



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2011105671/07, 15.02.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.02.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.02.2011

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2012 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 20.10.2013 Бюл. № 29

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2009118092 А, 20.11.2010. RU 2336538 С2, 20.10.2008. RU 94036233 А1, 20.07.1996. RU 2145424 С1, 10.02.2000. US 4757315 А, 22.07.1988. WO 2010034933 А1, 01.04.2010. US 5486830 А, 23.01.1996. EP 1640745 А3, 03.10.2007.

Адрес для переписки:

603009, г.Нижний Новгород, ул. Арсеньева,  
3, кв.10, С.В. Ларцову

(72) Автор(ы):

**Бабанов Николай Юрьевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Нижегородский государственный инженерно-экономический институт" (RU)****(54) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ ОДНОКОНТУРНЫХ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ РАССЕЙВАТЕЛЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМ ФОРМИРОВАНИЕМ СИНХРОНИЗИРУЮЩЕГО СИГНАЛА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам обнаружения пассивных маркеров-ответчиков, являющихся вторичными источниками электромагнитного излучения. Для применения когерентного накопления при обнаружении одноконтурных параметрических рассеивателей (ОПР), одновременно с излучением на частоте  $f$  радиоимпульсов накачки, излучается синхронизирующий сигнал. При обнаружении ОПР с собственной частотой параметрического возбуждения  $0,5f$  синхронизирующий радиоимпульс излучается на частоте  $0,25f$ . Синхронизация ответного от параметрического рассеивателя сигнала происходит от сигнала с частотой  $0,5f$ , который является спектральной компонентой на частоте второй гармоники при нелинейном преобразовании синхронизирующего

радиоимпульса на нелинейном элементе, входящем в состав параметрического рассеивателя, а фазы высокочастотного заполнения синхронизирующих радиоимпульсов для альтернативных бинарных символов выбранного бинарного закона кодирования отличается на  $\pi/2$ . Синхронизирующий радиоимпульс излучается одновременно или несколько раньше радиоимпульса накачки. При воздействии этих радиоимпульсов на помеховые нелинейные рассеиватели могут появиться нелинейные помехи на частоте принимаемого сигнала  $0,5f$ . Для компенсации этой помехи ранее или вслед за синхронизирующим радиоимпульсом на той же частоте излучается дополнительный радиоимпульс с длительностью равной времени синхронизирующего радиоимпульса и фазой, отличающейся на  $\pi/2$ . 2 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011105671/07, 15.02.2011**

(24) Effective date for property rights:  
**15.02.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **15.02.2011**

(43) Application published: **20.08.2012 Bull. 23**

(45) Date of publication: **20.10.2013 Bull. 29**

Mail address:

**603009, g.Nizhnij Novgorod, ul. Arsen'eva, 3,  
kv.10, S.V. Lartsovu**

(72) Inventor(s):

**Babanov Nikolaj Jur'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovaniya  
"Nizhegorodskij gosudarstvennyj inzhenerno-  
ehkonomicheskij institut" (RU)**

(54) **METHOD OF DETECTING SINGLE-LOOP PARAMETRIC SCATTERERS WITH NONLINEAR GENERATION OF SYNCHRONISING SIGNAL**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: in order to apply coherent integration when detecting single-loop parametric scatterers (SPS), a synchronising signal is emitted at the same time as pumping radio pulses at frequency  $f$ . When detecting SPS with natural frequency of parametric excitation of  $0.5f$ , a synchronising radio pulse is emitted at frequency  $0.25f$ . The response signal from the parametric scatterer is synchronised from a signal with frequency  $0.5f$ , which is a spectral component at second harmonic frequency during nonlinear conversion of the synchronising radio pulse on a nonlinear element which is a component of the parametric scatterer, and high-frequency filling

phases of synchronising radio pulses for alternative binary symbols of a selected binary encoding law differ by  $\pi/2$ . The synchronising radio pulse is emitted simultaneously or a little earlier than the pumping radio pulse. Under the effect of said radio pulses, nonlinear interference can arise on interfering nonlinear scatterers at a frequency of the received signal  $0.5f$ . To compensate for said interference, an additional radio pulse with duration equal to the time of the synchronising radio pulse and phase differing by  $\pi/2$  is emitted before or after the synchronising radio pulse at the same frequency.

EFFECT: improved method.

2 dwg

RU 2 4 9 6 1 2 2 C 2

RU 2 4 9 6 1 2 2 C 2

Изобретение относится к способам обнаружения параметрических рассеивателей.

Известен по [Радиокомплекс розыска маркеров, патент RU 2108596 C1], способ обнаружения параметрических рассеивателей. Способ позволяет решать задачу обнаружения объектов, в частности людей, маркированных с помощью пассивных нелинейных маркеров - ответчиков, в качестве которых используются параметрические рассеиватели. Способ состоит в том, что на объекте поиска предварительно размещается параметрический рассеиватель. Область пространства, в которой может находиться объект поиска, облучается зондирующим сигналом на частоте  $f$ , принимается рассеянный маркером сигнал на частоте субгармоники, равной  $0,5f$ . В случае превышения порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска.

Данный способ обладает существенным недостатком, а именно не достаточной эффективностью, поскольку либо нет возможности использовать импульсный зондирующий сигнал, либо не обеспечивается когерентный прием рассеянного сигнала. Это связано с тем, что при возбуждении каждого радиоимпульса, рассеянного маркером сигнала на частоте субгармоники, возможны два равновероятных значения фазы, отличающиеся на  $\pi$  [Горбачев П.А. Формирование сигналов системой пассивных субгармонических рассеивателей // Радиотехника и электроника, 1995, т 40, N11, стр.1606-1610]. В результате рассеянный на субгармонике сигнал не когерентен, даже при когерентном зондирующем сигнале. Кроме того, жесткое соотношение частот принимаемого и зондирующего сигнала ограничивает возможность использования частотного ресурса.

Так же известен способ обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей по [Нелинейный пассивный маркер - параметрический рассеиватель, патент RU 2336538 C2]. Способ состоит в том, что на объекте поиска, а именно на спасательном жилете предварительно размещается одноконтурный параметрический рассеиватель. Область пространства, в которой может находиться объект поиска облучается зондирующим сигналом на частоте  $f$ , принимается рассеянный маркером сигнал на частоте субгармоники, равной  $0,5f$ . В случае превышения порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска.

Способ не позволяет использовать когерентное накопление сигнала в приемнике, так как фаза генерируемого сигнала на частоте параметрической генерации случайна.

Указанные недостатки преодолены в способе обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей, известному по [Ларцов С.В. Зондирующий сигнал для обнаружения параметрических рассеивателей // «Радиотехника», 2000, N5, стр.8-12].

Метод позволяет решать задачу обнаружения объектов, маркированных с помощью пассивных нелинейных маркеров-ответчиков, в качестве которых используются одноконтурные параметрические рассеиватели.

Способ заключается в том, что на объекте поиска предварительно размещается одноконтурный параметрический рассеиватель, область пространства, в которой может находиться объект поиска, облучается зондирующим сигналом, формирующим в результате параметрической генерации в одноконтурном параметрическом рассеивателе последовательность пачек узкополосных когерентных радиоимпульсов рассеянного сигнала, при этом каждая пачка соответствует кодовому слову, а каждый радиоимпульс пачки соответствует символу выбранного бинарного закона кодирования, представляющего собой бинарную последовательность, элементы которой соответствуют, отличающимся на  $\pi$ , значениям фазы высокочастотного заполнения радиоимпульсов, для этого зондирующий сигнал включает

последовательность пачек узкополосных когерентных прямоугольных радиоимпульсов сигнала накачки с частотой высокочастотного заполнения/и длительностью импульсов  $\tau$ , кроме того зондирующий сигнал включает последовательность узкополосных когерентных синхронизирующих радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения  $f_1$  и длительностью радиоимпульса  $\tau_1$ , при этом  $\tau_1$  существенно меньше  $\tau$ , фаза высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса соответствует текущему порядковому символу выбранного бинарного закона кодирования, а передний фронт синхронизирующего импульса совпадает с передним фронтом импульса накачки либо опережает его на время не превышающее  $\tau_1$ , после синхронизирующего радиоимпульса излучается компенсирующий радиоимпульс, имеющий такие же что и у синхронизирующего радиоимпульса амплитуду и частоту высокочастотного заполнения, при этом фаза высокочастотного заполнения компенсирующего радиоимпульса отличается на  $\pi$  от фазы высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса, а принимается последовательность узкополосных когерентных радиоимпульсов рассеянного сигнала с частотой высокочастотного заполнения, равной частоте параметрической генерации параметрического рассеивателя  $0,5 f$ , при этом производится когерентное накопление, обеспечивающее максимальный уровень накопления в соответствии с выбранным бинарным законом кодирования, при превышении порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска.

Способ позволяет обеспечивать когерентное накопление сигнала в приемном устройстве, однако при его реализации для обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей используются синхронизирующие радиоимпульсы на частоте  $0,5f$ , которые являются когерентной помехой радиоприему.

Этот недостаток устраняется в способе обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей, известному по [Реферат RU 2009118092 А к заявке на изобретение Способ обнаружения двухконтурных или одноконтурных параметрических рассеивателей, дата публ. 20.11.2010], который заключается в том, что синхронизирующий сигнал формируется на нелинейном элементе, входящим в состав параметрического рассеивателя, для чего в состав  $t$  зондирующего сигнала кроме сигнала накачки с частотой  $f$  присутствуют два вспомогательных сигнала с частотами  $f_1$  и  $f_2$ , при этом один из продуктов нелинейного преобразования указанных вспомогательных сигналов равен  $0,5f:0,5f=nf_1 \pm mf_2$ , где  $n$  и  $m$  целые числа

Особенностью реализации способа является то, что при облучении объектов, содержащих нелинейные компоненты, зондирующим сигналом, содержащим спектральные компоненты с частотами  $f_1$  и  $f_2$ , в результате нелинейного рассеивания могут возникать нелинейные помехи на частотах  $f_{\Pi}=nf_1 \pm mf_2$ . Одна из данных помех рассеивается на частоте  $0,5f$  и является помехой приему. Для ее компенсации вслед за синхронизирующими радиоимпульсами излучаются компенсирующие радиоимпульсы с параметрами синхронизирующих радиоимпульсов, но один из компенсирующих радиоимпульсов на частоте  $f_1$  или  $f_2$  имеет фазу, противоположную фазе соответствующего синхронизирующего радиоимпульса.

Однако при реализации данного способа увеличено до трех число спектральных компонент в составе зондирующего сигнала.

Этот недостаток устраняется в способе обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей с нелинейным формированием синхронизирующего сигнала, известному по [Реферат RU 2009118092 А к заявке на изобретение Способ

обнаружения двухконтурных или одноконтурных параметрических рассеивателей, дата публ. 20.11.2010], который заключается в том, что синхронизирующий сигнал формируется на нелинейном элементе, входящим в состав параметрического рассеивателя, путем включения в состав зондирующего сигнала кроме сигнала накачки с частотой  $f$  одного вспомогательного сигнала с частотой  $1,5f$ .

При облучении таким зондирующим сигналом объектов, содержащих нелинейные компоненты, могут возникать нелинейные помехи из-за нелинейного взаимодействия радиоимпульса сигнала накачки с частотой  $f$  и синхронизирующего радиоимпульса с частотой  $1,5f$ . Для устранения нелинейных помех вслед за синхронизирующими радиоимпульсами излучается компенсирующий радиоимпульс, длительностью  $\tau_2$  которого равна времени перекрытия синхронизирующего радиоимпульса и радиоимпульса накачки, при этом фаза компенсирующего радиоимпульса противоположна фазе соответствующего синхронизирующего радиоимпульса.

Способ выбран прототипом и заключается в том, что на объекте поиска предварительно размещается одноконтурный параметрический рассеиватель, область пространства, в которой может находиться объект поиска, облучается зондирующим сигналом, формирующим в результате параметрической генерации в одноконтурном параметрическом рассеивателе последовательность пачек узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала, при этом каждая пачка соответствует кодовому слову, а каждый радиоимпульс пачки соответствует символу выбранного бинарного закона кодирования, представляющего собой бинарную последовательность, элементы которой соответствуют, отличающимся на  $\pi$ , значениям фазы высокочастотного заполнения радиоимпульсов, для этого зондирующий сигнал включает последовательность пачек узкополосных когерентных прямоугольных радиоимпульсов сигнала накачки с частотой высокочастотного заполнения  $f$  и длительностью импульсов  $\tau$ , кроме того зондирующий сигнал включает последовательность узкополосных когерентных синхронизирующих радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения  $f_1$  и длительностью радиоимпульса  $\tau_1$ , при этом  $\tau_2$  существенно меньше  $\tau$ , фаза высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса соответствует текущему порядковому символу выбранного бинарного закона кодирования, а передний фронт синхронизирующего радиоимпульса совпадает с передним фронтом радиоимпульса сигнала накачки либо опережает его на время, не превышающее  $\tau_1$ , перед или после синхронизирующего радиоимпульса излучается компенсирующий радиоимпульс, имеющий такие же что и у синхронизирующего радиоимпульса амплитуду и частоту высокочастотного заполнения, при этом фаза высокочастотного заполнения компенсирующего радиоимпульса отличается на  $\pi$  от фазы высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса, временной промежуток от переднего фронта первого импульса пары синхронизирующего и компенсирующего радиоимпульсов до заднего фронта второго импульса этой пары всегда меньше  $\tau$ , а принимается последовательность узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала с частотой высокочастотного заполнения, равной частоте параметрической генерации параметрического рассеивателя  $0,5f$ , при этом производится когерентное накопление, обеспечивающее максимальный уровень накопления в соответствии с выбранным бинарным законом кодирования, при превышении порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска, при этом частота высокочастотного заполнения синхронизирующих радиоимпульсов  $f_1$  равна  $1,5f$ , а длительность компенсирующего радиоимпульса  $\tau_2$  равна времени перекрытия

синхронизирующего радиоимпульса и радиоимпульса накачки.

Недостатком прототипа является то, что синхронизирующий сигнал всегда более высокочастотный по сравнению с сигналом накачки, что ограничивает возможности использования частотного ресурса.

В изобретении поставлена задача разработки способа обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей с нелинейным формированием синхронизирующего сигнала. При этом синхронизирующий сигнал должен быть более низкочастотным, чем сигнал накачки.

Недостаток прототипа устраняется в предлагаемом способе обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей с нелинейным формированием синхронизирующего сигнала, который заключается в том, что на объекте поиска предварительно размещается одноконтурный параметрический рассеиватель, область пространства, в которой может находиться объект поиска, облучается зондирующим сигналом, формирующим в результате параметрической генерации в одноконтурном параметрическом рассеивателе последовательность пачек узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала, при этом каждая пачка соответствует кодовому слову, а каждый радиоимпульс пачки соответствует символу выбранного бинарного закона кодирования, представляющего собой бинарную последовательность, элементы которой соответствуют, отличающимся на  $\pi$ , значениям фазы высокочастотного заполнения радиоимпульсов, для этого зондирующий сигнал включает последовательность пачек узкополосных когерентных прямоугольных радиоимпульсов сигнала накачки с частотой высокочастотного заполнения  $f$  и длительностью импульсов  $\tau$ , кроме того зондирующий сигнал включает последовательность узкополосных когерентных синхронизирующих радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения  $f_1$  и длительностью радиоимпульса  $\tau_1$ , при этом  $\tau_1$  существенно меньше  $\tau$ , фаза высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса соответствует текущему порядковому символу выбранного бинарного закона кодирования, а передний фронт синхронизирующего радиоимпульса совпадает с передним фронтом радиоимпульса сигнала накачки либо опережает его на время не превышающее  $\tau_1$ , перед или после синхронизирующего радиоимпульса излучается компенсирующий радиоимпульс, имеющий такие же что и у синхронизирующего радиоимпульса амплитуду и частоту высокочастотного заполнения, временной промежуток от переднего фронта первого импульса пары синхронизирующего и компенсирующего радиоимпульсов до заднего фронта второго импульса этой пары всегда меньше  $\tau$ , а принимается последовательность узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала с частотой высокочастотного заполнения, равной частоте параметрической генерации параметрического рассеивателя  $0,5 f$ , при этом производится когерентное накопление, обеспечивающее максимальный уровень накопления в соответствии с выбранным бинарным законом кодирования, при превышении порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска, при этом синхронизация радиоимпульсов ответного сигнала происходит от радиоимпульсов, которые появляются в результате нелинейного преобразования синхронизирующих радиоимпульсов на нелинейном элементе, входящем в состав параметрического рассеивателя и являются второй гармоникой синхронизирующих радиоимпульсов, для этого частота высокочастотного заполнения синхронизирующих радиоимпульсов  $f_1$  равна  $0,25f$ , длительность компенсирующего радиоимпульса равна длительности синхронизирующего радиоимпульса, фазы высокочастотного заполнения

синхронизирующего радиоимпульса для альтернативных бинарных символов выбранного бинарного закона кодирования отличаются на  $\pi/2$ , фаза высокочастотного заполнения компенсирующего радиоимпульса отличается от фазы высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса на  $\pi/2$ .

5 Суть изобретения заключается в том, что синхронизация происходит от колебания, которое появляется в результате нелинейного преобразования синхронизирующего импульса. Нелинейное преобразование происходит на нелинейном элементе, входящем в состав параметрического рассеивателя. В частности, это может быть  
10 полупроводниковый диод, являющийся элементом параметрического генератора. Этот синхронизирующий сигнал является второй гармоникой синхронизирующего радиоимпульса. Соответственно частота, на которой происходит синхронизация равна:  $0,5f=2 \times 0,25f_1$ ; фазы, «навязываемые» при синхронизации импульсов ответного сигнала для альтернативных символов выбранного бинарного закона кодирования  
15 отличаются на  $\pi$ , фазы сигналов, образующихся как нелинейные помехи от синхронизирующих и компенсирующих радиоимпульсов и поступающих на вход приемника, отличаются на  $\pi$  и будут скомпенсированы в приемнике.

Заявленное техническое решение может быть реализовано с помощью  
20 обнаружителя одноконтурных параметрических рассеивателей, структурная схема которого представлена фиг.1, где 1 - генератор синусоидального сигнала, 2 - умножитель частоты в четыре раза, 3 - фазовый модулятор, 4 - амплитудный модулятор, 5 - генератор опорных импульсов, 6 - формирователь, 7, 8 - высокочастотные усилители, 9, 10, 12 - антенны, 11 - параметрический рассеиватель,  
25 13 - высокочастотный усилитель, 14 - аналого-цифровой преобразователь, 15 - сигнальный процессор, 16 - индикатор.

Сигнальные выходы 1 и 2 генератора синусоидального сигнала 1 соединены с входом с умножителя частоты в четыре раза 2 и сигнальным входом 1 фазового  
30 модулятора 3. Умножитель частоты в четыре раза 2 соединен с сигнальным входом 1 амплитудного модулятора 4. Выход амплитудного модулятора 4 соединен с входом высокочастотного усилителя 7. Выход высокочастотного усилителя 7 соединен со входом антенны 10.

Выход фазового модулятора 3 соединен с входом высокочастотного усилителя 8.  
35 Выход высокочастотного усилителя 8 соединен СВЧ-трактом со входом антенны 9.

Генератор опорных импульсов 5 соединен с входом формирователя 6.

Выход 1 формирователя 6 соединен с управляющим входом 2 амплитудного модулятора 4, выход 2 формирователя 6 соединен с управляющим входом 2 фазового  
40 модулятора 3. Выход 3 формирователя 6 соединен с вспомогательным входом 2 сигнального процессора 15.

Антенна 12 соединена со входом высокочастотного усилителя 13, настроенном на частоту  $f/2$ . Выход высокочастотного усилителя 13 соединен со входом 14 -аналого-цифрового преобразователя 14. Выход аналого-цифрового преобразователя 14  
45 соединен с сигнальным входом 1 сигнального процессора 15, выход сигнального процессора 15 соединен со входом индикатора 16.

В зоне облучения антенн 9, 10, 12 расположен параметрический рассеиватель 11.

Обнаружитель параметрических рассеивателей работает следующим образом.

50 Генератор синусоидального сигнала 1 генерирует непрерывный сигнал на частоте  $f/2$ . Этот сигнал проходит через умножитель частоты в четыре раза 2 и поступает на сигнальный вход 1 амплитудного модулятора 4. Одновременно этот сигнал поступает на сигнальный вход 1 фазового модулятора 3.

Одновременно генератор опорных импульсов 5 формирует тактовую последовательность, поступающую на вход формирователя 6. Указанная тактовая последовательность синхронизирует работу излучающей части обнаружителя параметрических рассеивателей, ее условная осциллограмма представлена на фиг.2, кривая 1.

Тактовая последовательность в формирователе 6 преобразуется в последовательность видеоимпульсов управления фазовым модулятором 3 и в последовательность видеоимпульсов управления амплитудным модулятором 4. На фиг.2, кривая 2 представлена условная осциллограмма пары импульсов последовательности видеоимпульсов управления фазовым модулятором 3: 1-й импульс пары соответствует синхронизирующему видеоимпульсу, 2-й импульс пары соответствует компенсирующему видеоимпульсу. На фиг.2, кривая 3 представлена условная осциллограмма видеоимпульса последовательности видеоимпульсов управления амплитудным модулятором 4. При этом видеоимпульс последовательности видеоимпульсов управления амплитудным модулятором 4 содержит информацию о начале и конце излучения импульсов сигнала накачки. 1-й импульс пары последовательности видеоимпульсов управления фазовым модулятором 3 содержит информацию о значении текущего символа выбранного бинарного закона кодирования: положительная и отрицательная полярности соответствуют противоположным символам. Полярность 2-го импульса пары последовательности видеоимпульсов управления фазовым модулятором всегда противоположна первому.

Сигналы управления амплитудным модулятором 4 формируются на выходе 1 формирователя 6 в виде следующих друг за другом через определенный период времени видеоимпульсов. Все сигналы управления имеют одинаковую длительность и полярность. Позиция переднего фронта видеоимпульса управления амплитудным модулятором 4 несколько отстает от переднего фронта первого видеоимпульса в паре видеоимпульсов управления фазовым модулятором 3. Позиция заднего фронта видеоимпульса управления амплитудным модулятором 4 определяется положением переднего фронта и соответствует заданной длительности  $t$  радиоимпульса накачки.

Сигналы управления фазовым модулятором 3 формируются на выходе 2 формирователя 6 и поступают на управляющий вход 2 фазового модулятора 3. Фазовый модулятор 3 формирует сигнал в соответствии с полярностью управляющих видеоимпульсов. В результате формируется последовательность пачек узкополосных когерентных пар следующих друг за другом вспомогательных радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения  $f/4$ , с длительностью каждого из парных радиоимпульсов  $\tau_1$ , при этом  $\tau_1 \ll t$ . Фаза первого радиоимпульса из пары определяется выбранным бинарным законом кодирования. При этом символу «1» соответствует нулевое значение фазы, а символу «0» соответствует значение фазы, отличающееся на  $\pi/2$ . Фаза второго радиоимпульса всегда отличается от фазы первого радиоимпульса на  $\pi/2$ .

На фиг.2, кривая 4 представлена условная осциллограмма пары радиоимпульсов последовательности пачек узкополосных когерентных пар следующих друг за другом вспомогательных радиоимпульсов: 1-й импульс пары соответствует синхронизирующему радиоимпульсу, 2-й импульс пары соответствует компенсирующему радиоимпульсу.

Сформированная последовательность пачек узкополосных когерентных пар следующих друг за другом вспомогательных радиоимпульсов с частотой



высокочастотного заполнения  $f/4$  проходит через высокочастотный усилитель 8 и антенну 9, при помощи которой излучается в пространство в направлении параметрического рассеивателя 11.

5 На параметрическом рассеивателе 11 последовательность пачек узкополосных когерентных пар следующих друг за другом вспомогательных радиоимпульсов преобразуется в последовательность синхронизирующих и компенсирующих радиоимпульсов с частотой  $f/2$  первый из которых задает фазу возбуждаемого в параметрическом рассеивателе ответного сигнала. Условная осциллограмма пары  
10 радиоимпульсов этой последовательности представлена на фиг.2, кривая 5.

Одновременно сигналы управления амплитудным модулятором 4 поступают на управляющий вход 2 амплитудного модулятора 4. Амплитудный модулятор 4 в соответствии с управляющим сигналом на входе 2 формирует последовательность  
15 прямоугольных радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения частоте  $f$ .

В результате формируется последовательность пачек узкополосных когерентных  
15 прямоугольных радиоимпульсов сигнала накачки с частотой высокочастотного заполнения/и длительностью радиоимпульсов  $\tau$ . Этот сигнал усиливается усилителем 7 и излучается антенной 10 в направлении параметрического рассеивателя 11. Условная  
20 осциллограмма этой последовательности представлена на фиг.2, кривая 6.

На параметрическом рассеивателе 11 формируется последовательность пачек узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала. Каждый радиоимпульс этой последовательности соответствует символу выбранного  
25 бинарного закона кодирования.

Радиоимпульсы рассеянного сигнала принимаются антенной 12, усиливаются высокочастотным усилителем 13 и поступают на вход аналого-цифрового преобразователя 14, где входной сигнал оцифровывается. Оцифрованный сигнал  
30 поступает на сигнальный процессор 15, где производится когерентное накопление, обеспечивающее максимальный уровень когерентного накопления принимаемого сигнала, соответствующего выбранному бинарному закону кодирования. Результат когерентного накопления сравнивается с порогом, при превышении которого подается сигнал на индикатор 16 об обнаружении цели.

В качестве генератора синусоидального сигнала 1 может быть использован  
35 стандартный генератор Г4-164. Удвоитель 2 может быть изготовлен по [С.А. Дробов, С.И. Бычков. Радиопередающие устройства // Сов.Радио, М., 1968 г., стр.117-123]. Фазовый модулятор 3 может быть реализован по [С.А. Дробов, С.И.Бычков. Радиопередающие устройства // Сов. Радио, М. 1968 г., стр.329-335]. Амплитудный  
40 модулятор 4 может быть реализован по [С.А. Дробов, С.И. Бычков Радиопередающие устройства // Сов. Радио, М. 1968 г., стр.240-277]. В качестве генератора опорных импульсов 5 может быть использован стандартный генератор Г5-28, 6 - формирователь может быть реализован по [В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. Электроника // М. Высшая школа, 1991, издание 2-е переработанное и дополненное, стр.489-585]. В  
45 качестве высокочастотных усилителей 7, 8 могут быть использованы усилители от стандартного генератора Г4-128. В качестве антенн 9, 10, 12 могут быть использованы антенны П6-33. Параметрический рассеиватель 11 может быть изготовлен на основе [патент RU 2108596 С1, Радиокomплекс розыска маркеров]. В качестве  
50 высокочастотного усилителя 13 может быть использован стандартный малошумящий усилитель МАХ 2640. В качестве аналого-цифрового преобразователя 14 может быть использован, АЦП ZET 230. В качестве сигнального процессора 15 может быть использован сигнальный процессор TMS 320 С 2000. Когерентное накопление,

обеспечивающее максимальный уровень накопления в соответствии с выбранным бинарным законом кодирования может выполняться на основе [В.И. Тихонов. Оптимальный прием сигналов. М. Радио и связь, 1983, стр.37-60]. В качестве индикатора 16 может быть использован компьютер типа Pentium 4.

5 Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет реализовать нелинейное формирование синхронизирующего сигнала. При этом синхронизирующий сигнал является более низкочастотным, чем сигнал накачки. Переотражения синхронизирующего сигнала от подстилающей поверхности и  
10 предметов местности могут быть устранены на основе частотной селекции.

#### Формула изобретения

Способ обнаружения одноконтурных параметрических рассеивателей с  
15 нелинейным формированием синхронизирующего сигнала, заключающийся в том, что на объекте поиска предварительно размещается одноконтурный параметрический рассеиватель, область пространства, в которой может находиться объект поиска, облучается зондирующим сигналом, формирующим в результате параметрической генерации в одноконтурном параметрическом рассеивателе последовательность пачек  
20 узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала, при этом каждая пачка соответствует кодовому слову, а каждый радиоимпульс пачки соответствует символу выбранного бинарного закона кодирования, представляющего собой бинарную последовательность, элементы которой соответствуют отличающимся на  $\pi$  значениям фазы высокочастотного заполнения радиоимпульсов, для этого  
25 зондирующий сигнал включает последовательность пачек узкополосных когерентных прямоугольных радиоимпульсов сигнала накачки с частотой высокочастотного заполнения  $f$  и длительностью импульсов  $\tau$ , кроме того, зондирующий сигнал включает последовательность узкополосных когерентных синхронизирующих  
30 радиоимпульсов с частотой высокочастотного заполнения  $f_1$  и длительностью радиоимпульса  $\tau_1$ , при этом  $\tau_1$  существенно меньше  $\tau$ , фаза высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса соответствует текущему порядковому символу выбранного бинарного закона кодирования, а передний фронт синхронизирующего радиоимпульса совпадает с передним фронтом радиоимпульса  
35 сигнала накачки либо опережает его на время, не превышающее  $\tau_1$ , перед или после синхронизирующего радиоимпульса излучается компенсирующий радиоимпульс, имеющий такие же что и у синхронизирующего радиоимпульса амплитуду и частоту высокочастотного заполнения, временной промежуток от переднего фронта первого  
40 импульса пары синхронизирующего и компенсирующего радиоимпульсов до заднего фронта второго импульса этой пары всегда меньше  $\tau$ , а принимается последовательность узкополосных когерентных радиоимпульсов ответного сигнала с частотой высокочастотного заполнения, равной частоте параметрической генерации параметрического рассеивателя  $0,5f$ , при этом производится когерентное накопление,  
45 обеспечивающее максимальный уровень накопления в соответствии с выбранным бинарным законом кодирования, при превышении порога обнаружения принимается решение о наличии в зоне обнаружения объекта поиска, отличающийся тем, что синхронизация радиоимпульсов ответного сигнала происходит от радиоимпульсов,  
50 которые появляются в результате нелинейного преобразования синхронизирующих радиоимпульсов на нелинейном элементе, входящем в состав параметрического рассеивателя, и являются второй гармоникой синхронизирующих радиоимпульсов, для этого частота высокочастотного заполнения синхронизирующих радиоимпульсов  $f_1$

равна  $0,25 f$ , длительность компенсирующего радиоимпульса равна длительности синхронизирующего радиоимпульса, фазы высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса для альтернативных бинарных символов выбранного бинарного закона кодирования отличаются на  $\pi/2$ , фаза  
5 высокочастотного заполнения компенсирующего радиоимпульса отличается от фазы высокочастотного заполнения синхронизирующего радиоимпульса на  $\pi/2$ .

10

15

20

25

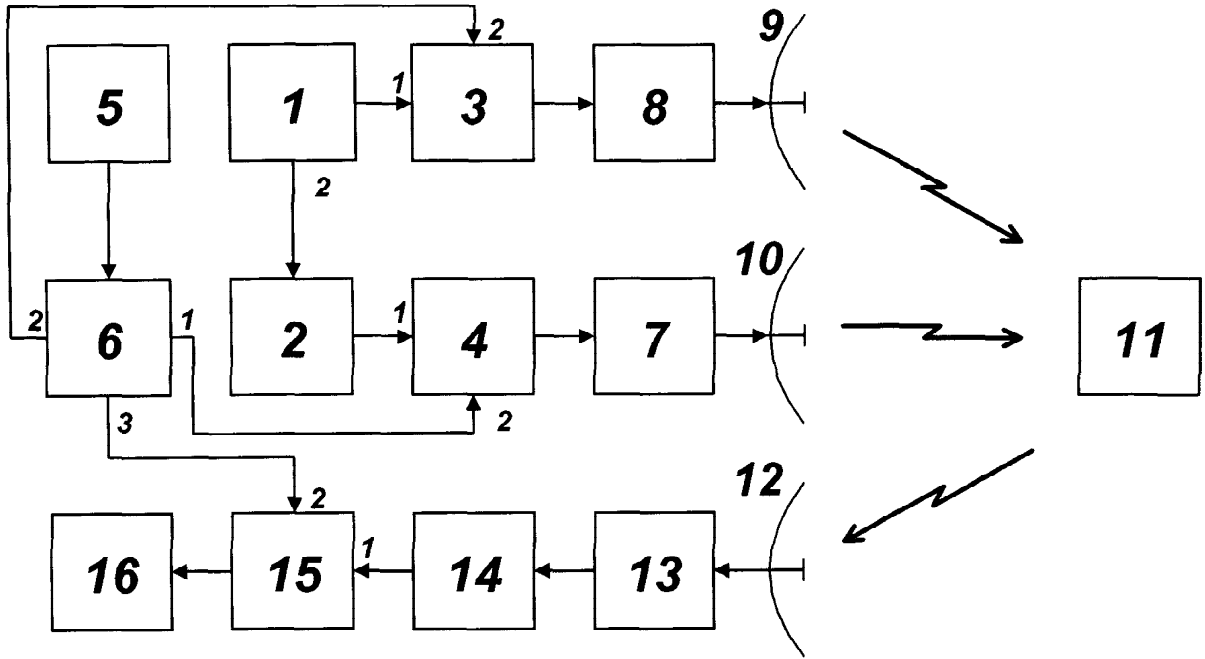
30

35

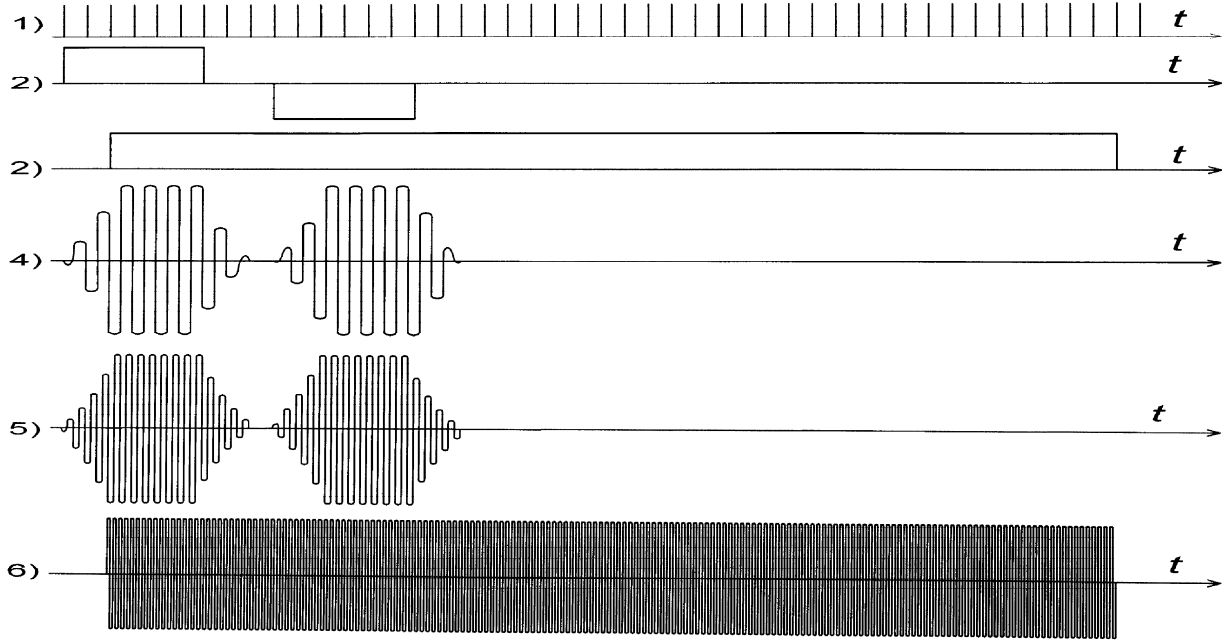
40

45

50



Фиг.1



Фиг.2