

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2348980

**РАДИОВОЛНОВОЙ СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ  
ОБЪЕКТОВ**

Патентообладатель(ли): *Андрианов Евгений Юрьевич (RU)*

Автор(ы): *Андрианов Евгений Юрьевич (RU)*

Заявка № 2007111182

Приоритет изобретения **27 марта 2007 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **10 марта 2009 г.**

Срок действия патента истекает **27 марта 2027 г.**

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам*



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Simonov'.

*Б.П. Симонов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU**<sup>(11)</sup> **2 348 980**<sup>(13)</sup> **C2**

(51) МПК  
*G08B 15/00* (2006.01)

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2007111182/09, 27.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.03.2007

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2008

(45) Опубликовано: 10.03.2009 Бюл. № 7

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2292600 C1, 27.01.2007. RU 2133046  
C1, 10.07.1999. RU 2282866 C1, 27.08.2006. US  
5534869 A, 09.07.1996.

Адрес для переписки:  
105120, Москва, ул. Земляной вал, 41, стр.1,  
кв.76, Е.Ю. Андрианову

(72) Автор(ы):  
Андрианов Евгений Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):  
Андрианов Евгений Юрьевич (RU)

(54) **РАДИОВОЛНОВОЙ СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ**

(57) Реферат:

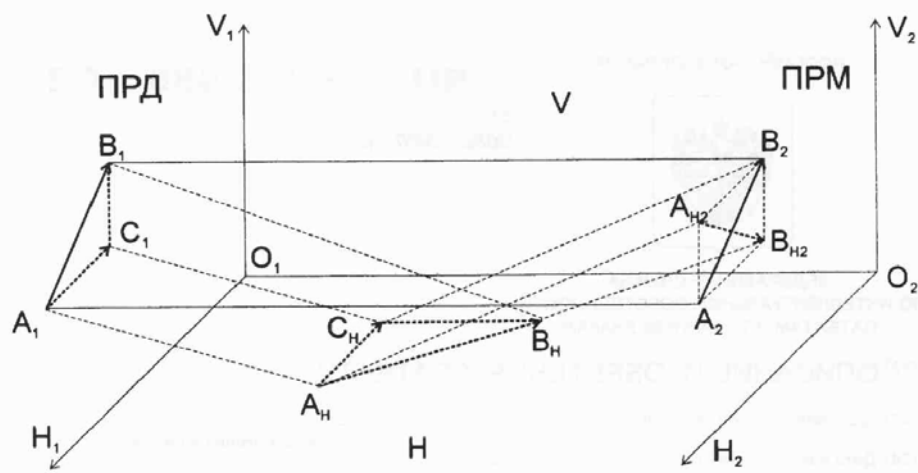
Изобретение относится к области радиоволновой техники, в частности к способам для охранной сигнализации и к способам контроля за перемещением объектов. Технический результат - уменьшение влияния отраженных сигналов при формировании чувствительной зоны вдоль поверхностей, что приводит к снижению вероятности ложных тревог датчиков, использующих предлагаемый способ. Применение данного способа снижает влияние на датчик отражающих свойств поверхностей, прилегающих или находящихся в чувствительной зоне. Технический результат достигается благодаря

тому, что направленные навстречу друг другу линейно поляризованные передающие и приемные антенные устройства радиоволнового датчика располагают в пространстве таким образом, что векторы поляризации электромагнитного поля антенных устройств совпадают по направлению и формируются под углами, отличными от 0° и 90° к отражающим поверхностям. В результате в суммарном сигнале на выходе приемной антенны доля отраженной волны снижается и становится минимальной при приближении к 45° угла между вектором поляризации антенн и отражающей поверхностью. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU 2 348 980 C2

RU 2 348 980 C2

RU 2348980 C2



Фиг. 2

RU 2348980 C2

Изобретение относится к области радиоволновой техники, в частности к способам для охранной сигнализации и к способам контроля за перемещением объектов.

5 Существуют радиоволновые способы обнаружения перемещающихся объектов, основанные на регистрации изменений электромагнитного поля при пересечении объектом объемной зоны обнаружения, формируемой между передающим и приемным антенными устройствами, направленными навстречу друг другу и зафиксированными в пространстве таким образом, что их векторы поляризации перпендикулярны или параллельны прилегающим поверхностям (земля, заграждение и т.п.).

10 Известны радиоволновые способы обнаружения перемещающихся объектов, основанные на регистрации изменений электромагнитного поля при пересечении объектом объемной зоны обнаружения между передающим и приемным антенными устройствами с вертикальной или горизонтальной поляризацией, которые реализованы в радиолучевых средствах обнаружения [1] и в средствах обнаружения «Призма 1» [2].

15 Известен способ обнаружения перемещающихся объектов (Р.Г.Магауенов. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения. Учебное пособие. - М. Горячая линия - телеком, 2004. - 367 с. Ил. Гл.3, п.3.2., стр.134-138). Радиолучевое средство обнаружения с антенной системой состоит из двух направленных навстречу друг другу линейно поляризованных антенн. Антенны устанавливаются вдоль поверхности земли или вдоль заграждений. При изменении высоты подвеса антенн над поверхностью земли или расстояния до заграждения сигнал на выходе приемной антенны носит ярко выраженный колебательный характер. То же проявляется при изменении отражающих свойств поверхностей земли и заграждения. Это связано с тем, что в отсутствие объекта обнаружения на плоскость приемного антенного устройства одновременно проецируются электромагнитные волны, излученные передающим антенным устройством, и

20 электромагнитные волны, отраженные прилегающими поверхностями. Суммарный уровень сигнала на выходе приемного антенного устройства определяется векторной суммой всех составляющих электромагнитного поля и сильно зависит от отражающих свойств прилегающих поверхностей, что подтверждается графиками на рисунках 3.2б, 3.2в [1]. Для уменьшения влияния изменений состояния прилегающих поверхностей на уровень полезного сигнала применяется автоматическая регулировка усиления (АРУ) или логарифмический усилитель. Процесс сигналообразования происходит следующим образом. Нарушение поперек участка последовательно пересекает зоны Френеля электромагнитного поля, по флуктуациям сигнала на выходе приемного антенного устройства принимается решение об обнаружении нарушителя.

35 Недостатком данного способа является возможность значительного снижения уровня принимаемого сигнала, когда изменяются отражающие свойства прилегающих поверхностей, например, во время дождя отражающая поверхность становится практически идеальным проводником. Это явление наблюдается даже при небольшом удалении приемной антенны от передающей, когда разность прямого и отраженного сигналов приближается к минимальному значению, при этом уменьшаются соотношение сигнал/помеха и помехоустойчивость средства обнаружения.

40 Наиболее близким к предлагаемому, является способ обнаружения перемещающихся объектов, используемый в радиоволновом извещателе «Призма 1/300Т» [2], основанный на регистрации изменения интенсивности электромагнитного поля при перемещении объекта в чувствительной зоне. Генератор 1 передающего блока 2 (фиг.1) формирует стабильные по амплитуде радиоимпульсы, которые поступают на вход вертикально поляризованного передающего антенного устройства 3, размещаемого в пространстве таким образом, что его вектор поляризации перпендикулярен поверхности земли или параллелен поверхности прилегающего заграждения. На фиг.1 изображены векторы  $O_1N_1$  и  $O_2N_2$ , которые

50 находятся в плоскости горизонтальной поверхности  $H$ . Вектор поляризации  $O_1P_1$  антенного устройства 3 передающего блока и вектор поляризации  $O_2P_2$  антенного устройства 4 приемного блока перпендикулярны горизонтальной поверхности  $H$ . Электромагнитные волны, излучаемые антенным устройством 3 передающего блока, и

электромагнитные волны, отраженные от прилегающей поверхности Н, поступают на согласованное с передающим антенное устройство 4 приемного блока 5, после которого детектируются, усиливаются и обрабатываются соответствующей схемой обработки 6. Чувствительная зона в виде вытянутого эллипсоида вращения образуется в пространстве между передающим 3 и приемным 4 антенными устройствами, юстированными по направлению максимального сигнала. В отсутствие объекта обнаружения на плоскость приемного антенного устройства 4 проецируются электромагнитные волны, излученные передающим антенным устройством 3 и отраженные прилегающей поверхностью Н. Суммарный уровень СВЧ-сигнала на выходе приемного антенного устройства 4 определяется векторной суммой всех вертикальных составляющих электромагнитного поля и сильно зависит от отражающих свойств прилегающей поверхности Н. На выходе приемного антенного устройства устанавливается постоянный суммарный уровень СВЧ-сигнала, который изменяется под действием метеофакторов, изменения отражающих свойств прилегающих поверхностей и компенсируется схемой АРУ. При движении в чувствительной зоне объекта обнаружения изменяется огибающая суммарного сигнала и, в результате анализа данного изменения, принимается решение об обнаружении объекта.

Основным недостатком данного способа является возможность значительного падения суммарного уровня принимаемого СВЧ-сигнала при изменении отражающих свойств прилегающих поверхностей, в результате сложения векторов прямого и отраженного сигналов противоположной направленности суммарный сигнал изменяется и может достигать малых значений при нахождении приемного антенного устройства 4 в зоне интерференционного минимума, что требует значительного расширения динамического диапазона устройства обработки 6 и, как следствие, снижения соотношения сигнал/помеха и помехоустойчивости извещателя в целом.

Целью данного изобретения является уменьшение влияния прилегающих поверхностей при изменении их отражающих свойств.

Данный технический результат достигается благодаря тому, что направленные навстречу друг другу поляризованные передающие и приемные антенные устройства радиоволнового датчика располагаются в пространстве таким образом, что их векторы поляризации совпадают по направлению и формируются под углом к отражающей поверхности, отличным от  $0^\circ$  и  $90^\circ$ . При отражении от поверхности вектор поляризации отраженной волны изменяет направление и проецируется на приемную антенну под углом к вектору поляризации приемной антенны. В результате в суммарном сигнале на приемной антенне доля отраженной волны снижается и становится минимальной при приближении к  $45^\circ$  угла между вектором поляризации антенн и отражающей поверхностью. При этом вектор поляризации отраженного сигнала отрицательной поляризации проецируется на приемное антенное устройство под углом  $90^\circ$  к вектору поляризации приемного антенного устройства. Перпендикулярный вектор имеет нулевую проекцию на ось поляризации и, соответственно, не влияет на выходной сигнал приемного антенного устройства.

Поляризации других векторов отраженных сигналов проецируются под различными углами на приемное антенное устройство и их проекции на ось поляризации антенны, хотя и не равны нулю, но значительно снижены, что также приводит к значительному уменьшению влияния отраженных сигналов на выходной сигнал приемного антенного устройства. Для идеально проводящей поверхности земли или заграждения коэффициент отражения близок к единице, отраженная волна остается линейно поляризованной [3]. При ухудшении отражающих свойств поверхности снижается коэффициент отражения, и составляющие векторов напряженностей параллельно и нормально поляризованных отраженных полей сдвигаются по фазе относительно друг друга. Поэтому результирующее электромагнитное поле приобретает эллиптическую поляризацию. Амплитуда проекции отраженной волны на приемное антенное устройство при этом значительно снижается из-за уменьшения коэффициента отражения.

Фиг. 1-4 иллюстрируют предлагаемый способ.

На фиг. 1 изображена функциональная схема устройства-прототипа с пространственной

ориентацией антенных устройств относительно прилегающей поверхности.

На фиг.2 изображена векторная эпюра, поясняющая предлагаемый способ.

На фиг.3 изображена схема пространственной ориентации антенного устройства, реализующего предлагаемый способ.

5 На фиг.4 изображена функциональная схема устройства, реализующего предлагаемый способ, с пространственной ориентацией антенных устройств относительно прилегающей поверхности.

На фиг.2 показано как осуществляется поворот вектора поляризации отраженного сигнала относительно вектора поляризации приемного антенного устройства. На фиг.2  
10 обозначено: ПРД - передающее антенное устройство;  $H_1O_1V_1$  - плоскость передающего антенного устройства ПРД; ПРМ - приемное антенное устройство;  $H_2O_2V_2$  - плоскость приемного антенного устройства ПРМ;  $A_1B_1$  - вектор поляризации передающего антенного устройства;  $A_1C_1$  - горизонтальная составляющая вектора  $A_1B_1$  поляризации передающего антенного устройства ПРД;  $C_1B_1$  - вертикальная составляющая вектора  $A_1B_1$  поляризации  
15 передающего антенного устройства ПРД;  $A_2B_2$  - вектор поляризации приемного антенного устройства ПРМ;  $A_HB_H$  - проекция под углом падения вектора  $A_1B_1$  на горизонтальную плоскость  $H$ ;  $A_HC_H$ ,  $C_HB_H$  - ортогональные составляющие вектора  $A_HB_H$ ;  $A_{H2}B_{H2}$  - проекция под углом отражения вектора  $A_1B_1$  на плоскость  $H_2O_2V_2$  приемного антенного устройства ПРМ.

20 Для удобства отражающая поверхность  $H$  принята за идеальный проводник, при этом влияние отражающей поверхности  $H$  максимально. Излученный передающим антенным устройством ПРД сигнал с поляризацией  $A_1B_1$  проецируется на приемное антенное устройство ПРМ с поляризацией  $A_2B_2$ . Ввиду того, что направление вектора поляризации проецированного сигнала  $A_1B_1$  совпадает с направлением вектора

25 поляризации  $A_2B_2$  приемного антенного устройства ПРМ, данный сигнал вызывает максимальную амплитуду сигнала на выходе приемного антенного устройства ПРМ. Проекция  $A_{H2}B_{H2}$  отраженного от горизонтальной плоскости  $H$  сигнала  $A_1B_1$  проецируется на приемное антенное устройство под углом к вектору поляризации  $A_2B_2$  приемного антенного устройства ПРМ. В результате в суммарном сигнале на приемном антенном  
30 устройстве ПРМ доля отраженной волны значительно снижается и становится минимальной при приближении к  $45^\circ$  угла между векторами поляризации антенных устройств  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$  и отражающей поверхностью  $H$ . При этом вектор поляризации  $A_{H2}B_{H2}$  отраженного сигнала отрицательной полярности проецируется на приемное антенное устройство под углом  $90^\circ$  к вектору поляризации приемного антенного  
35 устройства. Перпендикулярный вектор имеет нулевую проекцию на вектор поляризации  $A_1B_1$  и, соответственно, не влияет на выходной сигнал приемного антенного устройства ПРМ. То же относится и к вертикальной отражающей поверхности.

Т.е. независимо от расположения отражающей поверхности (вертикальная или  
40 горизонтальная) доля отраженного сигнала на выходе приемного антенного устройства значительно снижается и становится минимальной при приближении к  $45^\circ$  угла между векторами поляризации антенн  $A_1B_1$  и  $A_2B_2$  и отражающими поверхностями.

Для проверки теоретических результатов был проведен натурный эксперимент. Был  
изготовлен образец устройства, реализующий предлагаемый способ. Антенные устройства  
45 образца изготавливались и устанавливались вдоль земли и заграждений в соответствии с фиг.3. Во время экспериментов проводилась сравнительная оценка сигналов на выходе приемного антенного устройства. При этом антенные устройства юстировались в направлении друг к другу по максимальному излучению. Проведенные натурные исследования подтвердили технический результат предлагаемого способа. На различных  
50 удалениях от заграждений и поверхности земли и при различных расстояниях между передающим и приемным антенными устройствами, при различных метеофакторах минимальный уровень сигнала на выходе приемного антенного устройства в несколько раз превышал аналогичный минимальный уровень, полученный на выходе устройства прототипа.

Таким образом, теоретические и экспериментальные исследования показали, что при реализации предлагаемого способа:

1) изменение отражающих свойств прилегающих поверхностей не приводит к значительному уменьшению амплитуды суммарного сигнала на приемном антенном устройстве и, как следствие, в данном устройстве поддерживается высокое соотношение сигнал/шум;

2) при установке вдоль различных поверхностей не требуется корректировка пространственного расположения антенных устройств с целью исключения попадания в интерференционные минимумы, что упрощает юстировку устройств, изготовленных по данному способу, и делает их более надежными в части обнаружения нарушителей и наработки на ложные срабатывания.

На фиг.3 приведен вариант пространственного размещения приемного или передающего антенных устройств А, изготовленных и установленных по данному способу, вблизи ортогональных отражающих поверхностей. Горизонтальный вектор ОН находится в горизонтальной отражающей поверхности, например на поверхности земли, а вертикальный вектор ОV - в вертикальной отражающей поверхности, например в плоскости заграждения. Антенное устройство А изготавливают и устанавливают в пространстве таким образом, чтобы угол между его вектором поляризации Р и горизонтальным вектором ОН приближался к  $45^\circ$ , при этом угол между вектором поляризации Р и вертикальным вектором ОV также приближается к  $45^\circ$ .

На фиг.4 приведена функциональная схема устройства, реализующего предлагаемый способ.

Векторы  $O_1H_1$  и  $O_2H_2$  находятся в горизонтальной отражающей плоскости Н. Вектор поляризации  $O_1P_1$  антенного устройства 3 передающего блока 2 и вектор поляризации  $O_2P_2$  антенного устройства 4 приемного блока 5 находятся под углом, близким к  $45^\circ$  к горизонтальной поверхности Н. Излучаемые антенным устройством 3 передающего блока и отраженные от прилегающей поверхности Н электромагнитные волны поступают на антенное устройство 4 приемного блока 5, с выхода которого СВЧ-сигнал поступает на схему обработки 6, где детектируется, усиливается и обрабатывается в соответствии с алгоритмом обработки. Чувствительная зона в виде вытянутого эллипсоида вращения образуется в пространстве между передающим 3 и приемным 4 антенными устройствами, юстированными по направлению максимального сигнала. В отсутствие объекта обнаружения на плоскость приемного антенного устройства 4 проецируются излученные передающим антенным устройством 3 и отраженные прилегающей поверхностью Н электромагнитные волны. Суммарный уровень СВЧ-сигнала на выходе приемного антенного устройства 4 определяется векторной суммой всех совпадающих по направлению с вектором поляризации антенного устройства 4 приемного блока 5 составляющих электромагнитного поля и мало зависит от отражающих свойств прилегающей поверхности Н. На выходе приемного антенного устройства устанавливается постоянный суммарный уровень СВЧ-сигнала, который изменяется только под действием метеофакторов и компенсируется схемой АРУ. При движении в чувствительной зоне объекта обнаружения изменяется огибающая суммарного сигнала и, в результате анализа изменения огибающей, принимается решение о формировании сигнала обнаружения объекта.

Источники информации

1. Р.Г.Магауенов. Системы охранной сигнализации: основы теории и принципы построения. Учебное пособие. - М. Горячая линия - Телеком, 2004. - 367 с.; ил.; ББК 32.88; Гл.3, п.3.2., стр.134-138.

2. ОМЛД 08.001-10, Извещатели охранные линейные Призма 1/300Т, Руководство по монтажу и эксплуатации.

3. Б.М.Петров. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Горячая линия - Телеком, 2003. - 558 с.; ил.; УДК 538.3 (075.8); ББК 32.88; Гл.4; стр.162-183.

## Формула изобретения

1. Радиоволновой способ обнаружения объектов в контролируемой зоне, сформированной вдоль отражающих поверхностей одинаково поляризованными передающим и приемным антенными устройствами, включающий обработку сигналов, формируемых объектами, перемещающимися в контролируемой зоне, отличающийся тем, что антенные устройства располагают в пространстве таким образом, что их векторы поляризации совпадают по направлению и направлены по отношению к соответствующим отражающим поверхностям под углами, отличными от  $0^\circ$  и  $90^\circ$ .
2. Радиоволновой способ обнаружения объектов в контролируемой зоне по п.1, отличающийся тем, что указанные углы составляют  $45^\circ$ .

15

20

25

30

35

40

45

50



