



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2009112767/09, 06.04.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
06.04.2009

(45) Опубликовано: 27.11.2010 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ Г.Б. Основы  
радиолокации и радиолокационные  
устройства. - М.: Советское радио, 1985,  
с.336, 72. RU 2237265 C1, 27.09.2004. RU  
2296345 C2, 27.03.2007. RU 2099739 C1,  
20.12.1997. US 6111536 A, 29.08.2000. WO  
2008080739 A1, 10.07.2008. US 4338604 A,  
06.07.1982.Адрес для переписки:  
394018, г.Воронеж, ул. Плехановская, 14,  
ОАО "Концерн "Созвездие"

(72) Автор(ы):

Козачок Николай Иванович (RU),  
Радько Николай Михайлович (RU),  
Артемов Михаил Леонидович (RU),  
Хитровский Валентин Антонович (UA),  
Ибрагимов Наиль Галимзянович (RU),  
Иркутский Олег Аркадиевич (RU)

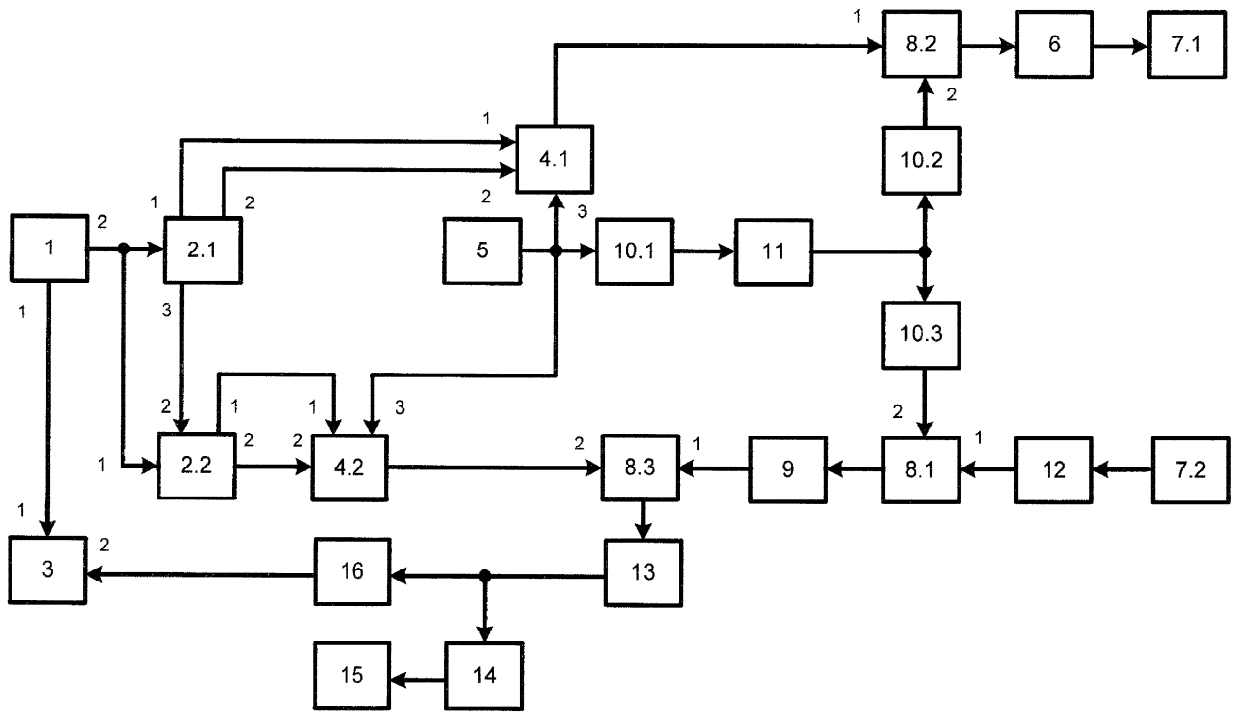
(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Концерн  
"Созвездие" (RU)**(54) РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБЗОРА ПО ДАЛЬНОСТИ С ПЕРЕСТРОЙКОЙ ПО ЛИНЕЙНОМУ ЗАКОНУ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗОНДИРУЮЩИХ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ РАДИОИМПУЛЬСОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиолокации и может быть использовано при разработке портативных радиолокационных систем наблюдения для охраны наземных объектов. Достижимый технический результат - снятие ограничений по дальности обнаружения в ближней зоне, а также обеспечение последовательного обзора по дальности и измерения расстояния до малоскоростных и неподвижных наземных целей. Указанный результат достигается за счет того, что в радиолокационную станцию (РЛС) с зондированием пространства фазоманипулированными сигналами введены второй генератор кода, второй фазовый

модулятор, приемная антенна, усилитель высокой частоты, второй и третий смесители, первый, второй и третий удвоители частоты, предварительный усилитель, фильтр нижних частот, усилитель звуковых частот, головной телефон и пороговый блок. Введение в состав РЛС соединенных определенным образом новых блоков и кодовой последовательности с изменяемой по линейному закону длительности дискретов снимает ограничения по дальности обнаружения в ближней зоне, а также обеспечивает последовательный обзор по дальности и измерение расстояния до малоскоростных и неподвижных наземных целей. 9 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G01S 13/02* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2009112767/09, 06.04.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**06.04.2009**

(45) Date of publication: **27.11.2010 Bull. 33**

Mail address:  
**394018, g.Voronezh, ul. Plekhanovskaja, 14, OAO  
"Kontsern "Sozvezdie"**

(72) Inventor(s):  
**Kozachok Nikolaj Ivanovich (RU),  
Rad'ko Nikolaj Mihajlovich (RU),  
Artemov Mikhail Leonidovich (RU),  
Khitrovskij Valentin Antonovich (UA),  
Ibragimov Nail' Galimzjanovich (RU),  
Irkutskij Oleg Arkadieвич (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Kontsern  
"Sozvezdie" (RU)**

**(54) RADAR STATION FOR SUCCESSIVE RANGE SCANNING WITH LINEAR ADJUSTMENT OF DURATION OF PROBING PHASE-SHIFT KEYED RADIO PULSES**

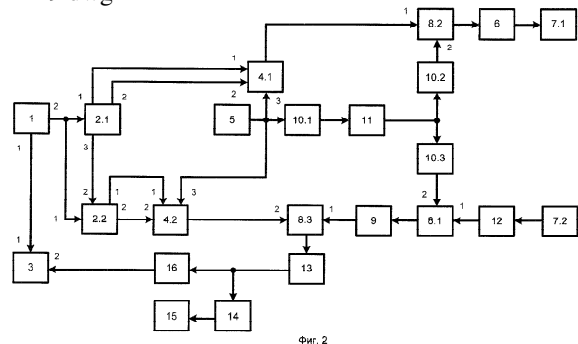
(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: radar station with space probing with phase-shift keyed signals includes a second code generator, a second phase modulator, a reception antenna, a high frequency amplifier, second and third mixers, first, second and third frequency doublers, a preamplifier, a low-pass filter, an audio frequency amplifier, headphones and a threshold unit. Use of new units and a code sequence with linearly varying duration of pulses connected in a certain way in the radar station lifts restrictions on detection range in the near zone, and also ensures successive range scanning and measurement of distance to low-speed and fixed ground targets.

EFFECT: lifting restrictions on detection range in the near zone, as well as successive range scanning and measurement of distance to low-speed and fixed ground targets.

9 dwg



RU 2 405 170 C1

RU 2 405 170 C1

Изобретение относится к области радиолокации и может быть использовано при разработке портативных радиолокационных систем наблюдения для охраны наземных объектов.

Известна радиолокационная станция (РЛС) непрерывного излучения [Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. - М.: Радио и связь, 1986, стр.34], которая содержит передающую антенну, последовательно соединенные генератор радиочастоты, детектор, фильтр доплеровских частот и индикаторное устройство, при этом второй вход детектора подключен к приемной антенне.

Недостатком известной РЛС является невозможность обнаружения и непрерывного наблюдения радиолокационных сигналов, отраженных от малоскоростных наземных целей или целей с нулевыми радиальными скоростями, находящихся в контролируемой зоне.

Известна РЛС с зондированием пространства линейно-частотно-модулированными радиоимпульсами [Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. - М.: «Сов. Радио», 1985, 336 с., стр.67], которая содержит последовательно соединенные синхронизатор, передатчик, состоящий из частотного и импульсного модуляторов и каскадов СВЧ, при этом входы частотного и импульсного модуляторов подключены к входу передатчика, а выходы соединены с соответствующими входами каскадов СВЧ, выход которых подключен к выходу передатчика, антенный переключатель и антенну, причем выход антенного переключателя через приемник, состоящий из последовательно соединенных преобразователя частоты, вход которого подключен к входу приемника, усилителя промежуточной частоты, фильтра сжатия и видеодетектора, выход которого соединен с выходом приемника, подключен к выходному устройству, второй вход которого соединен со вторым выходом синхронизатора.

Недостатком РЛС с зондированием пространства линейно-частотно-модулированными радиоимпульсами является невозможность обнаружения и наблюдения радиолокационных сигналов, отраженных от наземных целей, время задержки которых менее длительности излучаемого линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) радиоимпульса.

Наиболее близкой по технической сущности к предлагаемой является РЛС с зондированием пространства фазоманипулированными радиоимпульсами, описанная в [Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. - М.: «Сов. Радио», 1985, 336 с., стр.72], принятая за прототип.

На фиг.1 приведена структурная схема РЛС устройства-прототипа, где обозначено:

1 - синхронизатор;

2 - генератор кода;

3 - выходной блок;

4 - фазовый модулятор;

4.1 и 4.2 - первый и второй стробированные усилители;

5 - задающий генератор;

6 - усилитель мощности;

7 - антенна;

8 - смеситель;

9 - усилитель промежуточной частоты (УПЧ);

17 - антенный переключатель;

18 - согласованный фильтр;

19 - оптимальный фильтр;

20 - видеодетектор.

Устройство-прототип содержит последовательно соединенные синхронизатор 1, генератор кода 2, фазовый модулятор 4, усилитель мощности 6, антенный переключатель 17, смеситель 8, УПЧ 9, согласованный фильтр 18, оптимальный  
5 фильтр 19 и видеодетектор 20, выход которого соединен с первым входом выходного блока 3, второй вход которого подсоединен ко второму выходу синхронизатора 1. При этом выход-вход антенного переключателя 17 соединен с антенной 7. Вторым выходом генератора кода 2 соединен со вторым входом фазового модулятора 4, третий  
10 вход которого подсоединен к выходу задающего генератора 5. Причем фазовый модулятор 4 состоит из параллельно соединенных первого 4.1 и второго 4.2 стробированных усилителей, выходы которых объединены и являются выходом фазового модулятора 4, первые входы стробированных усилителей 4.1 и 4.2 соединены и являются третьим входом фазового модулятора 4. Вторые входы первого 4.1 и  
15 второго 4.2 стробированных усилителей являются соответственно первым и вторым входами фазового модулятора 4.

Устройство-прототип работает следующим образом.

Сигнал несущей частоты задающего генератора 5 через третий вход фазового  
20 модулятора 4 подается на входы двух стробированных усилителей 4.1 и 4.2. На вторые входы усилителей 4.1 и 4.2 с выхода генератора кода 2 поступает периодическая последовательность импульсов. Предположим, что на интервале длительности элементарного (парциального) видеоимпульса с кодовым символом «0» открыт стробированный усилитель, не создающий фазового сдвига, а в интервале с кодовым  
25 символом «1» - стробированный усилитель, сдвигающий фазу сигнала на  $180^\circ$  ( $\Delta\varphi=\pi$ ).

Таким образом, в любой конкретный отрезок времени в открытом состоянии находится только один из усилителей 4.1 или 4.2. На выходе фазового модулятора 4 формируется фазоманипулированный сигнал. Он поступает на вход усилителя  
30 мощности 6, где усиливается и через антенный переключатель 17 подается на вход антенны 7. Излученный фазоманипулированный сигнал, достигнув цели, отражается в обратном направлении и принимается антенной 7, проходит через антенный переключатель 17, поступает на смеситель 8 (местный гетеродин здесь не показан). Преобразованный на промежуточную частоту фазоманипулированный сигнал  
35 поступает на усилитель промежуточной частоты 9. С выхода УПЧ 9 он подается на вход согласованного фильтра 18. Для обеспечения согласованной фильтрации принятого сигнала полоса пропускания согласованного фильтра 18 согласована со спектром принятой кодовой последовательности. На выходе согласованного  
40 фильтра 18 по окончании кодовой последовательности формируется одиночный радиоимпульс на промежуточной частоте с длительностью, равной длительности одного парциального радиоимпульса. Сжатый во времени радиоимпульс поступает на оптимальный фильтр 19. Полоса пропускания оптимального фильтра 19 согласована со спектром одиночного радиоимпульса. На выходе оптимального фильтра 19  
45 формируется треугольный импульс с пиковым значением, пропорциональным амплитудам соответствующих по времени импульсов периодической кодовой последовательности. После детектирования в видеодетекторе 20 сжатый импульс поступает на первый вход выходного блока 3, в котором осуществляется  
50 последетекторная обработка сигналов и измерение дальности с использованием опорного импульса, поступающего со второго выхода синхронизатора 1.

Однако устройство-прототип не дает возможности обнаружения и наблюдения радиолокационных сигналов, отраженных от наземных целей, время задержки

которых менее длительности излучаемой периодической фазоманипулированной последовательности, а также отсутствует возможность селекции по дальности сигналов, отраженных от неподвижных или малоскоростных наземных целей от зондирующих сигналов, отраженных от подстилающей поверхности, время задержки которых превышает длительность излучаемой импульсной фазоманипулированной последовательности.

Таким образом, недостатком прототипа является наличие ограничений по дальности обнаружения в ближней зоне, а также отсутствие возможности обнаружения и непрерывного наблюдения радиолокационных сигналов, отраженных от неподвижных или малоскоростных наземных целей в условиях мешающих отражений от подстилающей поверхности.

Задача предлагаемого устройства - снятие ограничений по дальности обнаружения в ближней зоне, а также обеспечение последовательного обзора по дальности и измерения расстояния до малоскоростных и неподвижных наземных целей.

Для решения поставленной задачи в радиолокационную станцию последовательного обзора по дальности с перестройкой по линейному закону длительности зондирующих фазоманипулированных радиоимпульсов, содержащую синхронизатор, первый выход которого соединен с первым выходом выходного блока, а второй выход - с входом первого генератора кода, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами первого фазового модулятора, третий вход которого подсоединен к выходу задающего генератора, последовательно соединенные первый смеситель и усилитель промежуточной частоты, а также усилитель мощности и передающую антенну, согласно изобретению введены приемная антенна, подключенная к входу усилителя высокой частоты, выход которого соединен с первым входом первого смесителя, последовательно соединенные первый удвоитель частоты, предварительный усилитель, второй удвоитель частоты и второй смеситель, выход которого соединен с входом усилителя мощности, выход которого подсоединен к передающей антенне, последовательно соединенные третий смеситель, фильтр нижних частот и усилитель звуковых частот, выход которого соединен с головным телефоном, а также пороговый блок, вход которого подключен к выходу фильтра нижних частот, а выход - ко второму входу выходного блока, предназначенного для визуального отображения результатов обнаружения и расстояния от точки отсчета до цели, третий удвоитель частоты, вход которого подсоединен к выходу предварительного усилителя, а выход - ко второму входу первого смесителя, второй генератор кода, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами второго фазового модулятора, выход которого подключен ко второму входу третьего смесителя, первый вход которого подсоединен к выходу усилителя промежуточной частоты, кроме того, первый вход второго генератора кода подключен ко второму выходу синхронизатора, а второй вход - к третьему выходу первого генератора кода, выход задающего генератора соединен с входом первого удвоителя частоты и третьим входом второго фазового модулятора, выход первого фазового модулятора соединен с первым входом второго смесителя частоты, при этом сигналы на выходах второго генератора кода отличаются от сигналов на выходах первого генератора кода постоянным изменением задержки, обеспечивающим последовательный обзор по дальности.

На фиг.1 представлена структурная схема РЛС с зондированием пространства фазоманипулированными радиоимпульсами - прототипа.

На фиг.2 представлена структурная схема предлагаемой РЛС последовательного

обзора по дальности с перестройкой по линейному закону длительности зондирующих фазоманипулированных радиоимпульсов.

На фиг.3 представлена структурная схема первого генератора кода.

На фиг.4 представлена структурная схема второго генератора кода.

5 На фиг.5 представлен вид закона изменения длительности ФМ-ЛЧМ последовательности, например, на первом входе фазового модулятора.

На фиг.6 представлен вид закона изменения амплитуды кода ФМ-ЛЧМ последовательности, например, на первом входе фазового модулятора.

10 На фиг.7 представлен вид закона изменения фазы сигнала на выходе фазового модулятора.

На фиг.8 представлен спектр принятого сигнала, отраженного от неподвижной наземной цели ( $F_d=0$ ).

15 На фиг.9 приведены спектры принятого сигнала, отраженного от малоскоростной наземной цели ( $F_d \neq 0$ ).

Схема предлагаемой РЛС приведена на фиг.2, где приняты следующие обозначения:

1 - синхронизатор;

2.1 и 2.2 - первый и второй генераторы кода;

20 3 - выходной блок;

4.1 и 4.2 - первый и второй фазовые модуляторы;

5 - задающий генератор;

6 - усилитель мощности;

25 7.1 и 7.2 - передающая и приемная антенны;

8.1, 8.2 и 8.3 - первый, второй и третий смесители;

9 - усилитель промежуточной частоты (УПЧ);

10.1, 10.2 и 10.3 - первый, второй и третий удвоители частоты;

11 - предварительный усилитель;

30 12 - усилитель высокой частоты (УВЧ);

13 - фильтр нижних частот (ФНЧ);

14 - усилитель звуковых частот;

15 - головной телефон;

16 - пороговый блок.

35 Предлагаемое устройство содержит синхронизатор 1, первый выход которого соединен с первым входом выходного блока 3, а второй выход - с первыми входами первого 2.1 и второго 2.2 генераторов кода. Первый и второй выходы первого генератора кода 2.1 соединены соответственно с первым и вторым входами первого модулятора 4.1. Третий выход первого генератора кода 2.1 соединен со вторым входом второго генератора кода 2.2, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами второго фазового модулятора 4.2, третий вход которого соединен с третьим входом первого фазового модулятора 4.1, выходом задающего генератора 5 и входом первого удвоителя частоты 10.1, выход которого  
45 через предварительный усилитель 11 подключен к входам второго 10.2 и третьего 10.3 удвоителей частоты. Выход первого фазового модулятора 4.1 через последовательно соединенные второй смеситель 8.2 и усилитель мощности 6 соединен с передающей антенной 7.1. Кроме того, последовательно соединенные УВЧ 12, первый  
50 смеситель 8.1 и УПЧ 9, выход которого соединен с первым входом третьего смесителя 8.3, второй вход которого подсоединен к выходу второго фазового модулятора 4.2, выход третьего смесителя 8.3 через последовательно соединенные ФНЧ 13 и пороговый блок 16 соединен со вторым входом выходного блока 3. При

этом выход ФНЧ 13 через усилитель звуковой частоты 14 соединен с головным телефоном 15, приемная антенна 7.2 подсоединена к УВЧ 12.

Первый генератор кода 2.1 выполнен согласно схеме, приведенной на фиг.3, на которой обозначено:

- 2.1.1 - опорный генератор;
- 2.1.2 - линейный частотно-модулированный (ЛЧМ) генератор;
- 2.1.3 и 2.1.4 - первый и второй триггеры Шмидта;
- 2.1.5 - блок ИЛИ-НЕ;
- 2.1.6 - блок ИЛИ.

Первый генератор кода 2.1 содержит опорный генератор 2.1.1, выход которого соединен со вторым входом ЛЧМ генератора 2.1.2, выход которого соединен с входами первого 2.1.3 и второго 2.1.4 триггеров Шмидта, выходы которых соединены соответственно с входами блока ИЛИ-НЕ 2.1.5 и блока ИЛИ 2.1.6, выход которого является первым выходом генератора кода 2.1.1, второй выход которого является выходом блока ИЛИ 2.1.6. При этом первый вход ЛЧМ генератора 2.1.2 является входом первого генератора кода 2.1, выход опорного генератора 2.1.1. - третьим выходом генератора кода 2.1.1.

Второй генератор кода 2.2 выполнен согласно схеме, приведенной на фиг.4, на которой обозначено:

- 2.2.1 - R-S триггер;
- 2.2.2 - блок И;
- 2.2.3 - счетчик импульсов с изменяемым коэффициентом деления;
- 2.2.4 - ЛЧМ генератор;
- 2.2.5 и 2.2.6 - первый и второй триггеры Шмидта;
- 2.2.7 - блок ИЛИ-НЕ;
- 2.2.8 - блок ИЛИ.

Второй генератор кода 2.2 содержит последовательно соединенные R-S триггер 2.2.1, блок И 2.2.2, счетчик импульсов 2.2.3, ЛЧМ генератор 2.2.4, первый триггер Шмидта 2.2.5 и блок ИЛИ-НЕ, выход которого является первым выходом второго генератора кода 2.2. При этом выход счетчика импульсов 2.2.3 подсоединен ко второму входу R-S триггера 2.2.1, первый вход которого является первым входом генератора кода 2.2, второй вход которого соединен со вторыми входами блока И 2.2.2 и ЛЧМ генератора 2.2.4, выход которого соединен с входом второго триггера Шмидта 2.2.6, выход которого соединен со входом блока ИЛИ 2.2.8, выход которого является вторым выходом генератора кода 2.2.

Предлагаемая РЛС работает следующим образом.

Колебания первой промежуточной частоты  $f_{ПЧ1.0}$  с выхода задающего генератора 5 поступают на:

- третий вход первого фазового модулятора 4.1;
- третий вход второго фазового модулятора 4.2;
- первый удвоитель 10.1 частоты для формирования напряжения с частотой  $f=2 \times f_{ПЧ1.0}$ .

В фазовом модуляторе 4.1 колебания задающего генератора 5 усиливаются в одном из двух стробированных усилителей. Управление стробированными усилителями осуществляется с помощью модулированных по амплитуде видеосигналов, формируемых путем двухстороннего ограничения ЛЧМ колебаний в генераторе кода 2.1. Синхронизация генератора кода 2.1 осуществляется видеоимпульсами, поступающими с первого выхода синхронизатора 1. Период повторения этих



видеоимпульсов определяет длительность ЛЧМ радиоимпульса  $T_M$ .

Вид законов изменения длительности и амплитуды кода приведен соответственно на фиг.5 и фиг.6. Кодовые последовательности импульсов стробируют усилители фазового модулятора так, что в интервалах времени с кодовым символом «1» открыт усилитель, не создающий фазового сдвига ( $\Delta\varphi$ ), а при символе «0» - другой усилитель, сдвигающий фазу на  $\Delta\varphi=\pi$ . На выходе первого фазового модулятора 4.1 формируется фазоманипулированный с изменением длительности парциальных импульсов по линейному закону сигнал. Вид закона изменения фазы сигнала на выходе фазового модулятора 4.1 приведен на фиг.7.

Сформированный ФМ-ЛЧМ сигнал с выхода первого фазового модулятора 4.1 поступает на первый вход второго смесителя 8.2 для формирования зондирующего сигнала.

На выходе первого удвоителя частоты 10.1 формируется сигнал с удвоенной частотой. Он через предварительный усилитель 11 поступает на вход:

второго удвоителя 10.2 частоты для формирования сигнала подставки с частотой  $f_{П}=4 \times f_{ПЧ1.0}$ ;

третьего удвоителя 10.3 частоты для формирования сигнала первого гетеродина с частотой  $f_{Г1}=4 \times f_{ПЧ1.0}$ .

На выходе второго смесителя 8.2 формируется непрерывный зондирующий ФМ-ЛЧМ сигнал с частотой  $f_{3С}=5 \times f_{ПЧ1.0}$ , который после фильтрации и усиления в усилителе мощности 6 поступает на вход передающей антенны 7.1 для излучения в направлении на наземную цель.

ФМ-ЛЧМ сигнал достигает цели, находящейся на расстоянии  $R$ , отражается от нее, принимается антенной 7.2. С выхода приемной антенны 7.2 ФМ-ЛЧМ сигнал, задержанный на  $\tau_s = \frac{2R}{c}$  (где  $c$  - скорость света) через усилитель высокой частоты 12

поступает на первый вход первого смесителя 8.1.

С выхода первого смесителя 8.1 преобразованный на первую промежуточную частоту принятый ФМ-ЛЧМ сигнал поступает в усилитель промежуточной частоты 9 для фильтрации и усиления по амплитуде. Далее он поступает на первый вход третьего смесителя 8.3.

За счет изменения коэффициента деления  $K_D$  счетчика импульсов второго генератора кода ЛЧМ сигнал, генерируемый ЛЧМ генератором второго генератора кода 2.2, отличается от генерируемого ЛЧМ генератором первого генератора кода 2.1 ЛЧМ сигнала только величиной задержки  $\tau_3^1 = \frac{K_D}{f_T}$ . Поэтому на выходе второго

фазового модулятора 4.2 образуется такой же сигнал, как и сигнал на выходе первого фазового модулятора 4.1, только задержанный на время  $\tau_3^1$ . Постоянное изменение задержки  $\tau_3^1$  обеспечивает последовательный обзор по дальности. Сигнал на выходе

второго фазового модулятора 4.2 обеспечивает в третьем смесителе 8.3, поступая на второй вход, синхронно-фазовое детектирование принятого ФМ-ЛЧМ сигнала при  $\tau_3^1 = \tau_3$ .

Фильтрация полученного на выходе третьего смесителя 8.3 сигнала производится в фильтре нижних частот 13.

На фиг.8 приведен спектр принятого сигнала для случая, когда доплеровское приращение частоты равно нулю ( $F_D=0$ ).

Для случая подвижной цели, когда  $F_D \neq 0$ , сигнал на выходе фильтра нижних

частот 13 смещается на величину доплеровского приращения частоты (см. фиг.9).

Принятый низкочастотный сигнал с выхода фильтра 13 через усилитель звуковых частот 14 поступает на головной телефон 15 для прослушивания, а через пороговое устройство 16 - на вход выходного устройства 3 для отображения результатов обнаружения. Синхронизация выходного устройства 3 осуществляется видеоимпульсами, поступающими с первого выхода синхронизатора 1.

Оператор может классифицировать цели (животные, человек, группа людей, колесный и гусеничный транспорт, плавательное средство, помеха) по характерной звуковой окраске спектра сигнала, поступающего на головной телефон 15.

Исходя из приведенных выше формул  $\tau_3 = \frac{2R}{c}$ ,  $\tau_3^1 = \frac{K_D}{f_T}$ ,  $\tau_3^1 = \tau_3$ , получим

расстояние до цели  $R = \frac{cK_D}{2f_T}$ , поэтому цель будет отображаться на экране выходного

блока 3 в виде пятна диаметром  $d_n$  на расстоянии  $D$  от точки отсчета:

$D = R \cdot M = \frac{cK_D}{2f_T} M$ , где масштаб  $M = \frac{D_m}{R_m}$  зависит от максимального размера

используемой части экрана  $D_m$  и максимальной дальности обзора  $R_m$ .

Разрешающая способность по дальности при визуальной индикации равна [Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. Учебник для вузов. - М.: «Сов. Радио», 1973. - 496 с., ил., п.1.6.2]:  $\delta D = \delta D_{ном} + \delta D_э$ . Потенциальную разрешающую способность можно найти по формуле:  $\delta D_{ном} = \frac{c \cdot (2\Delta K_D)}{2f_T}$ , где  $\Delta K_D$  - величина скачка

коэффициента деления  $K_D$  при последовательном обзоре, а разрешающую способность экрана - по формуле

$$\delta D_э = \frac{d_n}{M}$$

Известно, что основную роль при визуальном способе отсчета дальности с помощью масштабных линий электронной шкалы играют ошибки интерполяции, т.е. среднеквадратическая инструментальная ошибка измерения дальности при визуальной индикации может быть определена по формуле [Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. Учебник для вузов. - М.: «Сов. Радио», 1973. - 496 с., ил., п.1.7.41:  $\sigma_{инст}(D) \approx \sigma_{инт}(D) \approx 0.05k_M D_M$ , где  $k_M = 1 \div 2$  в зависимости от масштаба дальности,  $D_M$  - интервал между масштабными линиями.

Таким образом, введение в состав РЛС с зондированием пространства фазоманипулированными радиоимпульсами новых блоков и кодовой последовательности с изменяемой по линейному закону длительности дискретов снимает ограничения по дальности обнаружения в ближней зоне, а также обеспечивает последовательный обзор по дальности и измерение расстояния до малоскоростных и неподвижных наземных целей, находящихся в контролируемой зоне.

Для реализации технического решения может быть использовано стандартное промышленное оборудование. Так, например, опорный генератор 2.1.1 представляет собой генератор с кварцевой стабилизацией, выполненный, например, на микросхеме серии К564ЛН2 [В.Н.Вениаминов, О.Н.Лебедев, А.И.Мирошниченко. Микросхемы и их применение: Справ. пособие. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989 г., 240 с., стр.210, рис.7.10д].

ЛЧМ генераторы 2.1.2 и 2.2.4 представляют собой, например, схему цифрового

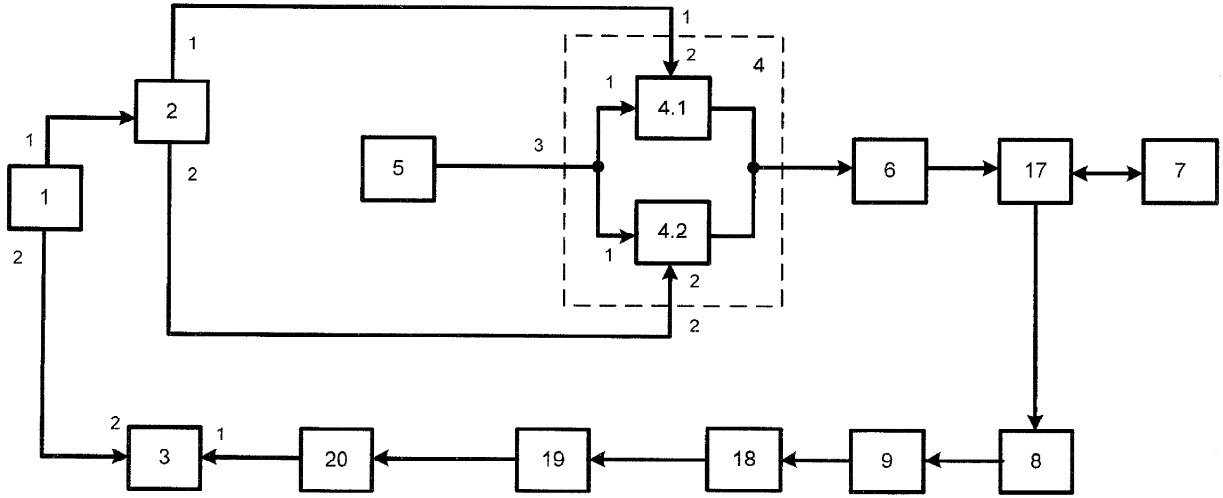
синтезатора ЛЧМ сигнала [Кочемасов В.Н., Белов Л.А., Оконешников В.С. Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией. - М.: Радио и связь, 1983. - 192 с., ил., стр.55, рис.4.12].

Смесители 8.1, 8.2, 8.3 представляют собой, например, диодные преобразователи частоты, выполненные по балансной схеме [М.С.Шумилин, В.Б.Козырев, В.А.Власов. Проектирование транзисторных каскадов передатчиков. Учебное пособие для техникумов. - М.: Радио и связь, 1987. - 320 с.: ил., стр.178, рис.2.77].

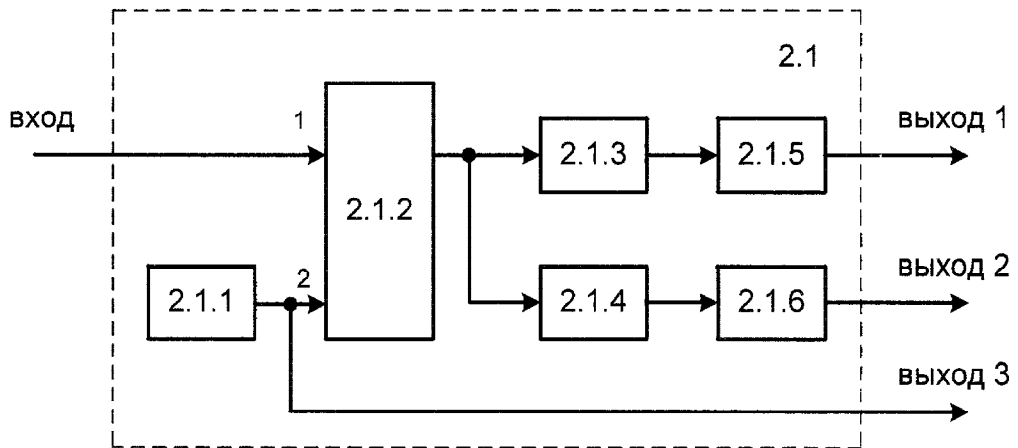
Блоки «ИЛИ» 2.1.6 и 2.2.8 можно выполнить на микросхеме 530ЛЛ1, блоки «ИЛИ-НЕ» 2.1.5 и 2.2.7 - на микросхеме 530ЛЕ1, блок «И» 2.2.2 - на микросхеме 1533ЛИ1, R-S триггер 2.2.1 - на микросхеме 1533ТР2, триггеры Шмидта 2.1.3, 2.1.4, 2.2.5 и 2.2.6 - на микросхемах 133ТЛ1, счетчик импульсов с изменяемым коэффициентом деления 2.2.3 - на микросхеме 133ИЕ8 [Перельман Б.Л., Шевелев В.И. Отечественные микросхемы и зарубежные аналоги. Справочник. - М.: «НТЦ Микротех», 2000 г. - 375 с.: ил., п.п.1.1, 1.3, 1.5].

### Формула изобретения

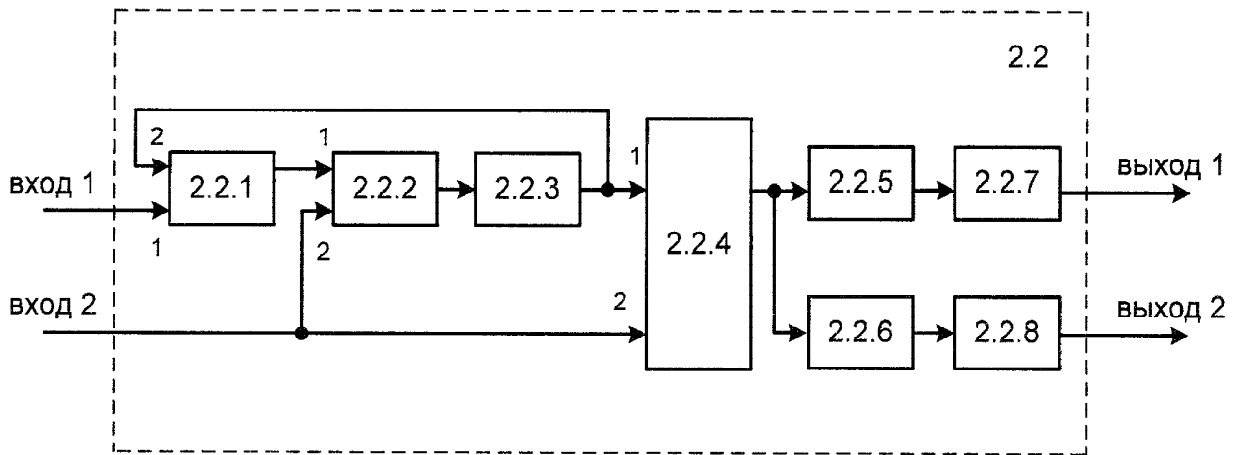
Радиолокационная станция (РЛС) последовательного обзора по дальности с перестройкой по линейному закону длительности зондирующих фазоманипулированных радиоимпульсов, содержащая синхронизатор, первый выход которого соединен с первым входом выходного блока, а второй выход - с входом первого генератора кода, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами первого фазового модулятора, третий вход которого подсоединен к выходу задающего генератора, последовательно соединенные первый смеситель и усилитель промежуточной частоты, а также усилитель мощности и передающую антенну, отличающаяся тем, что введены приемная антенна, подключенная к входу усилителя высокой частоты, выход которого соединен с первым входом первого смесителя, последовательно соединенные первый удвоитель частоты, предварительный усилитель, второй удвоитель частоты и второй смеситель, выход которого соединен с входом усилителя мощности, выход которого подсоединен к передающей антенне, последовательно соединенные третий смеситель, фильтр нижних частот и усилитель звуковых частот, выход которого соединен с головным телефоном, а также пороговый блок, вход которого подключен к выходу фильтра нижних частот, а выход - ко второму входу выходного блока, предназначенного для визуального отображения результатов обнаружения и расстояния от точки отсчета до цели, третий удвоитель частоты, вход которого подсоединен к выходу предварительного усилителя, а выход - ко второму входу первого смесителя, второй генератор кода, первый и второй выходы которого соединены соответственно с первым и вторым входами второго фазового модулятора, выход которого подключен ко второму входу третьего смесителя, первый вход которого подсоединен к выходу усилителя промежуточной частоты, кроме того, первый вход второго генератора кода подключен ко второму выходу синхронизатора, а второй вход - к третьему выходу первого генератора кода, выход задающего генератора соединен с входом первого удвоителя частоты и третьим входом второго фазового модулятора, выход первого фазового модулятора соединен с первым входом второго смесителя частоты, при этом сигналы на выходах второго генератора кода отличаются от сигналов на выходах первого генератора кода постоянным изменением задержки, обеспечивающим последовательный обзор по дальности.



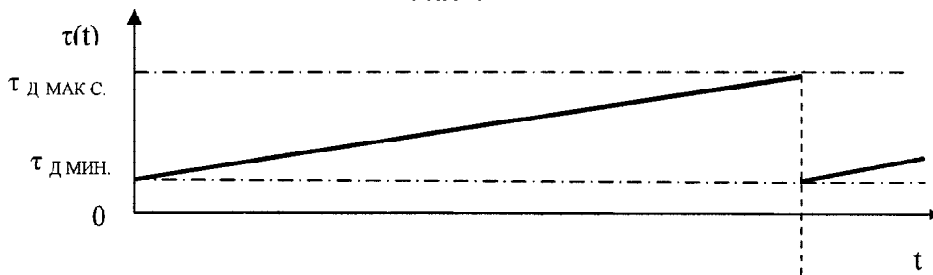
Фиг. 1



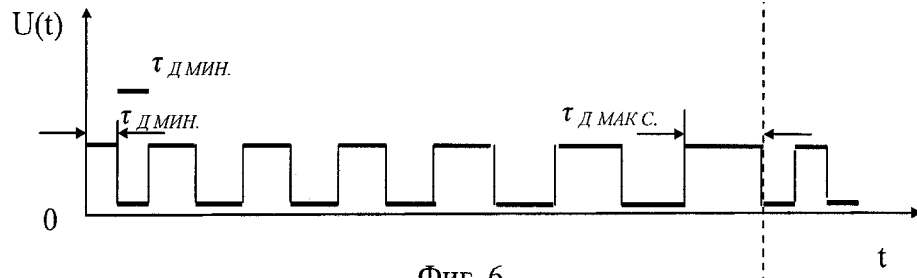
Фиг. 3



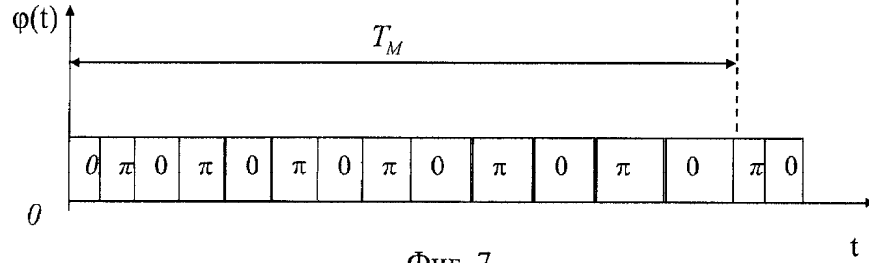
Фиг. 4



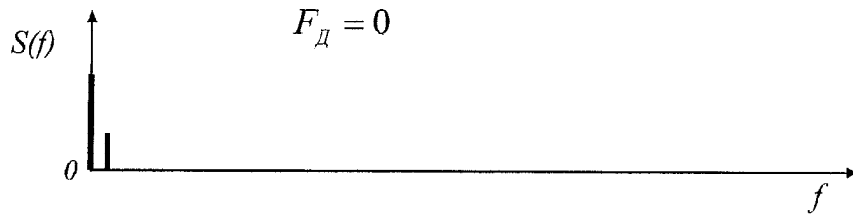
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9