

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19)

RU

(11)

2 356 065

(13)

C2

(51) МПК

[G01S 13/00 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 10.05.2016)
Пошлина: учтена за 6 год с 09.05.2012 по 08.05.2013

(21)(22) Заявка: [2007117296/09](#), 08.05.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.05.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2008 Бюл.
№ 32

(45) Опубликовано: [20.05.2009](#) Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: Электромагнитные волны и
электронные системы. 1997, т.2, №66, с.71-
76. RU 2118041 C1, 20.08.1998. RU 56651 U1,
10.09.2006. RU 1756981 A1, 23.08.1992. RU
1804271 A1, 27.06.1996. US 2006279372 A1,
14.12.2006. DE 2349768 A1, 25.04.1974. US
5185586 A, 09.02.1993. GB 2252460 A,
05.08.1992.

Адрес для переписки:

634050, г.Томск, пр. Ленина, 2а, ТПУ
НИИЯФ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Новиков Сергей Автономович (RU),
Чумерин Павел Юрьевич (RU),
Шпунтов Роман Васильевич (RU),
Юшков Юрий Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

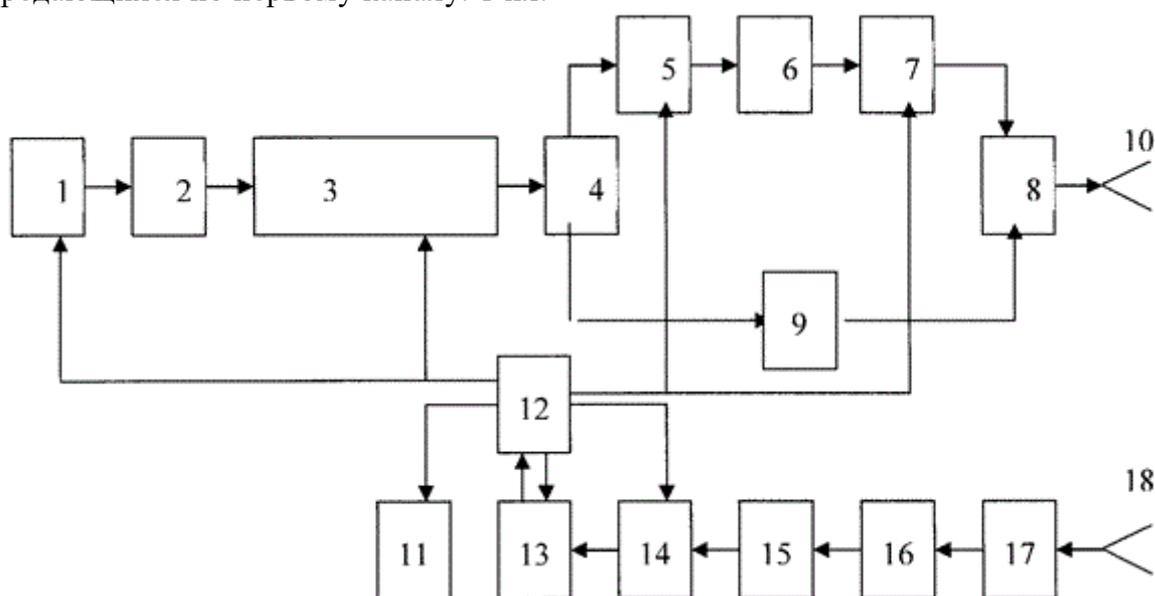
Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Томский политехнический
университет" (RU),
Закрытое Акционерное Общество
"Научно-производственное объединение
"НИКОР" (RU)

(54) СПОСОБ НАНОСЕКУНДНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ С РЕЗОНАНСНОЙ КОМПРЕССИЕЙ
ИМПУЛЬСА ПЕРЕДАТЧИКА

(57) Реферат:

Изобретение предназначено для обнаружения малозаметных объектов на фоне
пассивных помех. Достижимым техническим результатом является обнаружение на

фоне пассивных помех объектов с резко отличными характеристиками рассеяния и в непосредственной близости от радиолокатора. Указанный результат достигается за счет того, что генерируют сверхвысокочастотные (СВЧ) колебания с постоянной несущей частотой, осуществляют временное сжатие этих колебаний, направленно излучают сформированный зондирующий сигнал, принимают сигналы, рассеянные объектом, и принимают решения об обнаружении объекта, причем при формировании зондирующего сигнала СВЧ-колебания направляют по двум каналам, а затем их суммируют в противофазе до полного вычитания колебаний, содержащихся в предимпульсе и послеимпульсе, при этом колебания, передающиеся по первому каналу, задерживают на время передачи колебаний по второму каналу, а колебания, передающиеся по второму каналу, сдвигают по фазе, ограничивают до амплитуды послеимпульса, усиливают до амплитуды колебаний предимпульса и послеимпульса, передающихся по первому каналу. 1 ил.



Изобретение относится к области радиолокации и предназначается для обнаружения малозаметных объектов на фоне пассивных помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния и объектов в непосредственной близости от радиолокатора.

Известен способ радиолокации, заключающийся в генерации модулированных по частоте или фазе СВЧ-колебаний, направленном излучении сформированного зондирующего сигнала, приеме сигналов, рассеянных объектом, обработке принятых сигналов в оптимальном приемнике и принятии решения об обнаружении объекта [Я.Д.Ширман, В.Б.Алмазов, В.Н.Голиков, В.И.Гомозов, А.П.Кривелев, Д.А.Цурский. О первых отечественных исследованиях по сверхширокополосной радиолокации. Радиотехника и электроника, №1, т.36, 1991, с.99-100].

Известный способ реализуется с помощью устройства, содержащего генератор частотно-модулированных СВЧ-колебаний, приемно-передающую антенну и оптимальный приемник [Ч.Кук, М.Бернфельд. Радиолокационные сигналы. Пер. с английского под ред. В.С.Кельзона. - М.: Советское радио, 1971, стр.568].

Недостатки известного способа и устройства определяются особенностями временной структуры сигнала после корреляционно-фильтровой обработки в оптимальном приемнике. Огибающая этого сигнала имеет форму затухающей синусоиды с соотношением амплитуды основного лепестка с ближайшими боковыми лепестками 13-30 дБ. Поэтому обнаружение объектов на фоне помех и объектов в группе с отличием в уровне ЭПР более чем на 13-30 дБ затруднено. Временной

интервал, занимаемый боковыми лепестками, соответствует удвоенной длительности генерируемых СВЧ-колебаний и составляет 1-1000 мкс. Поэтому ближняя зона обнаружения объектов превышает пространственную протяженность основного лепестка импульса и в существующих радиолокаторах составляет несколько сот метров. Устранить лепестковую структуру сигнала физически невозможно. Таким образом, применение данного способа при решении задачи обнаружения ограничено существующими недостатками.

Известен способ наносекундной радиолокации, выбранный за прототип [Ю.Г.Юшков, Н.Н.Бадулин, А.П.Бацула, А.И.Мельников, С.А.Новиков, С.В.Разин, Е.Л.Шошин. Наносекундный радиолокатор с временной компрессией СВЧ-импульсов передатчика. Электромагнитные волны & электронные системы, №6, т.2, 1997, с.71-76]. Сущность способа состоит в генерации СВЧ-колебаний с постоянной несущей частотой излучения, временном сжатии этих колебаний, направленном излучении сформированного зондирующего сигнала, приеме сигналов, рассеянных объектом, и принятии решения об обнаружении объекта.

Известное устройство, реализующее данный способ [Ю.Г.Юшков, Н.Н.Бадулин, А.П.Бацула, А.И.Мельников, С.А.Новиков, С.В.Разин, Е.Л. Шошин. Наносекундный радиолокатор с временной компрессией СВЧ-импульсов передатчика. Электромагнитные волны & электронные системы, №6, т.2, 1997, с.71-76] и выбранное в качестве прототипа, состоит из генератора СВЧ колебаний, циркулятора, резонансного компрессора СВЧ- импульсов, выходного волноводного тракта, передающей антенны, приемной антенны и измерительного приемника.

Недостатком известных способа и устройства являются проблемы локации малозаметных объектов на фоне пассивных помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния и объектов в непосредственной близости радиолокатора. Это связано с наличием в зондирующем сигнале предимпульсного и послеимпульсного излучения. Предимпульсное излучение возникает при передаче СВЧ-колебаний, генерируемых генератором через резонансную систему компрессора в процессе накопления энергии. Длительность предимпульса соответствует длительности импульса генератора СВЧ-колебаний и составляет 50 нс-10 мкс. Амплитуда предимпульса зависит от типа используемого компрессора и меньше амплитуды сжатого сигнала на 40-120 дБ. Поэтому обнаружение объектов на фоне помех и объектов в группе с отличием в уровне ЭПР более чем на 40-120 дБ затруднено. Послеимпульсное излучение возникает при передаче спада импульса генератора накачки через резонансную систему компрессора в процессе и после вывода запасенной энергии. Длительность после импульса составляет 20-300 нс, а максимальная амплитуда на 20-40 дБ меньше амплитуды сжатого импульса. Поэтому обнаружение объектов, находящихся на дистанции от радиолокатора менее чем на 3-45 м, затруднено.

Таким образом, задача локации малозаметных объектов на фоне пассивных помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния и объектов в непосредственной близости от радиолокаторов, работающих на принципах сжатия импульса излучения, остается по-прежнему не решенной.

Общим техническим результатом для заявляемых способа и устройства является повышение эффективности обнаружения малозаметных объектов на фоне пассивных помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния и объектов в непосредственной близости от радиолокатора. Это осуществляется путем подавления предимпульсного и послеимпульсного излучения в зондирующем сигнале. Уменьшение величины послеимпульсной энергии позволяет сократить ближнюю зону действия радиолокатора до размеров, определяемых пространственной протяженностью зондирующего сигнала. Уменьшение величины предимпульсной энергии сокращает импульсный объем локации до размеров,

ограниченных по дальности пространственной протяженностью зондирующего импульса, и, следовательно, улучшает возможности обнаружения объектов на фоне пассивных помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния.

Для достижения технического результата, как и в известном способе, выбранном за прототип, осуществляется генерация СВЧ-колебаний с постоянной несущей частотой излучения, временное сжатие этих колебаний, направленное излучение сформированного зондирующего сигнала, прием и обработка сигналов рассеянных объектом и принятие решения об обнаружении объекта. В отличие от прототипа при формировании зондирующего сигнала СВЧ-колебания направляют по двум каналам, а затем их суммируют в противофазе до полного вычитания колебаний, содержащихся в предимпульсе и послеимпульсе, при этом колебания, передающиеся по первому каналу, задерживают на время передачи колебаний по второму каналу, а колебания, передающиеся по второму каналу, сдвигают по фазе, ограничивают до амплитуды послеимпульса, усиливают до амплитуды колебаний предимпульса и послеимпульса, передающихся по первому каналу.

В устройстве указанная задача решается тем, что, как и прототип, оно включает передатчик, содержащий последовательно подключенные генератор СВЧ-колебаний, циркулятор, резонансный компрессор импульсов СВЧ, выход которого связан с входом передающей антенны, а также измерительный приемник, вход которого связан с выходом приемной антенны, а выход двумя каналами передачи управляющих сигналов связан соответственно с генератором СВЧ-колебаний и резонансным компрессором импульсов. В отличие от прототипа связь выхода компрессора с входом передающей антенны выполнена по двухканальной схеме, образованной двухканальным делителем мощности и двухканальным сумматором, вход делителя соединен с выходом компрессора, выход первого канала делителя соединен линией задержки с первым входом сумматора, на выходе второго канала делителя последовательно установлены фазовращатель, ограничитель и усилитель, выход которого соединен со вторым входом сумматора, а измерительный приемник имеет два дополнительных канала подачи управляющих напряжений соответственно на фазовращатель и усилитель.

Целесообразно, чтобы линия задержки была выполнена в виде отрезка регулярного волновода, длина которого выбирается из условия равенства времени передачи колебаний по этому волноводу и времени передачи колебаний по цепи, включающей фазовращатель, ограничитель, усилитель.

Предпочтительно, чтобы двухканальный делитель мощности был выполнен в виде направленного ответвителя, коэффициент передачи которого равен коэффициенту усиления усилителя.

Кроме того, сумматор может быть выполнен в виде симметричного Y-соединения линий передач.

Способ осуществляется следующим образом.

Генерируют СВЧ-колебания с постоянной несущей частотой излучения, осуществляют временное сжатие этих колебаний, при формировании зондирующего сигнала после временного сжатия СВЧ-колебания делят на два канала, а затем суммируют в противофазе до полного вычитания колебаний, содержащихся в предимпульсе и послеимпульсе зондирующего сигнала. Колебания, передающиеся по второму каналу, сдвигают по фазе, ограничивают до амплитуды послеимпульса и усиливают до амплитуды, равной амплитудам колебаний предимпульса и послеимпульса, распространяющихся по первому каналу. Колебания, передающиеся по первому каналу, задерживают на время передачи колебаний, распространяющихся по второму каналу перед их сложением. Затем происходит направленное излучение зондирующего сигнала, прием и обработка сигналов, рассеянных объектом. После этого делают заключение об обнаружении объекта.

На чертеже изображена схема наносекундного радиолокатора с резонансной компрессией импульса передатчика.

Заявляемое устройство содержит СВЧ-генератор 1, подключенный к входу циркулятора 2, выход которого, в свою очередь, подключен к входу резонансного компрессора 3, выход компрессора подключен к входу двухканального делителя мощности, выполненного, например, в виде направленного ответвителя 4. Выход второго плеча ответвителя 4 соединен с последовательно подключенными фазовращателем 5, ограничителем 6, усилителем 7, выход последнего подключен к входу второго плеча сумматора 8. Выход первого плеча ответвителя 4 соединен с помощью линии задержки 9, выполненной в виде отрезка волновода, с первым входом сумматора 8. Выход сумматора 8, выполненного в виде Y-соединения линий передач, подключен к входу передающей антенны 10. Кроме того, устройство содержит приемную антенну 12, выход которой имеет канал передачи принятых радиолокационных сигналов на вход измерительного приемника 11, который, в свою очередь, связан с СВЧ-генератором 1, резонансным импульсным компрессором 3, фазовращателем 5 и усилителем 7.

Осуществление способа и работу устройства рассмотрим на примере конкретного выполнения устройства наносекундного радиолокатора с резонансной компрессией импульса передатчика.

С измерительного приемника 11 поступает импульс запуска СВЧ-генератора 1. СВЧ генератор генерирует колебания мощностью 10 кВт, длительностью по уровню 0.9-800 нс и спадом 100 нс на несущей частоте 9.4 ГГц, которые через циркулятор 2 поступают на вход устройства резонансного компрессора 3. Принцип работы резонансного компрессора основан на резонансном накоплении высокочастотной энергии и быстром выводе ее в виде более мощного и короткого СВЧ-импульса [Диденко А.Н., Юшков Ю.Г. Мощные СВЧ-импульсы наносекундной длительности. М.: Энергоатомиздат, 1984 г., стр.68]. Компрессор имеет коэффициент усиления 30 и формирует сигналы, состоящие из предимпульса длительностью 800 нс, сжатой части импульса длительностью 10 нс и послеимпульса длительностью 100 нс. Пиковое значение мощности сжатой части импульса составляет 300 кВт, а амплитуды предимпульса и послеимпульса меньше этого значения на 50 дБ и 20 дБ соответственно. Циркулятор 2 согласует СВЧ-генератор 1 при его работе на резонансную нагрузку, которой является резонансная система компрессора 3. По окончании процесса накопления, равного длительности импульса СВЧ-генератора 1 - 800 нс по цепи с измерительного приемника 11 поступает импульс запуска устройства переключателя, входящего в состав резонансной системы компрессора 3. Переключатель переводит резонансную систему компрессора из режима накопления в режим сброса накопленной энергии, в результате чего формируется сжатый импульс, который поступает на вход направленного ответвителя 4. Ответвитель 4 имеет переходное затухание 30 дБ. Первое плечо ответвителя 4 линией задержки 9 в виде отрезка волновода соединено с сумматором 8. Второе плечо ответвителя соединено с переменным фазовращателем 5 и ограничителем 6, который срезает наносекундную часть сформированного импульса амплитудой 300 Вт до амплитуды 3 Вт, равной амплитуде послеимпульса, и пропускает импульс, образованный предимпульсом и послеимпульсом зондирующего сигнала. Этот импульс усиливается усилителем 7, на 30 дБ и проходит на вход сумматора 8. Длина волноводного тракта выбирается из условия равенства времени передачи колебаний по цепи, включающей фазовращатель 5, ограничитель 6, усилитель 7. В результате на выход сумматора 8 проходит сигнал наносекундной длительности, который излучается передающей антенной 10. Зондирующий сигнал, рассеянный объектом, принимается приемной антенной 12 и поступает на вход измерительного приемника 11. Измерительный приемник производит ограничение по амплитуде радиолокационных сигналов,

принятых приемной антенной 12, усиление этих сигналов, аналоговое цифровое преобразование, отображение и выдачу информации об обнаружении цели и ее координатах. Если ближняя зона действия радиолокатора или разрешающая способность при обнаружении объектов на фоне помех, объектов в группе с резко отличными характеристиками рассеяния больше пространственной протяженности зондирующего импульса, то с измерительного приемника подаются управляющие напряжения на фазовращатель и усилитель, и производится регулировка фазы и коэффициента усиления усилителя для уменьшения предимпульсной и послеимпульсной энергии при зондирующем импульсе. Общий коэффициент усиления приемного канала составляет 115 дБ.

Использование заявляемого способа и устройства приводит к подавлению предимпульсной и послеимпульсной части сигнала, формируемого компрессором, и позволит по сравнению с прототипом обнаружить объекты на дистанции до 1.5 м в группе с уровнем ЭПР, отличающимся на 115 дБ при отсутствии пассивных помех, и объекты на фоне пассивных помех с уровнем ЭПР, ограниченным только уровнем помех.

Формула изобретения

Способ наносекундной радиолокации с резонансной компрессией импульса передатчика, заключающийся в генерации сверхвысокочастотных (СВЧ) колебаний с постоянной несущей частотой, временном сжатии этих колебаний, направленном излучении сформированного зондирующего сигнала, приеме сигналов, рассеянных объектом, и принятии решения об обнаружении объекта, отличающийся тем, что при формировании зондирующего сигнала СВЧ колебания направляют по двум каналам, а затем их суммируют в противофазе до полного вычитания колебаний, содержащихся в предимпульсе и послеимпульсе, при этом колебания, передающиеся по первому каналу, задерживают на время передачи колебаний по второму каналу, а колебания, передающиеся по второму каналу, сдвигают по фазе, ограничивают до амплитуды послеимпульса, усиливают до амплитуды колебаний предимпульса и послеимпульса, передающихся по первому каналу.

ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **09.05.2013**

Дата публикации: [27.03.2014](#)