



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: **2009134883/09, 09.09.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**09.09.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **09.09.2009**

(43) Дата публикации заявки: **20.03.2011** Бюл. № 8

(45) Опубликовано: **20.09.2011** Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2309431 C1, 27.10.2007. RU 2297045 C1, 10.04.2007. RU 2278048 C1, 20.06.2006. RU 2278047 C1, 20.06.2006. RU 2245596 C1, 10.02.2005. RU 2138062 C1, 20.09.1999. US 5745575 A, 28.04.1998. US 5223839 A, 29.06.1993. US 5973613 A, 26.10.1999.**

Адрес для переписки:

**197348, Санкт-Петербург, Богатырский пр.,  
2, ЛенСпецСМУ, В.А. Заренкову**

(72) Автор(ы):

**Заренков Вячеслав Адамович (RU),  
Заренков Дмитрий Вячеславович (RU),  
Дикарев Виктор Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Заренков Вячеслав Адамович (RU),  
Заренков Дмитрий Вячеславович (RU),  
Дикарев Виктор Иванович (RU)**

**(54) ЗАПРОСНЫЙ СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ**

(57) Реферат:

Предлагаемый способ относится к радиолокационной технике и может использоваться для обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов, для контроля за сближением и стыковкой космических аппаратов (КА). Достижимый технический результат изобретения - расширение функциональных возможностей способа путем

присвоения объектам идентификационных номеров. Указанный результат достигается путем формирования сложного сигнала с двойной фазовой манипуляцией, соответствующей обработки сигнала и выделения низкочастотного напряжения, пропорционального идентификационному номеру объекта. 3 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*G01S 13/78* (2006.01)*G01S 13/93* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2009134883/09, 09.09.2009**(24) Effective date for property rights:  
**09.09.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **09.09.2009**(43) Application published: **20.03.2011 Bull. 8**(45) Date of publication: **20.09.2011 Bull. 26**

Mail address:

**197348, Sankt-Peterburg, Bogatyrskij pr., 2,  
LenSpetsSMU, V.A. Zarenkovu**

(72) Inventor(s):

**Zarenkov Vjacheslav Adamovich (RU),  
Zarenkov Dmitrij Vjacheslavovich (RU),  
Dikarev Viktor Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Zarenkov Vjacheslav Adamovich (RU),  
Zarenkov Dmitrij Vjacheslavovich (RU),  
Dikarev Viktor Ivanovich (RU)****(54) INQUIRY METHOD OF MEASUREMENT OF RADIAL VELOCITY**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: proposed method can be used to provide safety of flights of aircrafts, to monitor the approach and docking of space vehicles (SV). Composite signal is shaped with double phase

manipulation corresponding to processing of signal and separation of low-frequency voltage proportional to identification number of object.

EFFECT: enlarging functional capabilities of the method by providing the objects with ID numbers.

3 dwg

Изобретение относится к радиолокационной технике и может использоваться для обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов, для контроля за сближением и стыковкой космических аппаратов (КА).

Известны способы и системы измерения радиальной скорости подвижных объектов (авт. свид. СССР №№293.175, 926.611, 1.300.531; патенты РФ №№2.111.505, 2.124.760, 2.126.797, 2.131.622, 2.134.910, 2.150.752, 2.309.431; патенты США №№3.714.654, 4.400.780, 4.825.213, 4.495.580; патент Великобритании №2.232.316; патент Франции №2.037.222; патент Германии №1.917.140; патенты ЕР №№0.283.723, 0.707.220; Анодина Т.Г. и др. Автоматизация управления воздушным движением. - М.: Транспорт, 1992, с.145-147 и другие).

Из известных способов и систем наиболее близкими к предлагаемому являются «Запросный способ измерения радиальной скорости и система для его осуществления» (патент РФ №2.309.431 G01S 13/78, 2006), которые и выбраны в качестве базовых объектов.

Известный способ основан на излучении запросного сигнала и ретранслировании его. Для выделения доплеровской частоты ретранслированный сигнал сравнивается по частоте с запросным. Развязка запросного и ретранслированного сигналов достигается разнесом по частоте.

Система, реализующая известный способ, состоит из двух объектов, каждый из которых содержит блок запроса и ретранслятор. Один или оба объекта могут быть подвижными.

Однако у взаимодействующих объектов отсутствуют идентификационные номера, что снижает эффективность их взаимодействия.

Технической задачей изобретения является расширение функциональных возможностей способа и системы путем присвоения объектам идентификационных номеров.

Поставленная задача решается тем, что запросный способ измерения радиальной скорости объектов и расстояния между ними, заключающийся, в соответствии с ближайшим аналогом, в использовании двух объектов, причем каждый объект снабжен блоком запроса и ретранслятором, кроме того, один или оба объекта могут быть подвижными, на каждом объекте запросный сигнал на частоте  $\omega_c$  манипулируют по фазе на  $+180^\circ$  псевдослучайной последовательностью максимальной длительности, формируют тем самым сложный сигнал с фазовой манипуляцией, преобразуют его по частоте с использованием частоты  $\omega_{r1}$  первого гетеродина, выделяют напряжение первой промежуточной частоты  $\omega_{pr1} = \omega_c + \omega_{r1} = \omega_1$ , усиливают его по мощности, излучают в эфир на частоте  $\omega_1 = \omega_{pr1}$ , улавливают ретранслятором другого объекта, усиливают по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты  $\omega_{r3}$  третьего гетеродина, выделяют напряжение второй промежуточной частоты  $\omega_{pr2} = \omega_{pr1} - \omega_{r3} = \omega_2$ , усиливают его по мощности, излучают в эфир на частоте  $\omega_2 = \omega_{pr2}$ , улавливают блоком запроса другого объекта, усиливают по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты  $\omega_{r2}$  второго гетеродина, выделяют напряжение третьей промежуточной частоты  $\omega_{pr3} \pm \Omega_q = \omega_{r2} - \omega_2$ , умножают и делят его по фазе на два, выделяют гармоническое колебание на частоте  $\omega_{pr3} \pm \Omega_q$ , сравнивают его по частоте с запросным сигналом на частоте  $\omega_c$ , выделяют доплеровскую частоту  $\pm \Omega_q$  и по величине и знаку доплеровской частоты определяют величину и направление радиальной скорости, одновременно сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте  $\omega_c$  пропускают через блок регулируемой задержки, перемножают его с напряжением третьей промежуточной частоты, выделяют низкочастотное

напряжение, формируя тем самым корреляционную функцию  $R(\tau)$ , где  $\tau$  - текущая временная задержка, изменением задержки  $\tau$  поддерживают корреляционную функцию на максимальном уровне, фиксируют временную задержку  $\tau_3$  между запросным и ретранслированным сигналами и по ее значению определяют расстояние между объектами, отличается от ближайшего аналога тем, что напряжение второй промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}2}$  перед усилением его по мощности манипулируют по фазе на  $180^\circ$  модулирующим кодом, соответствующим идентификационному номеру объекта, формируя тем самым сложный сигнал с двойной фазовой манипуляцией, напряжение третьей промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega_q$  перемножают со сложным сигналом с фазовой манипуляцией на частоте  $\omega_c$ , прошедшим через блок регулируемой задержки, выделяют сложный сигнал с фазовой манипуляцией на доплеровской частоте, перемножают его с гармоническим напряжением доплеровской частоты  $\pm \Omega_q$ , выделяют низкочастотное напряжение, пропорциональное идентификационному номеру другого объекта, регистрируют и анализируют его.

Поставленная задача решается тем, что система для измерения радиальной скорости объектов и расстояния между ними, содержащая, в соответствии с ближайшим аналогом, размещенные на каждом объекте блок запроса, включающий последовательно включенные задающий генератор, первый фазовый манипулятор, второй вход которого соединен с выходом регистра сдвига, первый смеситель, второй вход которого соединен с выходом первого гетеродина, усилитель первой промежуточной частоты, первый усилитель мощности, первый дуплексер, вход-выход которого связан с первой приемопередающей антенной, второй усилитель мощности, второй смеситель, второй вход которого соединен с выходом второго гетеродина, усилитель третьей промежуточной частоты, удвоитель фазы, делитель фазы на два, первый узкополосный фильтр, четвертый смеситель, второй вход которого соединен с выходом задающего генератора, второй узкополосный фильтр и измеритель доплеровской частоты, последовательно подключенные к выходу усилителя третьей промежуточной частоты первый перемножитель, второй вход которого через блок регулируемой задержки соединен с выходом первого фазового манипулятора, первый фильтр нижних частот и экстремальный регулятор, выход которого соединен с вторым вводом блока регулируемой задержки, к второму выходу которого подключен индикатор дальности, и ретранслятор, включающий последовательно включенные четвертый усилитель мощности, второй дуплексер, вход-выход которого связан с второй приемопередающей антенной, третий усилитель мощности, третий смеситель, второй вход которого соединен с выходом третьего гетеродина, и усилитель второй промежуточной частоты, отличается от ближайшего аналога тем, что она снабжена в блоке запроса вторым и третьим перемножителями, полосовым фильтром, вторым фильтром нижних частот и блоком регистрации, причем к выходу усилителя третьей промежуточной частоты последовательно подключены второй перемножитель, второй вход которого соединен с первым выходом блока регулируемой задержки, полосовой фильтр, третий перемножитель, второй вход которого соединен с выходом второго узкополосного фильтра, второй фильтр нижних частот и блок регистрации, на ретрансляторе система снабжена генератором модулирующего кода и вторым фазовым манипулятором, причем к выходу усилителя второй промежуточной частоты подключен второй фазовый манипулятор, второй вход которого соединен с выходом генератора модулирующего кода, а выход подключен к входу четвертого усилителя мощности.

Система, реализующая предлагаемый способ, содержит два объекта. Структурная

схема первого объекта (блока запроса) представлена на фиг.1. Структурная схема второго объекта (ретранслятора) представлена на фиг.2. Частотная диаграмма, иллюстрирующая преобразование сигналов, показана на фиг.3.

Первый объект (блок запроса) содержит последовательно включенные задающий генератор 1, фазовый манипулятор 3, второй вход которого соединен с выходом регистра 2 сдвига, первый смеситель 5, второй вход которого соединен с выходом первого гетеродина 4, усилитель 6 первой промежуточной частоты, первый усилитель 7 мощности, первый дуплексер 8, вход-выход которого связан с первой приемопередающей антенной 9, второй усилитель 10 мощности, второй смеситель 12, второй вход которого соединен с выходом второго гетеродина 11, усилитель 13 третьей промежуточной частоты, удвоитель 14 фазы, делитель 15 фазы на два, первый узкополосный фильтр 16, четвертый смеситель 17, второй вход которого соединен с выходом задающего генератора 1, второй узкополосный фильтр 18 и измеритель 19 частоты Доплера, последовательно подключенные к выходу усилителя 13 третьей промежуточной частоты, перемножитель 21, фильтр 22 нижних частот, экстремальный регулятор 23 и блок 24 регулируемой задержки, второй вход которого соединен с выходом фазового манипулятора 3, первый выход соединен со вторым входом перемножителя 21, а второй выход подключен к индикатору 25 дальности. Перемножитель 21, фильтр 22 нижних частот, экстремальный регулятор 23 и блок 24 регулируемой задержки образуют коррелятор 20.

К выходу усилителя 13 третьей промежуточной частоты последовательно подключены второй перемножитель 35, второй вход которого соединен с первым выходом блока 24 регулируемой задержки, полосовой фильтр 36, третий перемножитель 37, второй вход которого соединен с выходом второго узкополосного фильтра 18, второй фильтр 38 нижних частот и блок 39 регистрации.

Второй объект (ретранслятор) содержит последовательно включенные четвертый усилитель 32 мощности, второй дуплексер 27, вход-выход которого связан с второй приемопередающей антенной 26, третий усилитель 28 мощности, третий смеситель 30, второй вход которого соединен с выходом третьего гетеродина 29, усилитель 31 второй промежуточной частоты и второй фазовый манипулятор 34, второй вход которого соединен с выходом генератора 33 модулирующего кода, а выход подключен к входу четвертого усилителя 32 мощности. Каждый объект снабжен блоком запроса и ретранслятором. Один или оба объекта могут быть подвижными.

Предлагаемый способ реализуется системой, которая работает следующим образом.

На первом объекте с помощью задающего генератора 1 формируется высокочастотное колебание:

$$U_c(t) = V_c \cdot \cos(\omega_c \cdot t + \varphi_c), \quad 0 \leq t \leq T_c,$$

где  $V_c$ ,  $\omega_c$ ,  $\varphi_c$ ,  $T_c$  - амплитуда, несущая частота, начальная фаза и длительность высокочастотного колебания, которое поступает на первый вход фазового манипулятора 3. На второй вход последнего подается псевдослучайная последовательность (ПСП)  $M(t)$  максимальной длительности с выхода регистра 2 сдвига, охваченного логической обратной связью. Обратная связь осуществляется путем сложения по модулю двух выходных напряжений двух или более каскадов и подачи результирующего напряжения на вход первого каскада. Период повторения (длительность) такой кодовой последовательности:

$$m = 2^n - 1,$$

где  $n$  - число каскадов регистра сдвига.

На выходе фазового манипулятора 3 образуется сложный сигнал с фазовой

манипуляцией (ФМн):

$$U'_c(t) = V_c \cdot \cos[\omega_c \cdot t + \varphi_k(t) + \varphi_c], 0 \leq t \leq T_c,$$

где  $\varphi_k(t) = \{0, \pi\}$  - манипулируемая составляющая фазы, отображающая закон фазовой манипуляции в соответствии с псевдослучайной последовательностью  $M(t)$ ,  
 5 причём  $\varphi_k(t) = \text{const}$  при  $k \cdot \tau_3 < t < (k+1) \cdot \tau_3$  и может изменяться скачком при  $t = k \cdot \tau_3$ , т.е. на границах между элементарными посылками ( $k=1, 2, \dots, N$ );

$\tau_3$ ,  $N$  - длительность и количество элементарных посылок, из которых составлен сигнал длительностью  $T_c (T_c = \tau_3 \cdot N)$ .

10 Этот сигнал поступает на первый вход первого смесителя 5, на второй вход которого подается напряжение первого гетеродина 4:

$$U_{Г1}(t) = V_{Г1} \cdot \cos(\omega_{Г1} \cdot t + \varphi_{Г1}).$$

На выходе смесителя 5 образуются напряжения комбинационных частот.

15 Усилителем 6 выделяется напряжение первой промежуточной (суммарной) частоты:

$$U_{ПР1}(t) = V_{ПР1} \cdot \cos[\omega_{ПР1} \cdot t + \varphi_k(t) + \varphi_{ПР1}], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } V_{ПР1} = 1/2 K_1 \cdot V_c \cdot V_{Г1};$$

$K_1$  - коэффициент передачи смесителя;

$\omega_{ПР1} = \omega_c + \omega_{Г1} = \omega_1$  - первая промежуточная (суммарная) частота;

$$\varphi_{ПР1} = \varphi_c + \varphi_{Г1},$$

20 которое после усиления в первом усилителе 7 мощности через дуплексер 8 поступает в приемопередающую антенну 9, излучается ею в эфир на частоте  $\omega_1$ , улавливается приемопередающей антенной 26 второго объекта и через дуплексер 27 и усилитель 28 мощности поступает на первый вход третьего смесителя 30, на второй вход которого подается напряжение третьего гетеродина 29:

$$U_{Г3}(t) = V_{Г3} \cdot \cos(\omega_{Г3} \cdot t + \varphi_{Г3}).$$

На выходе смесителя 30 образуются напряжения комбинационных частот.

Усилителем 31 выделяется напряжение второй промежуточной частоты:

$$U_{ПР2}(t) = V_{ПР2} \cdot \cos[\omega_{ПР2} \cdot t + \varphi_k(t) + \varphi_{ПР2}], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } V_{ПР2} = 1/2 K_1 \cdot V_{ПР1} \cdot V_{Г3};$$

$\omega_{ПР2} = \omega_{ПР1} - \omega_{Г3} = \omega_2$  - вторая промежуточная (разностная) частота;

$$\varphi_{ПР2} = \varphi_{ПР1} - \varphi_{Г3},$$

35 которое поступает на первый вход второго фазового манипулятора 34, а на второй вход фазового манипулятора 34 подается модулирующий код  $M_1(t)$  с выхода генератора 33 модулирующего кода. Модулирующий код  $M_1(t)$  является идентификационным номером объекта. На выходе фазового манипулятора 34 формируется сложный сигнал с двойной фазовой манипуляцией:

$$U'_{ПР2}(t) = V_{ПР2} \cdot \cos[\omega_{ПР2} \cdot t + \varphi_k(t) + \varphi_{k1}(t) + \varphi_{ПР2}], 0 \leq t \leq T_c,$$

40 где  $\varphi_k(t) = \{0, \pi\}$  - манипулируемая составляющая фазы, отображающая закон фазовой манипуляции в соответствии с модулирующим кодом  $M(t)$ , который после усиления в четвертом усилителе 32 мощности через дуплексер 27 поступает в приемопередающую антенну 26 и излучается ею в эфир на частотах  $\omega_2$ , улавливается приемопередающей антенной 9 первого объекта и через дуплексер 8 и усилитель 10 мощности поступает на первый вход второго смесителя 12, на второй вход которого подается напряжение второго гетеродина 11:

$$U_{Г2}(t) = V_{Г2} \cdot \cos(\omega_{Г2} \cdot t + \varphi_{Г2}).$$

На выходе смесителя 12 образуются напряжения комбинационных частот.

Усилителем 13 выделяется напряжение третьей промежуточной (разностной) частоты:

$$U_{ПР3}(t) = V_{ПР3} \cdot \cos[(\omega_{ПР3} \pm \Omega_d)(t - \tau_3) - \varphi_k(t - \tau_3) - \varphi_{k1}(t - \tau_3/2) + \varphi_{ПР3}], 0 \leq t \leq T_c,$$

где  $V_{\text{пр}3} = 1/2 K_1 \cdot V_{\text{пр}2} \cdot V_{\text{г}2}$ ;

$\omega_{\text{пр}3} = \omega_{\text{г}2} - \omega_{\text{пр}2} = \omega_c$  - третья промежуточная (разностная) частота;

$\varphi_{\text{пр}3} = \varphi_{\text{г}2} - \varphi_{\text{пр}2}$ ;

5  $\tau_3 = 2R/C$  - время запаздывания ретранслированного сигнала относительно запросного;

$R$  - расстояние между объектами;

$C$  - скорость распространения радиоволн;

$\pm \Omega_d$  - доплеровское смещение частоты,

10 которое поступает на вход удвоителя 14 фазы. В качестве последнего может использоваться перемножитель, на два входа которого подается одно и то же напряжение.

На выходе удвоителя 14 фазы образуется гармоническое колебание:

15  $U_2(t) = V_2 \cdot \cos[2(\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega_d)(t - \tau_3) + 2\varphi_{\text{пр}3}]$ ,  $0 \leq t \leq T_c$ ,

где  $V_2 = 1/2 K_2 \cdot V_{\text{пр}3}^2$ ;

$K_2$  - коэффициент передачи перемножителя,

в котором фазовая манипуляция уже отсутствует, так как  $2\varphi_k(t - \tau_3) = \{0, 2\pi\}$ ,

$2\varphi_{k1}(t - \tau_{3/2}) = \{0, 2\pi\}$ .

20 Это колебание поступает на вход делителя 15 фазы на два, на выходе которого образуется гармоническое колебание:

$U_3(t) = V_3 \cdot \cos[(\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega_d)(t - \tau_3) + \varphi_{\text{пр}3}]$ ,

которое выделяется узкополосным фильтром 16 и поступает на первый вход 25 четвертого смесителя 17. На выходе смесителя 17 образуются напряжения комбинационных частот. Узкополосным фильтром 18 выделяется напряжение доплеровской частоты:

$U_4(t) = V_4 \cdot \cos(\pm \Omega_d \cdot t + \varphi_4)$ ,  $0 \leq t \leq T_c$ ,

30 где  $V_4 = 1/2 K_1 \cdot V_c \cdot V_3$ ;

$\varphi_4 = \varphi_c - \varphi_{\text{пр}3} - \omega_{\text{пр}3} \cdot \tau_3$ ,

которое поступает на вход измерителя 19 доплеровской частоты, который обеспечивает измерение доплеровской частоты  $\pm \Omega_d$ . Причем величина и знак доплеровской частоты определяют величину и направление радиальной скорости.

35 Одновременно напряжение третьей промежуточной частоты  $U_{\text{пр}3}(t)$  с выхода усилителя 13 поступает на вход первого перемножителя 21, на второй вход которого подается сложный ФМн-сигнал  $U'_1(t)$  с выхода фазового манипулятора 3 через блок 24 регулируемой задержки. Полученное на выходе перемножителя 21 напряжение 40 пропускается через фильтр 22 нижних частот, на выходе которого формируется корреляционная функция  $R(\tau)$ . Экстремальный регулятор 23, предназначенный для поддержания максимального значения корреляционной функции  $R(\tau)$  и подключенный к выходу фильтра 22 нижних частот, воздействует на управляющий вход блока 24 регулируемой задержки и поддерживает вводимую им задержку  $\tau$ , равной  $\tau_3$  ( $\tau = \tau_3$ ), что 45 соответствует максимальному значению корреляционной функции  $R(\tau)$ . Указатель 25 дальности, связанный со шкалой блока 24 регулируемой задержки, позволяет непосредственно считывать измеренное значение расстояния  $R$  между объектами:

$R = c \cdot \tau_3 / 2$ .

50 Следовательно, задача измерения дальности (расстояния)  $R$  сводится к измерению временной задержки  $\tau_3$  ретранслированного сигнала относительно запросного.

Одновременно напряжение  $U_{\text{пр}3}(t)$  третьей промежуточной частоты с выхода усилителя 13 поступает на первый вход второго перемножителя 35, на второй вход

которого подается напряжение:

$$U_5(t) = V_c \cdot \cos[\omega_c(t - \tau_3) + \varphi_k(t - \tau_3) + \varphi_c],$$

с первого выхода блока 24 регулируемой задержки. На выходе перемножителя 35 образуется напряжение:

$$U_6(t) = V_6 \cdot \cos[\pm \Omega(t - \tau_3) + \varphi_{k1}(t - \tau_{3/2}) + \varphi_4], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } U_6 = \frac{1}{2} K_2 \cdot V_{\text{пр}3} \cdot V_c,$$

которое представляет собой ФМн-сигнал на доплеровской частоте, выделяется полосовым фильтром 36 и поступает на первый вход перемножителя 37. На второй ход последнего подается напряжение  $U_4(t)$  с выхода узкополосного фильтра 18. На выходе перемножителя 37 образуется низкочастотное напряжение:

$$U_H(t) = V_H \cdot \cos[\varphi_{k1}(t - \tau_{3/2}) + \varphi_4], 0 \leq t \leq T_c,$$

$$\text{где } V_H = \frac{1}{2} K_2 \cdot V_4 \cdot V_6,$$

пропорциональное идентификационному номеру объекта, которое выделяется фильтром 38 нижних частот и регистрируется блоком 39 регистрации.

Таким образом, предлагаемые способ и система по сравнению с прототипами обеспечивают определение идентификационных номеров взаимодействующих объектов, что повышает эффективность их взаимодействия.

Тем самым функциональные возможности способа и системы расширены.

### Формула изобретения

Запросный способ определения радиальной скорости объектов и расстояния между ними, заключающийся в использовании двух объектов, причем каждый объект снабжен блоком запроса и ретранслятором, кроме того, один или оба объекта могут быть подвижными, на каждом объекте запросный сигнал на частоте  $\omega_c$  манипулируют по фазе на  $180^\circ$  псевдослучайной последовательностью максимальной длительности, формируют тем самым сложный сигнал с фазовой манипуляцией, преобразуют его по частоте с использованием частоты  $\omega_{Г1}$  первого гетеродина, выделяют напряжение первой промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}1} = \omega_c + \omega_{Г1} = \omega_1$ , усиливают его по мощности, излучают в эфир на частоте  $\omega_1 = \omega_{\text{пр}1}$ , улавливают ретранслятором другого объекта, усиливают по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты  $\omega_{Г3}$  третьего гетеродина, выделяют напряжение второй промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}2} = \omega_{\text{пр}1} - \omega_{Г3} = \omega_2$ , усиливают его по мощности, излучают в эфир на частоте  $\omega_2 = \omega_{\text{пр}2}$ , усиливают по мощности, преобразуют по частоте с использованием частоты  $\omega_{Г2}$  второго гетеродина, выделяют напряжение третьей промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega q = \omega_{Г2} - \omega_2$ , умножают и делят его по фазе на два, выделяют гармоническое колебание на частоте  $\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega g$ , сравнивают его по частоте с запросным сигналом на частоте  $\omega_c$ , выделяют доплеровскую частоту  $\pm \Omega g$  и по величине и знаку доплеровской частоты определяют величину и направление радиальной скорости, одновременно сложный сигнал с фазовой манипуляцией на частоте  $\omega_c$  пропускают через блок регулируемой задержки, перемножают его с напряжением третьей промежуточной частоты, выделяют низкочастотное напряжение, формируя тем самым корреляционную функцию  $R(\tau)$ , где  $\tau$  - текущая временная задержка, изменением задержки  $\tau$  поддерживают корреляционную функцию на максимальном уровне, фиксируют временную задержку  $\tau_3$  между запросным и ретранслированными сигналами и по ее значению определяют расстояние между объектами, отличающийся тем, что напряжение второй промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}3}$  перед усилением его по мощности манипулируют по фазе на  $180^\circ$  модулирующим кодом, соответствующим



идентификационному номеру объекта, формируют тем самым сложный сигнал с двойной фазовой манипуляцией, напряжение третьей промежуточной частоты  $\omega_{\text{пр}3} \pm \Omega_g$  перемножают со сложным сигналом с фазовой манипуляцией на частоте  $\omega_c$ , прошедшим через блок регулируемой задержки, выделяют сложный сигнал с фазовой манипуляцией на доплеровской частоте, перемножают его с гармоническим напряжением доплеровской частоты  $\pm \Omega_g$ , выделяют низкочастотное напряжение, пропорциональное идентификационному номеру другого объекта, регистрируют и анализируют его.

10

15

20

25

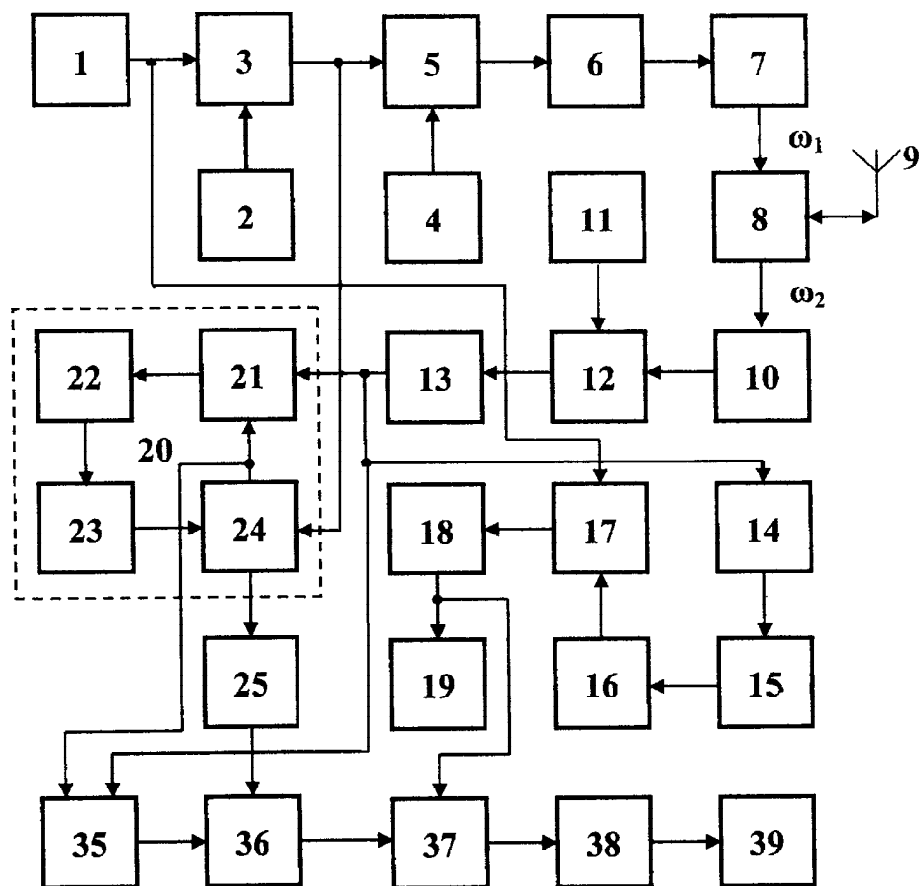
30

35

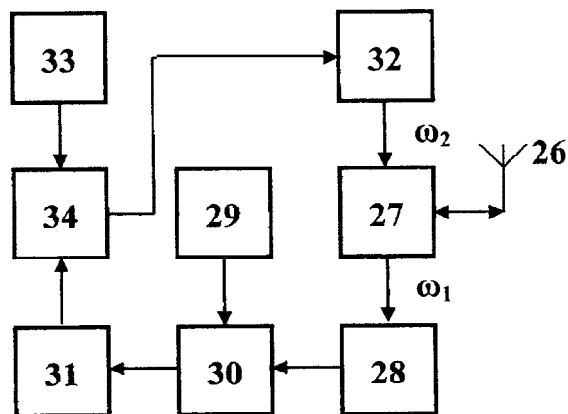
40

45

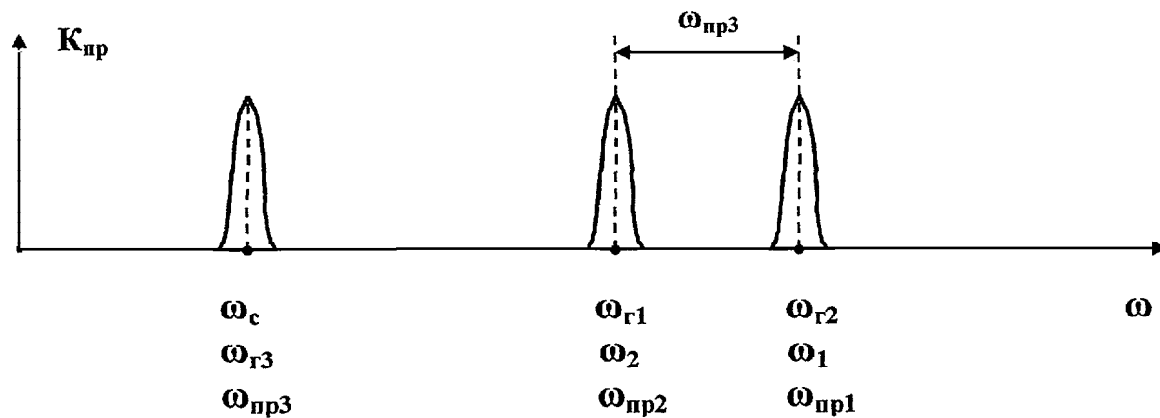
50



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3