



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007146355/09, 13.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.12.2007

(45) Опубликовано: 20.07.2009 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Справочник по основам радиолокационной техники.** / Под ред. В.В. ДРУЖИНИНА. - М.: Воениздат, 1967, с.544. US 7053813 В1, 30.05.2006. RU 2309431 С1, 27.10.2007. RU 2095824 С1, 10.11.1997. RU 2304789 С1, 20.08.2007. US 4861159 А, 29.08.1989. US 6982668 В1, 03.01.2006.

Адрес для переписки:  
630099, г.Новосибирск-99, ул. Горького, 78,  
ОАО "НИИИП"

(72) Автор(ы):

Реутов Владимир Аркадьевич (RU),  
Кисляков Валентин Иванович (RU),  
Бисярин Игорь Александрович (RU),  
Лужных Сергей Назарович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

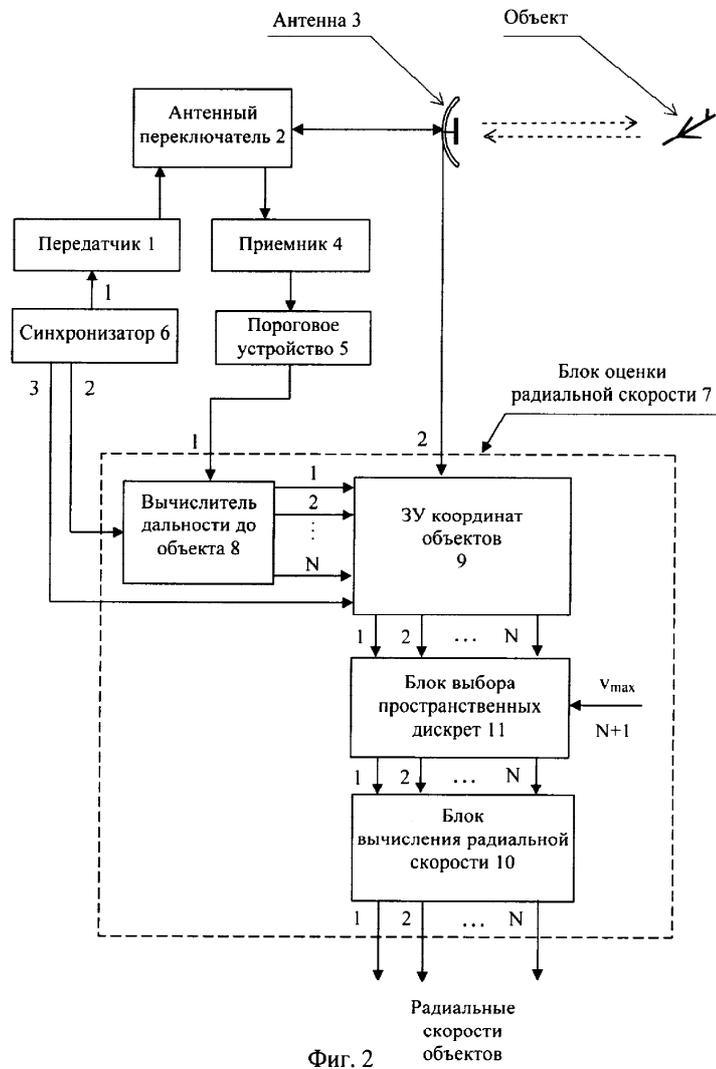
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО  
"НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ  
ПРИБОРОВ" /ОАО "НИИИП"/ (RU)

## (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ОБЪЕКТА И РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

(57) Реферат:

Предлагаемые технические решения относятся к области радиолокации и могут быть использованы для измерения радиальной скорости скоростных объектов в процессе обзора пространства обзорной радиолокационной станцией. Достижимым техническим результатом является повышение точности измерения радиальной скорости объекта, уменьшение задержки во времени измерения радиальной скорости объекта, уменьшение временных и энергетических затрат при измерении радиальной скорости объекта. Технический результат достигается тем, что в процессе обзора пространства радиолокационной станцией, включающем измерение дальностей до объекта

последовательно в двух отличающихся по дальности пространственных дискретах и вычисление радиальной скорости объекта, второе измерение дальности до объекта осуществляют на том же обзоре, что и первое измерение, при этом в качестве пространственной дискреты второго измерения дальности из пространственных дискрет, в которых произошло обнаружение объекта, выбирают пространственную дискрету, ближайшую по угловым координатам к пространственной дискрете первого измерения дальности, после проверки принадлежности указанных измерений дальности одному и тому же объекту вычисляют радиальную скорость объекта. 2 н. и 1 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G01S 13/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2007146355/09, 13.12.2007  
 (24) Effective date for property rights: 13.12.2007  
 (45) Date of publication: 20.07.2009 Bull. 20  
 Mail address:  
 630099, g.Novosibirsk-99, ul. Gor'kogo, 78, OAO "NIIP"

(72) Inventor(s):  
**Reutov Vladimir Arkad'evich (RU),**  
**Kisljakov Valentin Ivanovich (RU),**  
**Bisjarin Igor' Aleksandrovich (RU),**  
**Luzhnykh Sergej Nazarovich (RU)**  
 (73) Proprietor(s):  
**OTKRYTOE AKTsIONERNOE OBShcHESTVO**  
**"NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT**  
**IZMERITEL'NYKh PRIBOROV" /OAO "NIIP"/**  
**(RU)**

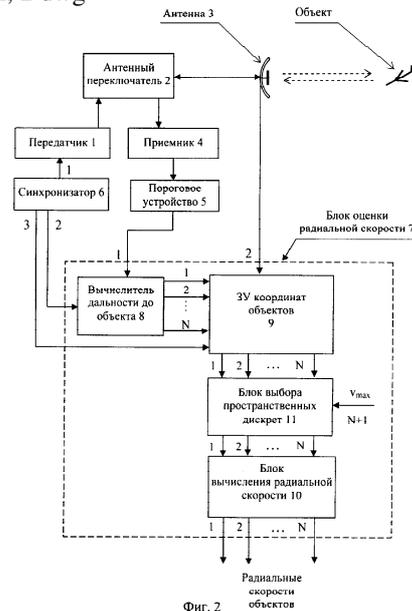
(54) **RADIAL VELOCITY MEASUREMENT METHOD AND RADIOLOCATION STATION FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:  
 FIELD: radiolocation.

SUBSTANCE: suggested engineering solutions relate to the area of radiolocation and can be used for measurement of radial velocity of fast-moving objects in process of surveillance by surveillance radar station. In surveillance process that includes successive range measurement in two resolution units having different range values and calculation of radial velocity value effect is attained due to performance of the second range measurement in the same coverage area as for the first measurement; herewith spatial resolution unit having the closest angular coordinates to the first range measurement is selected for the second range measurement out of spatial resolution units where the object is detected. Radial velocity is calculated after verification of the specified range measurements belonging to the same object.

EFFECT: increase in measurement accuracy of radial velocity, decrease in time delay of radial velocity measurement, reduction in time and power

consumption for measurement of radial velocity.  
 3 cl, 2 dwg



Фиг. 2

RU 2 362 182 C1

RU 2 362 182 C1

Предлагаемые технические решения относятся к области радиолокации и могут быть использованы для измерения радиальной скорости скоростных объектов в процессе обзора пространства обзорной радиолокационной станцией (РЛС).

Известно, что при осмотре пространства обзорной РЛС осуществляется излучение зондирующих сигналов и прием отраженных от объекта сигналов из зоны обзора через фиксированные моменты времени. При этом луч антенны совершает перемещение по угловым координатам - углу места и азимуту. Таким образом, зона обзора РЛС осматривается дискретно, каждая из пространственных дискрет имеет объем, определяемый по дальности - величиной дискреты по дальности, по углу места - величиной дискреты по углу места, по азимуту - величиной дискреты по азимуту (Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: Сов. Радио, 1970, с.6-7).

Известен способ измерения радиальной скорости объекта, основанный на эффекте Доплера (Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. Радио, 1978, с.239, с.241-242).

Способ заключается в излучении зондирующего сигнала на частоте  $f_0$ , приеме отраженного от объекта сигнала, измерении частоты принятого сигнала  $f$  и вычислении радиальной скорости объекта по формуле:

$$v_r = \frac{c}{2} \left( 1 - \frac{f}{f_0} \right) r$$

где  $c$  - скорость света.

Радиолокационная станция, реализующая известный способ (Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. Радио. 1964, с.31, рис.2.8), содержит модулятор, передатчик, передающую и приемную антенны, смеситель, приемник и частотный анализатор.

Недостатками известных технических решений является необходимость (для получения достаточной точности измерения радиальной скорости) применения длинных немодулированных сигналов, что приводит к невозможности измерения дальности до объекта. Использование же для измерения радиальной скорости объекта сигналов, модулированных по частоте, например, с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ сигналов) приводит к неоднозначному измерению дальности до объекта. Кроме того, использование методов, основанных на эффекте Доплера, приводит к значительному усложнению и удорожанию аппаратуры обработки сигналов.

Наиболее близкий способ измерения радиальной скорости  $v_r$  заключается в обнаружении объекта и измерении дальностей  $D_1$  и  $D_2$  до него последовательно в двух периодах обзора РЛС и последующем вычислении радиальной скорости объекта (Справочник по основам радиолокационной техники. Под ред. В.В.Дружинина. Военное изд-во, 1967, с.544). При этом первое измерение дальности до объекта  $D_1$  производится в пространственной дискрете, в которой произошло первое обнаружение объекта. Второе измерение дальности до объекта  $D_2$  осуществляется на следующем обзоре при следующем обнаружении объекта, то есть через время  $\Delta t$ , равное периоду обзора  $T_0$ . Радиальная скорость объекта вычисляется по формуле:

$$v_r = \frac{D_2 - D_1}{\Delta t} . \quad (1)$$

Таким образом, наиболее близкий способ измерения радиальной скорости объекта в процессе обзора пространства радиолокационной станцией включает обнаружение объекта, измерение дальностей  $D_1$  и  $D_2$  до него последовательно в двух отличающихся по дальности пространственных дискретах, находящихся в двух разных обзорах, и вычисление радиальной скорости объекта.

Наиболее близким устройством, реализующим наиболее близкий способ, является

радиолокационная станция для определения дальности и скорости цели (патент US 7053813 ВА, материалы ИНИЦ Роспатента).

Радиолокационная станция, реализующая наиболее близкий способ, содержит (фиг.1) передатчик 1, антенный переключатель 2, антенну 3, приемник 4, пороговое устройство 5, синхронизатор 6, блок оценки радиальной скорости 7, при этом выход передатчика 1 соединен со входом антенного переключателя 2, вход/выход которого соединен с антенной 3, выход антенного переключателя 2 соединен со входом приемника 4, выход которого соединен со входом порогового устройства 5, выход порогового устройства 5 и координатный выход антенны 3 соединены соответственно с первым и вторым входами блока оценки радиальной скорости 7, первый, второй и третий выходы синхронизатора 6 соединены соответственно с первым синхровходом передатчика 1 и первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости 7, блок оценки радиальной скорости 7 включает последовательно соединенные с помощью N входов и N выходов вычислитель дальности до объекта 8, ЗУ координат объектов 9 и блок вычисления радиальной скорости 10, синхровход вычислителя дальности до объекта 8 и синхровход ЗУ координат объектов 9 являются соответственно первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости 7, выходы блока вычисления радиальной скорости 10 являются выходами РЛС.

Работа РЛС, реализующей наиболее близкий способ измерения радиальной скорости объекта, происходит следующим образом. В передатчике 1 по командам синхронизатора 6 (импульсам синхронизации) формируются зондирующие сигналы, которые в процессе обзора пространства с помощью антенны 3 излучаются в пространство. Отраженные от объектов сигналы принимаются антенной 3, поступают в приемник 4. С выхода приемника 4 сигналы поступают на вход порогового устройства 5, где сравниваются с порогом, который задается исходя из допустимой вероятности ложных тревог. Сигналы, уровень которых превышает пороговый, проходят на выход порогового устройства 5. Обнаруженные сигналы с выхода порогового устройства 5 и сигналы, пропорциональные угловым координатам луча антенны 3, поступают в блок оценки радиальной скорости 7, где в вычислителе дальности до объекта 8 известным методом (Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: Сов. Радио, 1970, с.11) определяются дальности до обнаруженных объектов. Дальности до объектов запоминаются на время, равное периоду обзора  $T_0$ , в ЗУ координат объектов 9.

На следующем обзоре перечисленные операции повторяются. Время между измерениями дальности до объектов при этом определяется как время, требующееся для перемещения луча по угловым координатам из пространственной дискретности, в которой объект был обнаружен впервые, в пространственную дискретность, в которой он был обнаружен повторно. Это время в наиболее близких технических решениях равно периоду обзора  $T_0$ . Радиальные скорости объектов  $v_r$  вычисляются в блоке вычисления радиальной скорости 10 по формуле (1) и поступают на выход РЛС.

Наиболее близкие технические решения имеют следующие недостатки.

Во-первых, невелика точность измерения радиальной скорости маневрирующего объекта. Наиболее близкие технические решения дают точные результаты измерения радиальной скорости только при прямолинейном и равномерном движении объекта. Если же объект маневрирует по скорости, то его радиальная скорость, измеренная через время, равное периоду обзора  $T_0$ , который в обзорных РЛС измеряется несколькими секундами (5-15 с), будет значительно отличаться от его радиальной скорости в каждой точке его траектории.

Во-вторых, велика временная задержка в определении радиальной скорости объекта, равная периоду обзора РЛС  $T_0$ . При обнаружении скоростных, а значит, наиболее опасных объектов (объект считается опасным, если его радиальная скорость

превышает пороговое значение  $v_{оп}$ , установленное исходя из максимальной степени опасности объекта) такая задержка в измерении радиальной скорости объекта может оказаться недопустимо большой, так как приводит к значительному запаздыванию поступления информации от РЛС к средствам уничтожения объекта, что может

5

привести к невыполнению задачи защиты от такого вида объектов.  
В-третьих, велики временные и энергетические затраты РЛС на измерение радиальной скорости объекта, поскольку для второго измерения дальности до объекта требуется осмотреть область зоны обзора значительных размеров.

10

Решаемой задачей (техническим результатом), таким образом, является повышение точности измерения радиальной скорости объекта, уменьшение задержки во времени измерения радиальной скорости объекта, уменьшение временных и энергетических затрат при измерении радиальной скорости объекта.

15

Указанный технический результат достигается тем, что в способе измерения радиальной скорости объекта в процессе обзора пространства радиолокационной станцией, включающем обнаружение объекта, измерение дальностей  $D_1$  и  $D_2$  до него последовательно в двух отличающихся по дальности пространственных дискретах и вычисление радиальной скорости объекта, согласно изобретению второе измерение дальности до объекта ( $D_2$ ) осуществляют на том же обзоре, что и первое измерение

20

( $D_1$ ), при этом в качестве пространственной дискреты второго измерения дальности из пространственных дискрет, в которых произошло обнаружение объекта, выбирают пространственную дискрету, ближайшую по угловым координатам к пространственной дискрете первого измерения дальности, после чего проверяют условие:

25

$$|D_1 - D_2| \leq v_{max} \times \Delta t, \quad (2)$$

где  $v_{max}$  - пороговое значение радиальной скорости объекта, определенное исходя из максимальной возможной скорости объекта;

30

$\Delta t$  - время, требующееся для перемещения луча из пространственной дискреты первого измерения дальности в ближайшую к ней по угловым координатам пространственную дискрету второго измерения дальности,

35

если указанное условие выполняется, принимают решение о том, что измеренные дальности  $D_1$  и  $D_2$  относятся к одному объекту и вычисляют радиальную скорость объекта, если указанное условие не выполняется, принимают решение о том, что измеренные дальности относятся к разным объектам.

40

Указанный технический результат достигается также тем, что в РЛС, содержащей передатчик, антенный переключатель, антенну, приемник, пороговое устройство, синхронизатор, блок оценки радиальной скорости, при этом выход передатчика соединен со входом антенного переключателя, вход/выход которого соединен с антенной, выход антенного переключателя соединен со входом приемника, выход которого соединен со входом порогового устройства, выход порогового устройства и координатный выход антенны соединены соответственно с первым и вторым входами блока оценки радиальной скорости, первый, второй и третий выходы синхронизатора соединены соответственно с первым синхровходом передатчика и первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости, блок оценки радиальной скорости включает последовательно соединенные с помощью  $N$  выходов и  $N$  входов соответственно вычислитель дальности до объекта и ЗУ координат объектов, а также блок вычисления радиальной скорости, синхровход вычислителя дальности до объекта и синхровход ЗУ координат объектов являются первым и вторым

50

синхровходами блока оценки радиальной скорости соответственно, выходы блока вычисления радиальной скорости являются выходами РЛС, согласно изобретению введен блок выбора пространственных дискрет,  $N$  входов и  $N$  выходов которого соединены соответственно с  $N$  выходами ЗУ координат объектов и  $N$  входами блока

вычисления радиальной скорости, а N+1-й его вход предназначен для прогового значения радиальной скорости объекта, определенного исходя из максимальной возможной скорости объекта.

5 Дополнительный технический результат, состоящий в том, что принимают решение о степени опасности объекта, достигается тем, что согласно изобретению вычисленную радиальную скорость объекта сравнивают с пороговым значением радиальной скорости  $v_{оп}$ , установленным исходя из максимальной степени опасности объекта, при этом если выполняется условие  $v_r > v_{оп}$ , то степень опасности объекта принимают высокой, если указанное условие не выполняется - низкой.

10 Поясним суть заявляемого способа измерения радиальной скорости объекта.

Как уже отмечалось, в наиболее близком способе первое измерение дальности до объекта  $D_1$  производится в пространственной дискрете, в которой произошло первое обнаружение объекта. Второе измерение дальности до объекта  $D_2$  осуществляется на 15 следующем обзоре при следующем обнаружении объекта, то есть через время  $\Delta t$ , равное периоду обзора  $T_0$ , который в обзорных РЛС измеряется несколькими секундами. Таким образом, наиболее близкий способ целесообразно использовать только по объектам, радиальная скорость которых значительно меньше скорости перемещения луча антенны от направления к направлению по любой из угловых 20 координат.

Если же скорость объекта так велика, что за время перемещения луча антенны РЛС из одного углового положения в соседнее по любой из угловых координат объект перемещается по дальности из одной пространственной дискреты в другую, то 25 появляется возможность измерить его радиальную скорость на том же периоде обзора, используя это его перемещение. При этом первое измерение дальности объекта  $D_1$  проводят в пространственной дискрете, где был впервые обнаружен объект (как и в наиболее близком способе), а второе измерение дальности объекта  $D_2$  - в ближайшей к ней по угловым координатам пространственной дискрете (содержащей 30 объект). Расстояние по угловым координатам (угловое расстояние) между пространственными дискретами определяют по формуле:

$$\theta = \left( (\Delta \varepsilon_i)^2 + (\Delta \beta)^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

35 где  $\Delta \varepsilon_i$ ,  $\Delta \beta_i$  - расстояние соответственно по углу места и азимуту от пространственной дискреты, где был впервые обнаружен объект, до анализируемой (i-ой) пространственной дискреты из тех соседних по угловым координатам пространственных дискрет, в которых был также обнаружен объект.

Ближайшую по угловым координатам пространственную дискрету выбирают по 40 критерию минимума углового расстояния:

$$\theta_{\min} = \min_i \{ \theta_i \}, \quad (4)$$

После того, как ближайшая пространственная дискрета выбрана, проверяют условие (2). Выполнение этого условия означает, что первое и второе измерения 45 дальности относятся к одному объекту и, следовательно, радиальная скорость этого объекта может быть вычислена (по формуле (1)). Если указанное условие не выполняется, значит, измерения относятся к разным объектам, радиальная скорость в этом случае не вычисляется.

Время  $\Delta t$ , требующееся для перемещения луча из пространственной дискреты 50 первого измерения в ближайшую к ней по угловым координатам пространственную дискрету второго измерения для известных параметров РЛС и обзора всегда может быть вычислено. Это время значительно меньше периода обзора  $T_0$ . Так, например, для РЛС с электронным управлением лучом по углу места и механическим вращением

антенны по азимуту с периодом обзора, равным 12 с, и шириной луча  $1.5^\circ$  время между измерениями радиальной скорости по двум соседним азимутальным дискретам равно 0.05 с, что значительно меньше периода обзора  $T_0$ . Объект за это время перемещается по дальности из одной пространственной дискреты в другую, если имеет радиальную скорость более 2 км/с.

Поскольку время измерения радиальной скорости в соответствии с заявляемым способом весьма мало, то объект за это время не в состоянии существенно изменить радиальную скорость. Следовательно, точность измерения его радиальной скорости значительно увеличивается.

Известно (Кузьмин С.З. Цифровая обработка радиолокационной информации. М.: Сов. радио, 1967, с.21), что повторное обнаружение объекта осуществляется через время между измерениями  $\Delta t$  в области, окружающей пространственную дискрету, в которой объект был обнаружен первый раз. Область вероятного нахождения объекта определяют в виде кольца, внутренний радиус которого  $r_{\min} = v_{\min} \Delta t$  (где  $v_{\min}$  - пороговое значение радиальной скорости объекта, определенное исходя из минимальной возможной скорости объекта, часто принимают  $v_{\min} = 0$ ), а внешний  $r_{\max} = v_{\max} \Delta t$ . Площадь кольца равна  $S = \pi(\Delta t)^2 (v_{\max}^2 - v_{\min}^2)$ .

В наиболее близких технических решениях время  $\Delta t$  равно периоду обзора  $T_0$ . Поскольку в заявляемом изобретении время между измерениями  $\Delta t$  значительно меньше периода обзора  $T_0$ , то размеры области вероятного нахождения объекта для второго измерения дальности (т.е. количество осматриваемых при этом пространственных дискрет) также значительно меньше. Следовательно, временные и энергетические затраты, необходимые на измерение радиальной скорости объекта, в заявляемом изобретении существенно меньше.

Таким образом достигается заявляемый технический результат.

Дополнительным результатом заявляемого способа является чрезвычайно быстрое определение степени опасности объекта. При обнаружении скоростных, а значит наиболее опасных объектов малая задержка в измерении радиальной скорости объекта дает возможность быстро обеспечивать информацией средства уничтожения объекта и таким образом выполнять задачу защиты от такого вида объектов.

Изобретение иллюстрируется следующими чертежами.

Фиг.1 - функциональная схема радиолокационной станции, реализующей наиболее близкий способ измерения радиальной скорости объекта.

Фиг.2 - функциональная схема радиолокационной станции, реализующей заявляемый способ измерения радиальной скорости объекта.

Радиолокационная станция, реализующая заявляемый способ измерения радиальной скорости объекта, содержит (фиг.2) передатчик 1, антенный переключатель 2, антенну 3, приемник 4, пороговое устройство 5, синхронизатор 6, блок оценки радиальной скорости 7, при этом выход передатчика 1 соединен со входом антенного переключателя 2, вход/выход которого соединен с антенной 3, выход антенного переключателя 2 соединен со входом приемника 4, выход которого соединен со входом порогового устройства 5, выход порогового устройства 5 и координатный выход антенны 3 соединены соответственно с первым и вторым входами блока оценки радиальной скорости 7, первый, второй и третий выходы синхронизатора 6 соединены соответственно с первым синхровходом передатчика 1 и вторым и третьим синхровходами блока оценки радиальной скорости 7, блок оценки радиальной скорости 7 содержит вычислитель дальности до объекта 8, ЗУ координат объектов 9, блок вычисления радиальной скорости 10 и блок выбора пространственных дискрет 11, причем вычислитель дальности до объекта 8, ЗУ координат объектов 9, блок выбора пространственных дискрет 11 и блок вычисления радиальной скорости 10 соединены последовательно с помощью N входов и N

выходов, синхровход вычислителя дальности до объекта 8 и синхровход ЗУ координат объектов 9 являются соответственно первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости 7, выходы блока вычисления радиальной скорости 10 являются выходами РЛС.

5 Количество выходов вычислителя дальности до объекта 8, а также входов и выходов ЗУ координат объектов 9, блока выбора пространственных дискрет 11, блока вычисления радиальной скорости 10, т.е. величина  $N$ , определяется количеством дискрет по всем координатам, являющихся соседними для данной пространственной дискреты. Для обычного обзора по столбцам и строкам  $N=26$ .

10 Радиолокационная станция может быть выполнена с использованием следующих функциональных элементов.

Передатчик 1 - импульсного типа (Справочник по основам радиолокационной техники. - М., 1967, с.278).

15 Антенный переключатель 2 - выполнен на циркуляторе (Справочник по основам радиолокационной техники. - М., 1967, с.146-147).

Антенна 3 - фазированная антенная решетка с электронным сканированием по углу места и с круговым механическим вращением по азимуту (Справочник по радиолокации. Под ред. М.Сколника, т.2, - М.: Сов. радио, 1977, с.132-138).

20 Приемник 4 - приемник супергетеродинного типа (Справочник по основам радиолокационной техники. - М., 1967, с.343-344).

Синхронизатор 6 - выполнен на основе задающего генератора и последовательно соединенной с ним цепочки делителей частоты (Радиолокационные устройства (теория и принципы построения). Под ред. В.В.Григорина-Рябова. - М.: Сов. радио, 1970, с.602-603).

25 Вычислитель дальности до объекта 8 - вычислитель, выполняющий операцию вычисления дальностей до объекта в соответствии с методом, описанным в источнике: Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: Сов. Радио, 1970, с.11.

30 ЗУ координат объектов 9 - запоминающее устройство (Интегральные микросхемы. Справочник под ред. Т.В.Тарабрина. - М.: Радио и связь, 1984).

Блок вычисления радиальной скорости 10 - вычислитель, вычисляющий радиальную скорость объекта в соответствии с формулой (1).

35 Блок выбора пространственных дискрет 11 - вычислитель, реализующий операцию вычисления углового расстояния (3) между соседними пространственными дискретами, в которых обнаружен объект, и выбор по критерию (4) пространственных дискрет первого ( $D_1$ ) и второго ( $D_2$ ) измерения дальностей до объекта. Для выбранных пространственных дискрет проверяется условие (2), в случае выполнения которого дальности  $D_1$  и  $D_2$  передаются в блок вычисления радиальной скорости 10.

40 Работа РЛС, реализующей заявляемый способ измерения радиальной скорости объекта, происходит следующим образом. В передатчике 1 по командам синхронизатора 6 (импульсам синхронизации) формируются зондирующие сигналы, которые в процессе обзора пространства с помощью антенны 3 излучаются в пространство. Отраженные от объекта сигналы принимаются антенной 3, поступают  
45 в приемник 4. С выхода приемника 4 сигналы поступают на вход порогового устройства 5, где сравниваются с порогом, который задается исходя из допустимой вероятности ложных тревог. Сигналы, уровень которых превышает пороговый, проходят на выход порогового устройства 5. Обнаруженные сигналы с выхода порогового устройства 5 и сигналы, пропорциональные угловым координатам луча  
50 антенны 3, поступают в блок оценки радиальной скорости 7, где в вычислителе дальности до объекта 8 известным методом (Теоретические основы радиолокации. Под ред. Ширмана Я.Д. М.: Сов. Радио, 1970, с.11) определяются дальности до обнаруженных объектов. Дальности до объектов запоминаются в ЗУ координат объектов 9 и поступают в блок выбора пространственных дискрет 11.

В блоке выбора пространственных дискрет 11 вычисляются угловые расстояния (3) между пространственными дискретами, в которых обнаружен объект, и по критерию (4) выбираются пространственные дискреты, угловые расстояния между которыми наименьшие. При этом первую по времени обнаружения объекта пространственную дискрету обозначают пространственной дискретой первого измерения дальности ( $D_1$ ), а вторую - пространственной дискретой второго измерения дальности ( $D_2$ ). Для этих дискрет проверяется условие (2). Для обеспечения проверки указанного условия на вход блока 11 подается пороговое значение радиальной скорости объекта  $v_{\max}$ , заранее определенное исходя из максимальной возможной скорости объектов, и вычисляется время  $\Delta t$ , требующееся для перемещения луча из пространственной дискреты первого измерения в ближайшую к ней по угловым координатам пространственную дискрету второго измерения. Выполнение указанного условия означает, что проведенные два измерения дальности относятся к одному объекту и, следовательно, радиальная скорость данного объекта может быть вычислена. Указанные операции в блоке 11 осуществляются для всех объектов, координаты которых записаны в ЗУ координат объектов 9.

Определенные таким образом в блоке 11 для каждого объекта дальности  $D_1$  и  $D_2$  поступают затем в блок вычисления радиальной скорости 10, где по формуле (1) вычисляются радиальные скорости объектов, которые далее выдаются на выход РЛС. Таким образом в РЛС достигается заявляемый технический результат.

#### Формула изобретения

1. Способ измерения радиальной скорости объекта в процессе обзора пространства радиолокационной станцией, включающий обнаружение объекта, измерение дальностей  $D_1$  и  $D_2$  до него последовательно в двух отличающихся по дальности пространственных дискретах и вычисление радиальной скорости объекта, отличающийся тем, что второе измерение дальности до объекта ( $D_2$ ) осуществляют на том же обзоре, что и первое измерение ( $D_1$ ), при этом в качестве пространственной дискреты второго измерения дальности из пространственных дискрет, в которых произошло обнаружение объекта, выбирают пространственную дискрету, ближайшую по угловым координатам к пространственной дискрете первого измерения дальности, после чего проверяют условие:

$$|D_1 - D_2| \leq v_{\max} \cdot \Delta t,$$

где  $v_{\max}$  - пороговое значение радиальной скорости объекта, определенное исходя из максимальной возможной скорости объекта;

$\Delta t$  - время, требующееся для перемещения луча из пространственной дискреты первого измерения дальности в ближайшую к ней по угловым координатам пространственную дискрету второго измерения дальности, если указанное условие выполняется, принимают решение о том, что измеренные дальности  $D_1$  и  $D_2$  относятся к одному объекту, и вычисляют радиальную скорость объекта, если указанное условие не выполняется, принимают решение о том, что измеренные дальности относятся к разным объектам.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что вычисленную радиальную скорость объекта  $v_r$  сравнивают с пороговым значением радиальной скорости  $v_{оп}$ , установленным исходя из максимальной степени опасности объекта, при этом, если выполняется условие  $v_r > v_{оп}$ , то степень опасности объекта принимают высокой, если указанное условие не выполняется - низкой.

3. Радиолокационная станция (РЛС), содержащая передатчик, антенный переключатель, антенну, приемник, пороговое устройство, синхронизатор, блок

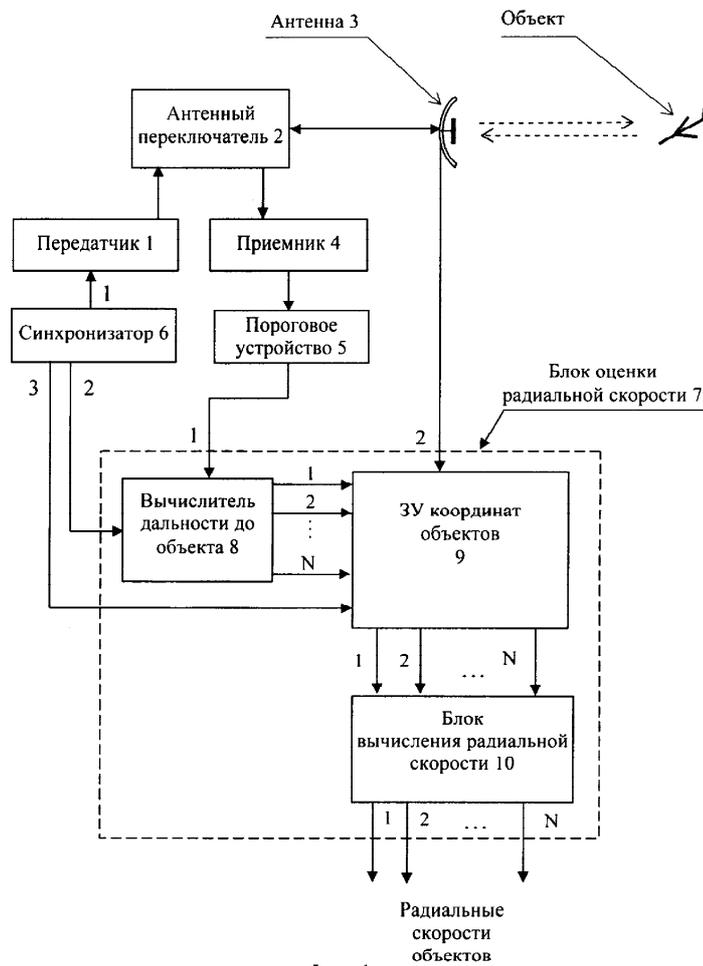
оценки радиальной скорости, при этом выход передатчика соединен со входом антенного переключателя, вход/выход которого соединен с антенной, выход антенного переключателя соединен со входом приемника, выход которого соединен со входом порогового устройства, выход порогового устройства и координатный  
5 выход антенны соединены соответственно с первым и вторым входами блока оценки радиальной скорости, первый, второй и третий выходы синхронизатора соединены соответственно с первым синхровходом передатчика и первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости, блок оценки радиальной скорости включает вычислитель дальности до объекта, N выходов которого соединены с N  
10 входами запоминающего устройства (ЗУ) координат объектов, в котором записаны координаты объектов с координатного выхода антенны, при этом обнаруженные сигналы с выхода порогового устройства поступают в вычислитель дальности до объекта, а также включает блок вычисления радиальной скорости, синхровход вычислителя дальности до объекта и синхровход ЗУ координат объектов являются  
15 первым и вторым синхровходами блока оценки радиальной скорости соответственно, выходы блока вычисления радиальной скорости являются выходами РЛС, отличающаяся тем, что введен блок выбора пространственных дискрет, предназначенный для вычисления на одном и том же периоде обзора углового расстояния между соседними дискретами и выбора пространственных дискрет  
20 первого D1 и второго D2 измерений дальностей, угловые расстояния между которыми наименьшие, и в которых обнаружен один и тот же объект в соответствии с условием  $|D_1 - D_2| \leq v_{\max} \cdot \Delta t$ , где  $v_{\max}$  - пороговое значение радиальной скорости объекта, определенное исходя из максимальной возможной скорости объекта,  $\Delta t$  - время, требующееся для перемещения луча из пространственной дискреты первого измерения  
25 дальности в ближайшую к ней по угловым координатам пространственную дискрету второго измерения дальности, при этом N входов и N выходов указанного блока соединены соответственно с N выходами ЗУ координат объектов и N входами блока вычисления радиальной скорости, а (N+1)-й его вход предназначен для порогового значения радиальной скорости объекта, определенного исходя из максимальной  
30 возможной скорости объекта.

35

40

45

50



Фиг. 1