

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

без проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23 XII 1993 р

Публікується
в редакції заявника

(54) СПОСІБ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

1

2

(21) 97062583
(22) 03.06.97
(24) 04.08.98
(46) 30.10.98. Бюл. № 5
(47) 04.08.98

(72) Кропачев Виктор Степанович, Говоров Валентин Сергійович, Краснов Леонід Михайлович, Сопін Микола Павлович
(73) Кропачев Виктор Степанович, Говоров Валентин Сергійович, Краснов Леонід Михайлович, Сопін Микола Павлович
(57) Способ анализа электродинамических характеристик подвижных объектов сложной формы, состоящий в облучении объекта

непрерывным сигналом, приеме отраженных сигналов, проведении спектрального анализа отраженного сигнала, определении амплитуд и фаз экстремальных спектральных составляющих, вычислении на их основе относительной дальности и поперечных расстояний между локальными областями рассеяния, отличающ й с я тем, что дополнительно определяют время появления и значения максимальных доплеровских частот, по которым вычисляют период вращения объекта и угловое положение локальных областей рассеяния в системе координат, связанной с объектом.

Изобретение относится к области радиолокации и вычислительной техники и может быть использовано для определения типа цели, представляющей собой подвижный объект сложной формы, когерентным радиолокатором.

Известен способ определения типа радиолокационной цели путем решения обратной задачи рассеяния [Штагер Е.А., Чаевский Е.В. Рассеяние волн на телах сложной формы. М., Советское радио, 1974, с. 114 – 123].

Основной недостаток этого метода заключается в том, что он по анализу структуры отраженного сигнала не позволяет выполнить полное решение обратной зада-

некоторые усредненные значения расстояний между участками локальных отражений при условии, что их эффективные площади рассеяния одинаковы.

Наиболее близким является способ решения обратной задачи рассеяния радиоволн, который в принципе позволяет строить двухмерные изображения целей [Зарубежная радиоэлектроника, 1971, №-4, с. 20 – 37]. Основной недостаток этого метода заключается в том, что он не позволяет решать обратную задачу рассеяния в случае, когда у движущейся цели неизвестны параметры движения.

В основу изобретения поставлена задача определения типа подвижного объекта,

9. Блок принятия
решения о типе
цели.

8. Блок решения
обратной задачи
рассеяния

7. Блок оценки параметров
и определения
максимальных
тог

Фиг. 2.

локальными областями рассеяния (ЛОП), что достигается решением обратной задачи рассеяния, которая позволяет определить координаты локальных областей рассеяния и принять по ним обоснованное заключение о типе обнаруженной радиолокационной цели.

На фиг. 1 показана графическая модель вращающейся платформы с локальными областями рассеяния ЛОР; на фиг. 2 – обобщенная структурная схема совокупности узлов и блоков, позволяющих решить обратную задачу рассеяния. В ее состав входят: 1 – когерентная РЛС, 2 – устройства ввода информации в ЭВМ, 3 – блок записи информации в оперативную память, 4 – блок деления информации на временные интервалы соответствующей длины, 5 – блок дискретного преобразования Фурье, 6 – блок обнаружения и сопровождения обнаруженных спектральных составляющих от каждой ЛОР, 7 – блок оценки параметров и определения максимальных частот с фиксацией времени их обнаружения, 8 – блок решения обратной задачи рассеяния, 9 – блок принятия решения о типе цели.

На основании изложенного сущность решения обратной задачи рассеяния применительно к объектам сложной формы, находящихся на платформе, вращающейся с постоянной скоростью вокруг своего геометрического центра, состоит в следующем: Когерентная радиолокационная станция облучает вращающуюся с постоянной угловой скоростью β платформу на которой сосредоточены N локальных областей рассеяния (ЛОП), координаты которых в полярной системе обозначим $R(i)$ – радиус от центра вращения платформы, $\beta_{o(i)}$ – курсовой угол. Отраженный сигнал от ЛОР(i), приходящий на вход антенного устройства равен

$$A(i)(t) = A(i)_m \sin[(\omega \pm \omega(i)_g)t + \varphi_i], \quad (1)$$

где $A(i)_m$ – амплитуда отраженного сигнала, ω – несущая частота,

λ – длина волны, $\omega(i)_g$ – частота доплера от (i) ЛОР,

t – текущее время, φ_i – начальная фаза.

Частота доплера от ЛОР(i) равна

$$\omega(i)_g = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2 V(i)_p, \quad (2)$$

где $V(i)_p$ – скорость изменения радиального

Доплеровская частота от ЛОР(i) равна

$$\omega(i)_g = - \frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}]. \quad (5)$$

Сигнал промодулированный частотой доплера будет равен

$$A(i)(t) = A(i)_m \sin \left\{ \omega \pm \frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] + \varphi_i \right\}. \quad (6)$$

Результирующий сигнал отраженный от всех N ЛОР будет равен

$$A\Sigma(t) = \sum_{i=1}^N A(i)_m \sin \left\{ \omega \pm \frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \times \right. \\ \left. \times \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] + \varphi_i \right\} \quad (7)$$

Поскольку при определении координаты по углу принято условие, что начальное угловое положение каждой ЛОР(i) отсчитывается от β_o (1), поэтому

$$\beta_{o(1)} = 0. \quad (8)$$

Для этих условий частота доплера для ЛОР(1) будет

$$\omega(1)_g = \frac{4\pi\beta R(1)}{\lambda} \sin \frac{2\pi}{T} t. \quad (9)$$

Из выражения (9) следует, что

$$\omega(1)_g = \omega(1)_{g \max} \text{ при } t_1 = \frac{1}{4} T;$$

$$\omega(1)_g = -\omega(1)_{g \max} \text{ при } t_2 = \frac{3}{4} T.$$

Из полученных выражений следует, что интервал времени Δt_1 между появлением $\omega(1)_{g \max}$ и $-\omega(1)_{g \max}$ будет равен половине периода вращения платформы

$$T/2 = t_2 - t_1.$$

Следовательно, для решения обратной задачи рассеяния необходимо определить в спектре отраженного сигнала максимальные доплеровские частоты и моменты их появления. Поскольку $\beta = 2\pi/T$, то при максимальных частотах,

$$\omega(1)_{g \max} = \frac{8\pi^2 R(1)}{\lambda T} \quad (10)$$

период вращения платформы равен

$$T = 2(t_2 - t_1). \quad (11)$$

Поэтому координаты ЛОР(1) будут определяться выражениями

$$\left. \begin{aligned} R(1) &= \frac{\omega(1)_{g \max} \lambda T}{8\pi^2}; \\ \beta_{o(1)} &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

а координаты ЛОР(i) выражением

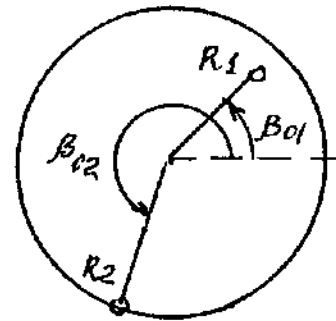
$$R(i) = \frac{\omega(i)_{g \max} \lambda T}{8\pi^2}$$

будет равен

$$A\Sigma(t) = \sum_{i=1}^N A(i)_m \cos \left\{ \frac{8\pi^2 R(i)}{\lambda T} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] \right\}.$$

Суммарный сигнал состоит из гармоник, каждая из которых является доплеровской частотой, изменяющейся от $\omega(1)_g = 0$ до $\omega(1)_g = \omega(1)_{g \max}$ сдвинутой по времени на интервал Δt_1 . Для определения $\omega(1)_{g \max}$ необходимо сигнал на выходе приемного устройства разбить на временные интервалы и определить в каждом из интервалов спектр частот

$$S(\omega) = \int_{t_1}^{t_2} A\Sigma(t) e^{-j\omega t} dt. \quad (13)$$





УКРАЇНА

(19) UA (11) 24561 (13) A

(51) G 01 R 33/02

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII 1993 рПублікується
в редакції заявника

(54) СПОСІБ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ СКЛАДНОЇ ФОРМИ

1

(21) 97062583

(22) 03.06.97

(24) 04.08.98

(46) 30.10.98. Бюл. № 5

(47) 04.08.98

(72) Кропачев Віктор Степанович, Говоров Валентин Сергійович, Краснов Леонід Михайлович, Сопін Микола Павлович

(73) Кропачев Віктор Степанович, Говоров Валентин Сергійович, Краснов Леонід Михайлович, Сопін Микола Павлович

(57) Способ анализа электродинамических характеристик подвижных объектов сложной формы, состоящий в облучении объекта

2

непрерывным сигналом, приеме отраженных сигналов, проведении спектрального анализа отраженного сигнала, определении амплитуд и фаз экстремальных спектральных составляющих, вычислении на их основе относительной дальности и поперечных расстояний между локальными областями рассеяния, отличающийся тем, что дополнительно определяют время появления и значения максимальных доплеровских частот, по которым вычисляют период вращения объекта и угловое положение локальных областей рассеяния в системе координат, связанной с объектом.

Изобретение относится к области радиолокации и вычислительной техники и может быть использовано для определения типа цели, представляющей собой подвижный объект сложной формы, когерентным радиолокатором.

Известен способ определения типа радиолокационной цели путем решения обратной задачи рассеяния [Штагер Е.А., Чаевский Е.В. Рассеяние волн на телах сложной формы. М., Советское радио, 1974, с. 114 - 123].

Основной недостаток этого метода заключается в том, что он по анализу структуры отраженного сигнала не позволяет выполнить полное решение обратной задачи рассеяния с определением координат цели, а дает возможность определить только

некоторые усредненные значения расстояний между участками локальных отражений при условии, что их эффективные площади рассеяния одинаковы.

Наиболее близким является способ решения обратной задачи рассеяния радиоволн, который в принципе позволяет строить двухмерные изображения целей [Зарубежная радиоэлектроника, 1971, № 4, с. 20 - 37]. Основной недостаток этого метода заключается в том, что он не позволяет решать обратную задачу рассеяния в случае, когда у движущейся цели неизвестны параметры движения.

В основу изобретения поставлена задача определения типа подвижного объекта, обнаруживаемого когерентным радиолокатором, в случае, когда обнаруживаемый обь-

(19) UA (11) 24561 (13) A

ект представляет собой вращающуюся с постоянной, но неизвестной скоростью платформу с расположенными на ней локальными областями рассеяния (ЛОР), что достигается решением обратной задачи рассеяния, которая позволяет определить координаты локальных областей рассеяния и принять по ним обоснованное заключение о типе обнаруженной радиолокационной цели.

На фиг. 1 показана графическая модель вращающейся платформы с локальными областями рассеяния ЛОР; на фиг. 2 – обобщенная структурная схема совокупности узлов и блоков, позволяющих решить обратную задачу рассеяния. В ее состав входят: 1 – когерентная РЛС, 2 – устройства ввода информации в ЭВМ, 3 – блок записи информации в оперативную память, 4 – блок деления информации на временные интервалы соответствующей длины, 5 – блок дискретного преобразования Фурье, 6 – блок обнаружения и сопровождения обнаруженных спектральных составляющих от каждой ЛОР, 7 – блок оценки параметров и определения максимальных частот с фиксацией времени их обнаружения, 8 – блок решения обратной задачи рассеяния, 9 – блок принятия решения о типе цели.

На основании изложенного сущность решения обратной задачи рассеяния применительно к объектам сложной формы, находящихся на платформе, вращающейся с постоянной скоростью вокруг своего геометрического центра, состоит в следующем: Когерентная радиолокационная станция облучает вращающуюся с постоянной угловой скоростью β платформу на которой сосредоточены N локальных областей рассеяния (ЛОР), координаты которых в полярной системе обозначим $R(i)$ – радиус от центра вращения платформы, $\beta_{o(i)}$ – курсовой угол. Отраженный сигнал от ЛОР(i), приходящий на вход антенного устройства равен

$$A(i)(t) = A(i)m \sin[(\omega \pm \omega(i)_d)t + \varphi_n], \quad (1)$$

где $A(i)m$ – амплитуда отраженного сигнала, ω – несущая частота,

λ – длина волны, $\omega(i)_d$ – частота доплера от (i) ЛОР,

t – текущее время, φ_n – начальная фаза.

Частота доплера от ЛОР(i) равна

$$\omega(i)_d = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 2 V(i)_p, \quad (2)$$

где $V(i)_p$ – скорость изменения радиального расстояния между РЛС и ЛОР(i).

Расстояние между РЛС и ЛОР(i) (рис. 1) равно

$$L(i) = R(i) \cos[\beta t + \beta_{o(i)}]. \quad (3)$$

Радиальная скорость изменения расстояния от РЛС до ЛОР(i) равна

$$\frac{dL(i)}{dt} = V(i)_p = -R(i)\beta \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] \quad (4)$$

Доплеровская частота от ЛОР(i) равна

$$\omega(i)_d = -\frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}]. \quad (5)$$

Сигнал промодулированный частотой доплера будет равен

$$A(i)(t) = A(i)m \sin\left\{\omega \pm \frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] + \varphi_n\right\}. \quad (6)$$

Результирующий сигнал отраженный от всех N ЛОР будет равен

$$A\Sigma(t) = \sum_{i=1}^N A(i)m \sin\left\{\omega \pm \frac{4\pi\beta R(i)}{\lambda} \times \right. \\ \left. \times \sin[\beta t + \beta_{o(i)}] + \varphi_n\right\} \quad (7)$$

Поскольку при определении координаты по углу принято условие, что начальное угловое положение каждой ЛОР(i) отсчитывается от $\beta_{o(1)} = 0$, поэтому

$$\beta_{o(1)} = 0. \quad (8)$$

Для этих условий частота доплера для ЛОР(1) будет

$$\omega(1)_d = \frac{4\pi\beta R(1)}{\lambda} \sin \frac{2\pi}{T} t. \quad (9)$$

Из выражения (9) следует, что

$$\omega(1)_d = \omega(1)_d \max \text{ при } t_1 = \frac{1}{4} T;$$

$$\omega(1)_d = -\omega(1)_d \max \text{ при } t_2 = \frac{3}{4} T.$$

Из полученных выражений следует, что интервал времени Δt_1 между появлением $\omega(1)_d \max$ и $-\omega(1)_d \max$ будет равен половине периода вращения платформы

$$T/2 = t_2 - t_1.$$

Следовательно, для решения обратной задачи рассеяния необходимо определить в спектре отраженного сигнала максимальные доплеровские частоты и моменты их появления. Поскольку $\beta = 2\pi/T$, то при максимальных частотах,

$$\omega(1)_d \max = \frac{8\pi^2 R(1)}{\lambda T} \quad (10)$$

период вращения платформы равен

$$T = 2(t_2 - t_1). \quad (11)$$

Поэтому координаты ЛОР(1) будут определяться выражениями

$$\left. \begin{aligned} R(1) &= \frac{\omega(1)_d \max \lambda T}{8\pi^2}; \\ \beta_{o(1)} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

а координаты ЛОР(i) выражением

$$\left. \begin{aligned} R(i) &= \frac{\omega(i)_d \max \lambda T}{8\pi^2}; \\ \beta_{o(i)} &= \beta(t_i - t_1) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

При когерентной обработке сигнал на выходе фазового детектора будет равен

$$S_d(t) = A_{(i)m} A_k \cos\left\{\pm \frac{8\pi^2 R(i)}{\lambda T} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}]\right\} \quad (14)$$

Тогда суммарный доплеровский сигнал будет равен

$$A\Sigma(t) = \sum_{i=1}^N A_{(i)} A_k \cos\left\{\frac{8\pi^2 R(i)}{\lambda T} \sin[\beta t + \beta_{o(i)}]\right\} \quad (15)$$

Суммарный сигнал состоит из суммы гармоник, каждая из которых является доплеровской частотой, изменяющейся от $\omega(i)_g = 0$ до $\omega(i)_g = \omega(i)_{g\max}$ сдвинутой по времени на интервал Δt_i . Для определения $\omega(i)_{g\max}$ необходимо сигнал на выходе приемного устройства разбить на временные интервалы и определить в каждом из этих интервалов спектр частот

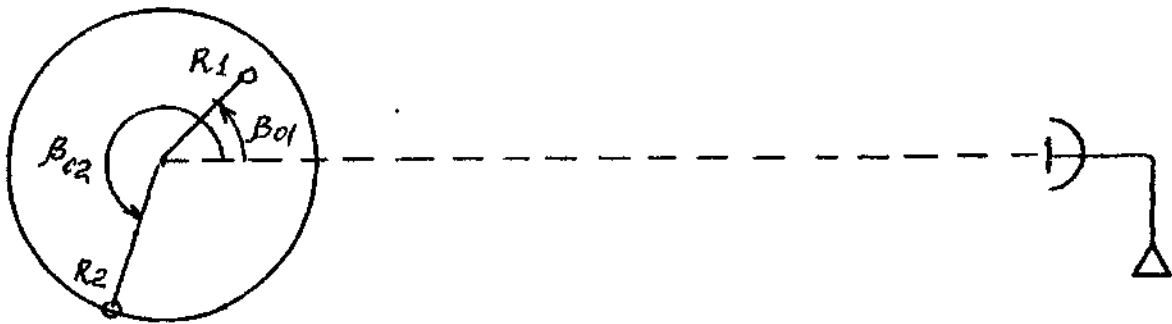
$$S(\omega) = \int_{t_1}^{t_2} A\Sigma(t) e^{-j\omega t} dt \quad (16)$$

Полученные в результате обработки спектральные составляющие подвергаются анализу на максимальные и минимальные частоты, при получении которых фиксируются моменты времени. По полученным результатам в соответствии с выражениями (10), (11), (12), (13) решается обратная задача рассеяния.

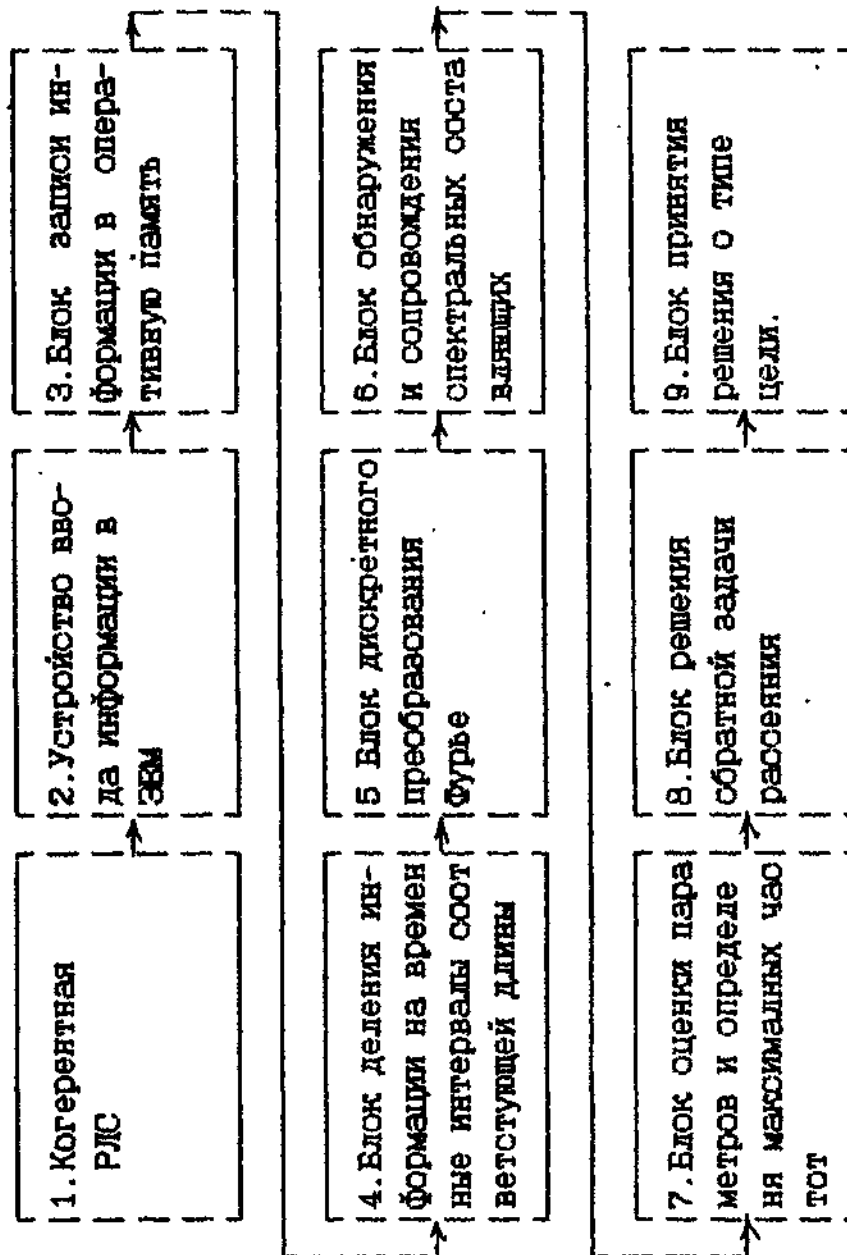
Результаты решения обратной задачи рассеяния являются исходными для определения типа цели.

Решение обратной задачи рассеяния осуществляется в последовательности, представленной на фиг. 2.

Технико-экономический эффект предлагаемого изобретения заключается в сущности изобретения - в возможности определения когерентным локатором типа цели.



Фиг. 1.



Фиг. 2.

Упорядник

Техред М.Келемеш

Коректор М.Керецман

Замовлення 4596

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101