он отличается от сигнала $S_{OPT2}(t)$ амплитудой, а также дополнительной задержкой $\frac{R_2}{v}$ (и, соответственно, дополнительным фазовым сдвигом $\frac{R_2}{v} \omega_p$), которые обусловлены R_2 , разделяющего OPT2 и ЦПО

3) сигнал, поступивший из OPT3:

$$s_{\text{ЦП3}}(t) = A_{\text{ЦП3}} \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_3}{c} + \frac{R_3}{v} \right) + r \left(t + \frac{D_3}{c} + \frac{R_3}{v} \right)^* \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right].$$

Он отличается от сигнала $S_{OPT3}(t)$ амплитудой, а также дополнительной задержкой $\frac{R_3}{v}$ (и, соответственно, дополнительным фазовым сдвигом $\frac{R_3}{v} \omega_p$).

гом $\frac{R_3}{v} \omega_p$), которые обусловлены прохождением расстояния R_3 , разделяющего ОРТЗ и ЦПО.

В ЦПО поступившие из опорных радионавигационных точек бинарные фазоманипулированные сигналы $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$ преобразуют в немодулированные по фазе и нормированные по амплитуде сигналы разностной частоты $s_{Opti}(t)$, $i = \overline{1,3}$, а также детектируют сигналы $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$ по фазе и выделяют из них модулирующие последовательности прямоугольных импульсов $r_i(t) = r\left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v}\right)$, $i = \overline{1,3}$. В качестве опорного сигнала для фазового детектирования каждого сигнала $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$, используют немодулированный сигнал $s_{Opti}(t)$, $i = \overline{1,3}$, полученный из этого же сигнала $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$.

Затем для разных пар опорных радионавигационных точек измеряют разности фаз немодулированных сигналов разностной частоты $s_{Opti}(t)$, $i = \overline{1,3}$, сформированных из соответствующих сигналов $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$, а также разности фаз модулирующих последовательностей $r_i(t) = r\left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v}\right)$, $i = \overline{1,3}$ и решают навигационную задачу: вычисляют координаты объекта навигации.

Немодулированные по фазе и нормированные по амплитуде сигналы разностной частоты $s_{Opti}(t)$, $i = \overline{1,3}$ получают из бинарных фазоманипулированных сигналов следующим образом. Каждый из сигналов $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$ подвергают нелинейному безинерционному преобразованию путем пропускания этого сигнала через нелинейное безинерционное устройство с амплитудной характеристикой, четного типа (например, квадратичной). После указанного нелинейного преобразования выделяют вторую гармонику сигнала и делят ее в два раза по частоте. Пример реализации такого преобразования иллюстрируется фиг.3, где использованы следующие обозначения:

П – блок перемножения сигналов;

ПФ – полосовой фильтр;

УО – усилитель-ограничитель сигнала по амплитуде;

ДЧ – делитель частоты.

В блоке перемножения П бинарный фазоманипулированный сигнал умножается сам на себя (по сути возводится в квадрат), вследствие чего на выходе блока перемножения формируется сумма двух сигналов: сигнала с нулевой частотой (постоянной составляющей) и гармонического сигнала с удвоенной разностной частотой. Компонента фазового угла $r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* \pi$ сигнала с удвоенной разностной частотой, обусловленная фазовой модуляцией, удваивается по величине, вследствие чего она принимает одно из двух значений (0 или 2π), и бинарный фазомодулированный сигнал удвоенной разностной частоты оказывается демодулированным по фазе, т.е. гармоническим.

Блок перемножения П вырабатывает сигнал $s_{IIi}(t)^* s_{IIi}(t) = A_{II}^2 \cos^2 \left[\omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) \omega_p + r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right]$, где $\omega_p = 2\pi f_p$. В соответствии с выражением для $s_{IIi}(t)$ получим:

$$s_{IIi}(t)^* s_{IIi}(t) = A_{II}^2 \cos^2 \left[2 * \omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + 2 * r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* \pi + 2 * (\varphi_1 - \varphi_2) \right] =$$

$$= \frac{A_{II}^2}{2} \left(1 + \cos \left(2 * \omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + 2 * r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* \pi + 2 * (\varphi_1 - \varphi_2) \right) \right) =$$

$$= \frac{A_{II}^2}{2} \left(1 + \cos \left(2 * \omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* 2 * \pi + 2 * (\varphi_1 - \varphi_2) \right) \right) =$$

$$= \frac{A_{II}^2}{2} \left(1 + \cos \left(2 * \omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + 2 * (\varphi_1 - \varphi_2) \right) \right).$$

Полосовой фильтр ПФ, настроенный на частоту $2\omega_p$, выделяет гармонический сигнал удвоенной частоты, усилитель-ограничитель УО нормирует его по амплитуде, а делитель частоты ДЧ делит в два раза по частоте сигнал с выхода УО, вследствие чего формируется нормированный по амплитуде сигнал с разностной частотой ω_p .

$$S_{Op}(t) = A_{Op} \operatorname{sgn} \left(\cos \left(\omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + (\varphi_1 - \varphi_2) \right) \right),$$

где $\text{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & \text{при } x > 0 \\ -1 & \text{при } x < 0 \end{cases}$ – знаковая функция.

Сформированные таким путем сигналы $S_{\text{оп}_i}(t)$ используются для решения двух следующих задач:

- 1) в качестве опорных сигналов для фазового детектирования соответствующих бинарных фазоманипулированных сигналов $s_{L_i}(t)$;
- 2) для непосредственных измерений разностей фаз сигналов принятых в разных парах опорных радионавигационных точек на разностной частоте ω_p .

Каждый из сформированных сигналов $S_{\text{оп}_i}(t)$ разностной частоты можно представить в следующем виде:

$$s_{\text{оп}_i}(t) = A_{\text{оп}} \text{sgn}(\cos(\omega_p t + \psi_i)),$$

$$\text{где } \psi_i = \left[(\varphi_1 - \varphi_2) + \omega_p \frac{D_i}{c} + \omega_p \frac{R_i}{v} \right].$$

В ЦПО измеряют разность фаз $\Delta\psi_{21} = \psi_2 - \psi_1$ сигналов $s_{\text{оп}_2}(t)$ и $s_{\text{оп}_1}(t)$, а также и разность фаз $\Delta\psi_{23} = \psi_2 - \psi_3$ сигналов $s_{\text{оп}_2}(t)$ и $s_{\text{оп}_3}(t)$:

$$\Delta\psi_{21} = \omega_p \frac{D_2 - D_1}{c} + \omega_p \frac{R_2 - R_1}{v},$$

$$\Delta\psi_{23} = \omega_p \frac{D_2 - D_3}{c} + \omega_p \frac{R_2 - R_3}{v}.$$

Как следует из этих выражений, разности фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ не зависят от начальных фаз излучаемых МО сигналов φ_1 и φ_2 .

Вторые слагаемые $\omega_p \frac{R_2 - R_1}{v}$ и $\omega_p \frac{R_2 - R_3}{v}$ в уравнениях для разностей фаз

$\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ представляют собой фазовые набеги сигналов разностной частоты при их распространении из опорных радионавигационных точек к ЦПО. Они не зависят от пространственного положения объекта навигации и полностью определяются лишь расположением ЦПО относительно точек OPT1, OPT2 и OPT3.

Их можно рассчитать заранее и исключить из измеренных величин разностей фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$.

Из измеренных в ЦПО разностей фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ вычтают указанные

выше фазовые набеги $\omega_p \frac{R_2 - R_1}{v}$ и $\omega_p \frac{R_2 - R_3}{v}$. В результате этого получают

разности фаз сигналов разностной частоты непосредственно для опорных радионавигационных точек OPT2 и OPT1, а также OPT2 и OPT3.

$$\Delta\phi_{21} = \Delta\psi_{21} - \omega_p \frac{R_2 - R_1}{v},$$

$$\Delta\phi_{23} = \Delta\psi_{23} - \omega_p \frac{R_2 - R_3}{v}.$$

Помимо разностей фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ в ЦПО измеряют разности фаз $\Delta\psi_{r21}$ и $\Delta\psi_{r23}$ последовательностей прямоугольных импульсов, выделенных из соответствующих бинарных фазоманипулированных сигналов $s_{Qi}(t)$, $i = \overline{1,3}$ путем их демодуляции по фазе.

Эти разности фаз наряду с указанными выше разностями фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ соответствующих последовательностей прямоугольных импульсов, выделенных из бинарных фазоманипулированных сигналов, используют для вычисления координат объекта навигации.

Последовательность прямоугольных импульсов $r_{Qi}(t)$, выделенную путем фазового детектирования сигнала

$$s_{Qi}(t) = A_Q \cos \left[\omega_p \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) + r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)^* \pi + \varphi_1 - \varphi_2 \right]$$

можно представить в следующем виде:

$$r_{Qi}(t) = \operatorname{sgn} \left(\cos \left(\frac{2 * \pi}{T_P} \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right) \right) \right),$$

где T_P – период повторения импульсов модулирующей последовательности $r(t)$.

Величины $\frac{D_i}{c}$ и $\frac{R_i}{v}$ представляют собой задержки сигнала $r_{\text{Ц}i}(t)$, которые он получает при прохождении расстояний D_i и R_i от объекта навигации до i -ой опорной радионавигационной точки и от этой точки до ЦПО. Этим задержкам соответствуют фазовые сдвиги $\frac{2 * \pi * D_i}{T_p} \frac{c}{c}$ и $\frac{2 * \pi * R_i}{T_p} \frac{v}{v}$.

Разности фаз последовательностей прямоугольных импульсов, $r_{\text{Ц}1}(t)$ и $r_{\text{Ц}2}(t)$, $r_{\text{Ц}3}(t)$ полученных в результате фазового детектирования сигналов $s_{\text{Ц}2}(t)$, $s_{\text{Ц}1}(t)$ и $s_{\text{Ц}3}(t)$, определяются следующими формулами

$$\Delta\psi_{r_{21}} = \frac{2 * \pi}{T_p} * \left(\frac{D_2 - D_1}{c} + \frac{R_2 - R_1}{v} \right),$$

$$\Delta\psi_{r_{23}} = \frac{2 * \pi}{T_p} * \left(\frac{D_2 - D_3}{c} + \frac{R_2 - R_3}{v} \right).$$

$\Delta\psi_{r_{21}}$ и $\Delta\psi_{r_{23}}$ непосредственно измеряются в ЦПО. Величины задержек $\frac{R_2 - R_1}{v}$, $\frac{R_2 - R_3}{v}$ и соответствующих им фазовых сдвигов $\frac{2 * \pi * R_2 - R_1}{T_p}$, $\frac{2 * \pi * R_2 - R_3}{T_p}$ в уравнениях для разностей фаз $\Delta\psi_{r_{21}}$ и $\Delta\psi_{r_{23}}$ не зависят от пространственного положения объекта навигации и определяются лишь расположением ЦПО относительно точек OPT1, OPT2 и OPT3. Эти величины можно рассчитать заранее и исключить их из измеренных значений.

Из измеренных в ЦПО разностей фаз $\Delta\psi_{r_{21}}$ и $\Delta\psi_{r_{23}}$ вычтуты указанные выше фазовые набеги $\frac{2 * \pi * R_2 - R_1}{T_p}$ и $\frac{2 * \pi * R_2 - R_3}{T_p}$. В результате находят разности фаз последовательностей прямоугольных импульсов для опорных точек OPT2 и OPT1, а также OPT2 и OPT3 и получают разности фаз сигналов модулирующих последовательностей приведенные к опорным радионавигационным точкам.

$$\Delta\varphi_{r21} = \Delta\psi_{r21} - \frac{2^*\pi}{T_\Pi} * \frac{R_2 - R_1}{v},$$

$$\Delta\varphi_{r23} = \Delta\psi_{r23} - \frac{2^*\pi}{T_\Pi} * \frac{R_2 - R_3}{v}.$$

Полученные величины $\Delta\varphi_{r21}$ и $\Delta\varphi_{r23}$ используются для устранения неоднозначности фазовых измерений величин $\Delta\varphi_{21}$ и $\Delta\varphi_{23}$, что позволяет расширить зону однозначного измерения координат объекта навигации, сохранив прежнюю точность их измерения.

Зона однозначного определения координат объекта навигации в прототипе ограничена только той областью пространства, в которой разности фаз $\Delta\psi_{21}$ и $\Delta\psi_{23}$ сигналов разностной частоты не выходят за пределы интервала $[-\pi/2 \div \pi/2]$, т.е. когда в пределах указанной области пространства расстояния от любой ее точки до любой из опорных радионавигационных точек различаются между собой не более, чем на половину длины волны λ_p сигнала разностной частоты ω_p .

Для расширения области однозначного определения координат необходимо увеличивать величину λ_p , и, следовательно, снижать величину разностной частоты ω_p . При неизменной точности фазовых измерений это приводит к снижению точности определения координат.

В предлагаемом способе для расширения области однозначного измерения координат объекта навигации используют результаты измерений разностей фаз модулирующих периодических последовательностей прямоугольных импульсов $r_{Qi}(t, D_i) = r \left(t + \frac{D_i}{c} + \frac{R_i}{v} \right)$, полученных путем фазового детектирования бинарных фазоманипулированных сигналов $s_{Qi}(t)$; $i = (\overline{1, 3})$, поступивших в ЦПО из соответствующих пар опорных радионавигационных точек.

При этом период повторения T_Π последовательности прямоугольных импульсов, используемой для бинарной фазовой модуляции сигнала с частотой

ω_2 выбирается, исходя из протяженности ΔD_{\max} области пространства однозначного измерения координат объекта навигации

$$T_P \geq \frac{2 * \Delta D_{\max}}{c}.$$

Разности фаз $\Delta\varphi_{r21}$ и $\Delta\varphi_{r23}$ наряду с разностями фаз $\Delta\varphi_{23}$ и $\Delta\varphi_{21}$ используются для вычисления разности дальностей $D_2 - D_1$ и $D_2 - D_3$, которые в свою очередь используются для вычисления координат объекта навигации.

Измерения разностей фаз $\Delta\varphi_{21}$ и $\Delta\varphi_{23}$ на частоте ω_p однозначны только в пределах области пространства ограниченной криволинейным четырехугольником АВЕГ (фиг.2). За пределами этой области измеренные на частоте ω_p величины $\Delta\varphi_{21}$ и $\Delta\varphi_{23}$ разностей фаз отличаются от фактических $\Delta\varphi_{21}^{\text{факт}}$ и $\Delta\varphi_{23}^{\text{факт}}$ на величины, кратные 2π .

$$\begin{aligned}\Delta\varphi_{21}^{\text{факт}} &= \Delta\varphi_{21} + 2k_{21}\pi \\ \Delta\varphi_{23}^{\text{факт}} &= \Delta\varphi_{23} + 2k_{23}\pi,\end{aligned}$$

где k_{21} и k_{23} – целое число длин волн сигнала с частотой ω_p , на которое различаются разности расстояний $D_2 - D_1$ и $D_2 - D_3$ между объектом навигации и соответствующими радионавигационными точками.

Для нахождения величин k_{21} и k_{23} предлагается использовать результаты измерений разностей фаз $\Delta\varphi_{r21}$ и $\Delta\varphi_{r23}$ периодических последовательностей прямоугольных импульсов, полученных в результате фазового детектирования бинарных фазоманипулированных сигналов, полученных в ЦПО из соответствующих радионавигационных точек.

$$\begin{aligned}k_{21} &= \text{int}\left(n \cdot \frac{\Delta\varphi_{r21}}{2\pi}\right), \\ k_{23} &= \text{int}\left(n \cdot \frac{\Delta\varphi_{r23}}{2\pi}\right),\end{aligned}$$

где $n = \frac{\omega_p T_{\Pi}}{2\pi}$ – отношение периодов повторения модулирующей последовательности прямоугольных импульсов и сигнала разностной частоты;
 $\text{int}(x)$ – целая часть аргумента x .

Величины k_{21} и k_{23} представляют собой целое число периодов сигнала с частотой ω_p , которое укладывается на интервалах времени, соответствующих измеренным разностям фаз $\Delta\varphi_{r21}$ и $\Delta\varphi_{r23}$.

Ниже приведён алгоритм пересчёта результатов фазовых измерений в координаты объекта навигации. Этот алгоритм применим для локальных навигационных систем, когда допустимо пренебречь сферичностью Земли, а скорость распространения радиоволн в зоне действия навигационной системы можно считать постоянной.

Исходными данными для расчёта являются:

- разность фаз $\Delta\psi_{21}$ сигналов, измеренная в ЦПО на частоте ω_p для радионавигационных точек OPT1 и OPT2;
- разность фаз $\Delta\psi_{23}$ сигналов, измеренная в ЦПО на частоте ω_p для радионавигационных точек OPT2 и OPT3;
- измеренная в ЦПО разность фаз $\Delta\psi_{r21}$ выделенных из бинарных фазоманипулированных сигналов последовательностей прямоугольных импульсов, для радионавигационных точек OPT2 и OPT1;
- измеренная в ЦПО разность фаз $\Delta\psi_{r23}$ выделенных из бинарных фазоманипулированных сигналов последовательностей прямоугольных импульсов, для радионавигационных точек OPT2 и OPT3;.

Кроме того, в расчёте используются следующие параметры:

- значение первой высокой частоты ω_1 ;
- значение второй высокой частоты ω_2 ;
- период повторения T_{Π} последовательностей прямоугольных импульсов, используемых для фазовой модуляции гармонического сигнала с частотой ω_2 ;

- скорость распространения радиоволн в атмосфере;
 - скорость распространения радиосигнала по проводному каналу;
 - расстояние R_{21} между второй и первой опорными радионавигационными точками;
 - расстояние R_{23} между второй и третьей опорными радионавигационными точками;
 - расстояния R_1, R_2 и R_3 между ЦПО и OPT1, OPT2 и OPT3 соответственно;
- Порядок расчёта следующий.

1. Вычисляются разностная частота $\omega_p = |\omega_1 - \omega_2|$.

2. Вычисляются разности фаз

$$\Delta\varphi_{21} = \Delta\psi_{21} - \omega_p \frac{R_2 - R_1}{v},$$

$$\Delta\varphi_{23} = \Delta\psi_{23} - \omega_p \frac{R_2 - R_3}{v},$$

$$\Delta\varphi_{r21} = \Delta\psi_{r21} - \frac{2 * \pi}{T_\Pi} * \frac{R_2 - R_1}{v},$$

$$\Delta\varphi_{r23} = \Delta\psi_{r23} - \frac{2 * \pi}{T_\Pi} * \frac{R_2 - R_3}{v},$$

3. Вычисляются величины

$$k_{21} = \text{int}\left(n \cdot \frac{\Delta\varphi_{r21}}{2\pi}\right),$$

$$k_{23} = \text{int}\left(n \cdot \frac{\Delta\varphi_{r23}}{2\pi}\right)$$

4. Вычисляются фактические разности фаз сигналов для пар точек OPT2 – OPT1 и OPT2 – OPT3 на частоте ω_p :

$$\Delta\varphi_{21}^{\text{факт}} = \Delta\varphi_{21} + 2k_{21}\pi$$

$$\Delta\varphi_{23}^{\text{факт}} = \Delta\varphi_{23} + 2k_{23}\pi$$

5. Решается навигационная задача – определяются координаты объекта навигации:

а) вычисляются разности расстояний от объекта навигации до опорных точек

$$\Delta D_{21} = D_2 - D_1 = \Delta\varphi_{21}^{\text{факт}} \frac{c}{\omega_p},$$

$$\Delta D_{23} = D_2 - D_3 = \Delta\varphi_{23}^{\text{факт}} \frac{c}{\omega_p}.$$

Здесь D_1, D_2, D_3 – расстояния от объекта навигации (МО) до первой OPT1, второй OPT2 и третьей OPT3 опорных радионавигационных точек в соответствии с фиг. 1/3;

б) ΔD_{21} и ΔD_{23} нормируются по длинам базовых линий, и вычисляется параметр γ :

$$\Delta d_{21} = \frac{2\Delta D_{21}}{R_{21}}, \quad \Delta d_{23} = \frac{2\Delta D_{23}}{R_{23}}, \quad \gamma = \frac{R_{21}|1 - \Delta d_{21}^2|}{R_{23}|1 - \Delta d_{23}^2|};$$

в) определяются постоянные параметры:

$$a = \alpha_{21} - \alpha_{23}; \quad b = \gamma \Delta d_{23} - \Delta d_{21},$$

где α_{21} – угол между осью \hat{y} и базовой линией R_{21} ;

α_{23} – угол между осью \hat{y} и базовой линией R_{23} ;

г) одним из численных итерационных методов решается уравнение для вычисления угла β_{23} между базовой линией R_{23} и направлением на объект навигации:

$$\cos(a - \beta_{23}) - \gamma \cos \beta_{23} = b;$$

д) вычисляется расстояние D_2 от точки OPT2 до объекта навигации

$$D_2 = \frac{R_{23}(1 - \Delta d_{23}^2)}{2\Delta d_{23} + \cos \beta_{23}};$$

е) вычисляются координаты объекта навигации в местной прямоугольной системе координат, начало которой находится в точке OPT2:

$$x = D_2 \cos(\alpha_{23} + \beta_{23}),$$

$$\mathbf{f} = D_2 \sin(\alpha_{23} + \beta_{23}).$$

При необходимости координаты объекта навигации пересчитываются в исходную прямоугольную систему координат

$$X_{\text{мо}} = X_2 + \mathbf{f} = X_2 + D_2 \cos(\alpha_{23} + \beta_{23});$$

$$Y_{\text{мо}} = Y_2 + \mathbf{f} = Y_2 + D_2 \sin(\alpha_{23} + \beta_{23}).$$

То обстоятельство, что в предлагаемом способе используют бинарную фазовую модуляцию гармонического сигнала периодической последовательностью прямоугольных импульсов, а фазовые измерения выполняют для двух сигналов: сигнала разностной частоты и выделенной из принятого фазоманипулированного сигнала последовательности прямоугольных импульсов с частотой существенно меньшей разностной частоты, позволяет сделать вывод о том, что предлагаемый способ позволяет значительно расширить область пространства, в которой возможно однозначное определение координат объекта навигации по сравнению с прототипом, без ухудшения точности их измерения.

Чтобы обеспечить высокую точность измерения координат в способе прототипе разностная частота ω_p должна быть достаточно большой, но при этом область однозначного измерения координат невелика. В предлагаемом способе для расширения области однозначного измерения координат дополнительно используются фазовые измерения на частоте повторения выделенной из принимаемых сигналов модулирующей последовательности прямоугольных импульсов, которая выбирается в $(5 \div 10)$ раз меньше разностной частоты. При этом измерения на частоте повторения модулирующей последовательности импульсов используются лишь для исключения неоднозначности фазовых измерений, а для расчета координат объекта навигации используются результаты фазовых измерений на частоте ω_p , скорректированные с учетом возможной их неоднозначности, вследствие чего расширяется зона однозначного измерения координат и не ухудшается точность их измерения.

На фиг.2 показаны две заштрихованные области пространства, ограниченные четырехугольниками АВЕФ и ГНМК, в которых возможно однознач-

ноеизмерение координат объекта навигации на разностной частоте (четырёхугольниками GNMK) и на частоте повторения импульсов модулирующей последовательности с периодом T_n (четырёхугольник ABEF).

Сторонами четырехугольников являются линии положения, уравнения которых имеют следующий вид:

$$\sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2} - \sqrt{(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2} = L_1;$$

$$\sqrt{(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2} - \sqrt{(X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2} = L_1.$$

Здесь параметр $L_1 = \frac{\lambda_p}{4}$ для линий GH и GK равен, $L_1 = -\frac{\lambda_p}{4}$ для линий HM и MK;

$L_1 = \frac{cT_n}{4}$ для линий AB и AF, и $L_1 = -\frac{cT_n}{4}$ для линий BE и EF. Четырёхугольник ABEF соответствует частоте повторения модулирующих прямоугольных импульсов примерно в 5 раз меньшей разностной частоты. Техническая реализация способа не вызывает затруднений.

Для реализации предлагаемого способа навигации может быть выбран диапазон частот 1200-1400 МГц. Зона действия локальной навигационной системы может составлять несколько сотен метров. Формирование двух гармонических сигналов (основного и дополнительного) на объекте навигации можно реализовать на основе двух синтезаторов частоты, синхронизируемых общим опорным генератором и сумматором. В качестве синтезаторов частоты можно применить, например, микросхемы, в которых предусмотрена возможность изменения частоты путем подачи соответствующих цифровых кодов на входы управления и которые позволяют сформировать два высокостабильных гармонических сигнала с разносом частот от (0,1 - 100) МГц, в качестве опорного генератора термостабилизированный.

Для приема гармонических сигналов в опорных радионавигационных точках можно использовать интегральные СВЧ-усилители. В качестве узла формирования сигнала разностной частоты можно использовать смеситель на транзисторе, в качестве нагрузки которого служит фильтр нижних частот с частотой среза 10 МГц.

Передачу сигналов разностной частоты из опорных радионавигационных точек в центральный приемный пункт можно реализовать по проводным каналам, либо по радиоканалам с разделением по частоте.

Нормирование принятых в центральном пункте обработки сигналов по амплитуде можно осуществить путём амплитудного ограничения принятых сигналов разностной частоты.

Умножение частоты ω_p можно реализовать путём жесткого амплитудного ограничения гармонического сигнала с частотой ω_p с последующей частотной фильтрацией требуемой гармоники, либо на основе схем с фазовой автоподстройкой частоты, в которой в качестве опорного сигнала используется гармонический сигнал с частотой ω_p .

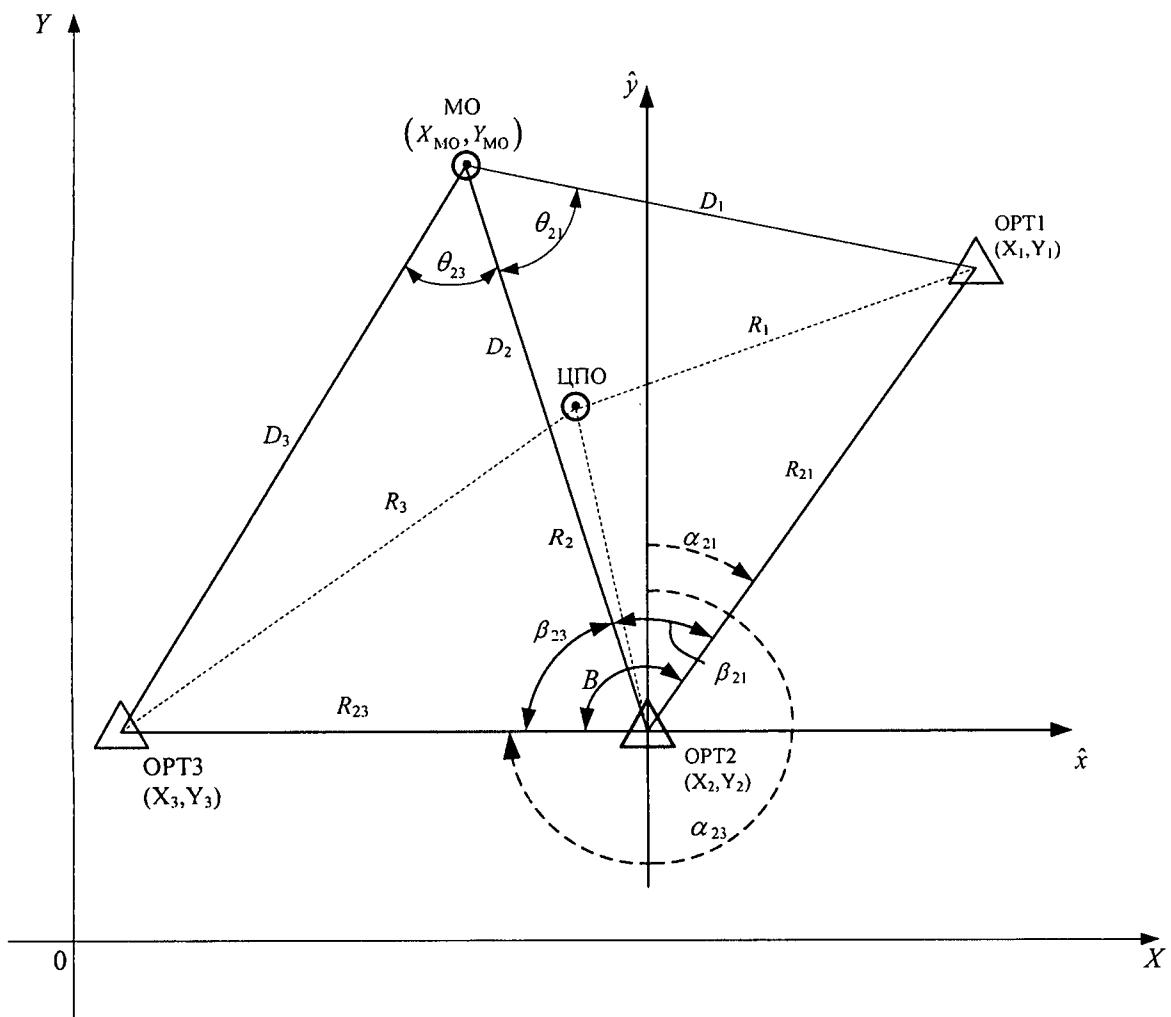
Измерение разности фаз сигналов разностной частоты в центральном приемном пункте может быть реализовано с помощью фазового детектора.

Аналоговые сигналы с выхода фазового детектора подаются через аналого-цифровые преобразователи на входные порты микропроцессора, в котором реализуется решение навигационной задачи по приведённому выше алгоритму.

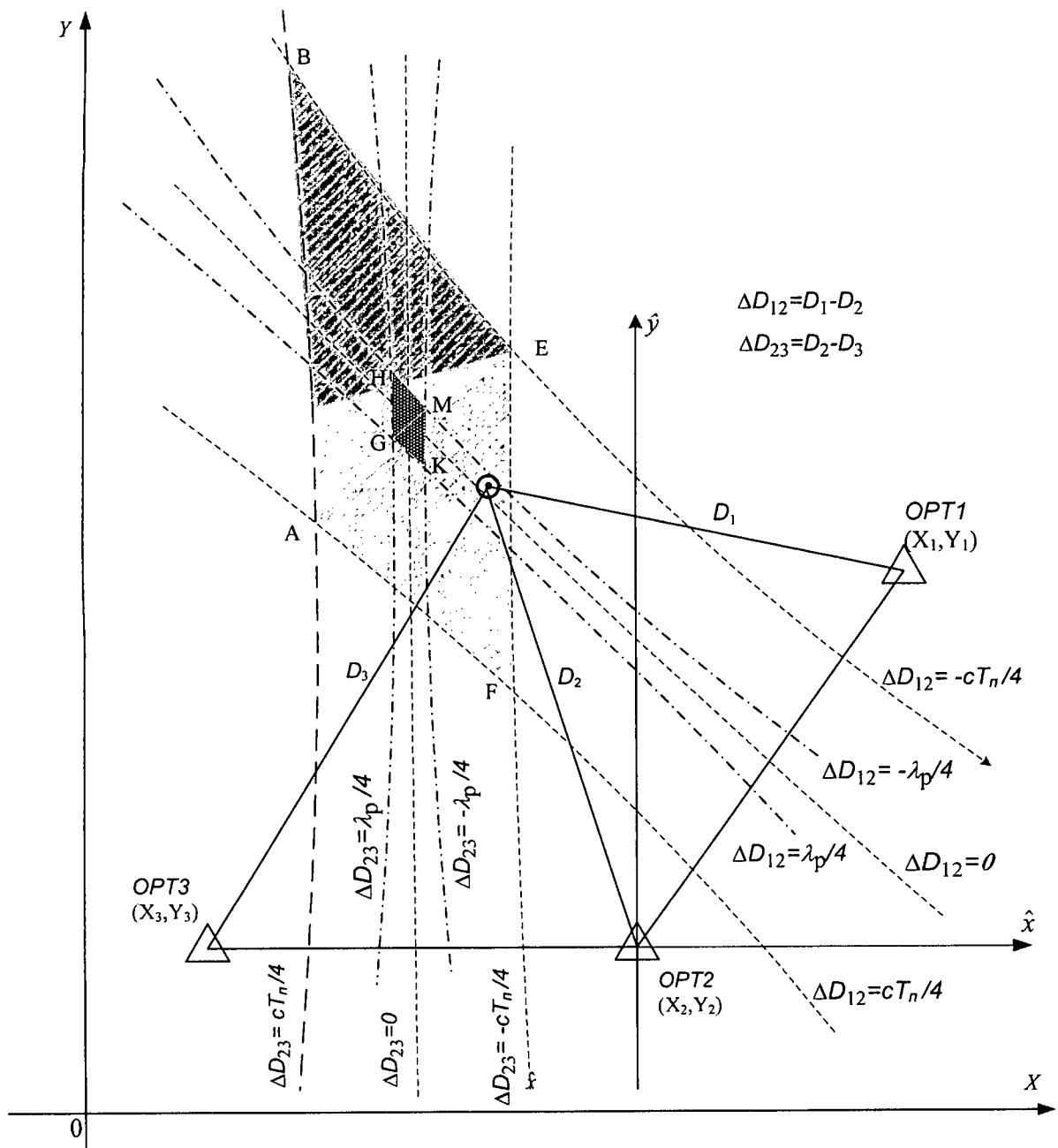
Способ может найти применение при построении локальных навигационных систем управления движением транспорта в местах повышенной опасности, где требуется высокоточное определение местоположения высокоскоростных движущихся объектов, на критических участках трасс их движения (например, при приближении к местам переключения стрелок на железнодорожных путях, вблизи крутых закрытых поворотов автомобильных трасс, на сортировочных горках железнодорожных станций, для автоматизированного управления сельскохозяйственными машинами).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

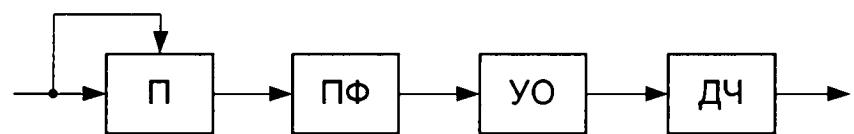
Способ определения местоположения для систем локальной навигации, заключающийся в формировании на объекте навигации двух высокочастотных гармонических сигналов с одинаковой мощностью и разными частотами, их одновременном излучении и приёме в нескольких опорных радионавигационных точках с известными координатами, формировании в этих точках сигналов разностной частоты из принятых от объекта навигации высокочастотных сигналов, передачу сформированных сигналов разностной частоты в центральный пункт обработки, измерении там разностей фаз сигналов разностной частоты, поступивших из разных пар опорных радионавигационных точек, отличающихся тем, что перед излучением один из излучаемых высокочастотных гармонических сигналов модулируют по фазе периодической последовательностью прямоугольных импульсов с девиацией фазы 180° , вследствие чего он преобразуется в бинарный фазоманипулированный сигнал, в центральном пункте обработки принятые из каждой опорной радионавигационной точки бинарные фазоманипулированные сигналы разностной частоты детектируют по фазе, используя в качестве опорных сигналов для фазового детектирования немодулированные сигналы разностной частоты, полученные из этих же бинарных фазоманипулированных сигналов, выделяют модулирующую последовательность прямоугольных импульсов и измеряют разности фаз выделенных последовательностей импульсов для разных пар опорных радионавигационных точек, а результаты этих измерений совместно с результатами соответствующих измерений разностей фаз немодулированных сигналов разностной частоты пересчитывают в координаты объекта навигации, при этом немодулированные сигналы разностной частоты формируют из бинарных фазоманипулированных сигналов разностной частоты путем их нелинейного безинерционного преобразования, выделения второй гармоники преобразованного сигнала и деления ее в два раза по частоте.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 2015/000867

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01S 3/48 (2006.01); G01S 5/06 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S 3/00, 3/02, 3/14, 3/46, 3/48, 5/00, 5/02, 5/06, 5/10, 5/20, 5/22, 5/24, 5/26, 5/30, 13/00, 13/02-13/08, 13/26, 13/30, 13/36-13/40, 13/42, 13/48, 13/50, 13/52, 13/536, 13/56, 13/88, 7/00, 7/02, 7/28-7/295, 7/36, 7/41, 7/42, 19/00, 19/02, 19/03, 19/06, 19/25, G01V 3/00, 3/12, H04W 64/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2263323 C2 (ZAKRYTOE AKTSIONERNOE OBSCHESTVO "NAUCHNO-TEKHNICHESKY TSENTR "JUPITER-M") 27.10.2005	1
A	RU 2559813 C1 (OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSCHESTVO "AZOVSKY OPTIKO-MEKHANICHESKY ZAVOD" (OAO "AOMZ")) 10.08.2015	1
A	US 4728959 A (VENTANA SCIENCES INC.) 01.03.1988	1

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 July 2016 (05.07.2016)

Date of mailing of the international search report

18 August 2016 (18.08.2016)

Name and mailing address of the ISA/
RU

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2015/000867

A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ
G01S 3/48 (2006.01)
G01S 5/06 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации МПК

B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА

Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)

G01S 3/00, 3/02, 3/14, 3/46, 3/48, 5/00, 5/02, 5/06, 5/10, 5/20, 5/22, 5/24, 5/26, 5/30, 13/00, 13/02-13/08, 13/26, 13/30, 13/36-13/40, 13/42, 13/48, 13/50, 13/52, 13/536, 13/56, 13/88, 7/00, 7/02, 7/28-7/295, 7/36, 7/41, 7/42, 19/00, 19/02, 19/03, 19/06, 19/25, G01V 3/00, 3/12, H04W 64/00

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)

PatSearch (RUPTO internal), USPTO, PAJ, Esp@cenet, DWPI, EAPATIS, PATENTSCOPE

C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2263323 C2 (ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР "ЮПИТЕР-М") 27.10.2005	1
A	RU 2559813 C1 (ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "АЗОВСКИЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД" (ОАО "АОМЗ")) 10.08.2015	1
A	US 4728959 A (VENTANA SCIENCES INC.) 01.03.1988	1

 последующие документы указаны в продолжении графы С.

 данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:	
"A"	документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным
"E"	более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее
"L"	документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)
"O"	документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.
"P"	документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета
"T"	более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение
"X"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности
"Y"	документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста
"&"	документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска 05 июля 2016 (05.07.2016)	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске 18 августа 2016 (18.08.2016)
--	--

Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., 30-1, Москва, Г-59, ГСП-3, Россия, 125993 Факс: (8-495) 531-63-18, (8-499) 243-33-37	Уполномоченное лицо: Климова С. Телефон № 499-240-25-91
---	---

Форма PCT/ISA/210 (второй лист) (Январь 2015)