



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2011107340/28, 25.02.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**25.02.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **25.02.2011**

(45) Опубликовано: **20.07.2012** Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2335785 C1, 10.10.2008. EP 1381881 A1, 21.01.2004. RU 2224267 C2, 20.02.2004. RU 2352958 C1, 20.04.2009.**

Адрес для переписки:

**182545, Псковская обл., Невельский р-н, ст. Изоча, Красный Поселок, 17, О.Ф. Меньших**

(72) Автор(ы):

**Меньших Олег Фёдорович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Меньших Олег Фёдорович (RU)**

**(54) ЛАЗЕРНЫЙ ЛОКАТОР**

(57) Реферат:

Локатор содержит CO<sub>2</sub>-лазер непрерывного действия, передающий телескоп, приемный объектив и фотоприемник, работающий в гомодинном режиме фотосмещения. Фотоприемник подключен к последовательно связанным малошумящему высокочастотному широкополосному усилителю, смесителю, широкополосному усилителю, фильтру, компенсирующему потери широкополосному усилителю, амплитудному детектору, пороговому устройству, блоку формирования сигнала радиальной скорости и персональному компьютеру. К компьютеру подключен блок измерения азимута и угла места цели. Ко второму входу смесителя подключен генератор линейно-частотно-модулированного импульсного сигнала, синхронизируемого от

генератора синхроимпульсов. В оптический резонатор CO<sub>2</sub>-лазера введен пьезоэлектрический корректор, связанный с глухим отражателем оптического резонатора и с выходом регулируемого по амплитуде усилителя. Канал измерения дальности включает последовательно связанные с выходом фотоприемника малошумящий среднечастотный полосовой усилитель, дополнительный смеситель, фильтр, частотный детектор, резонансный усилитель, измеритель разности фаз и блок формирования сигнала дальности. Технический результат - возможность измерения наклонной дальности до цели без снижения энергетического потенциала лазерного доплеровского локатора. 5 ил.

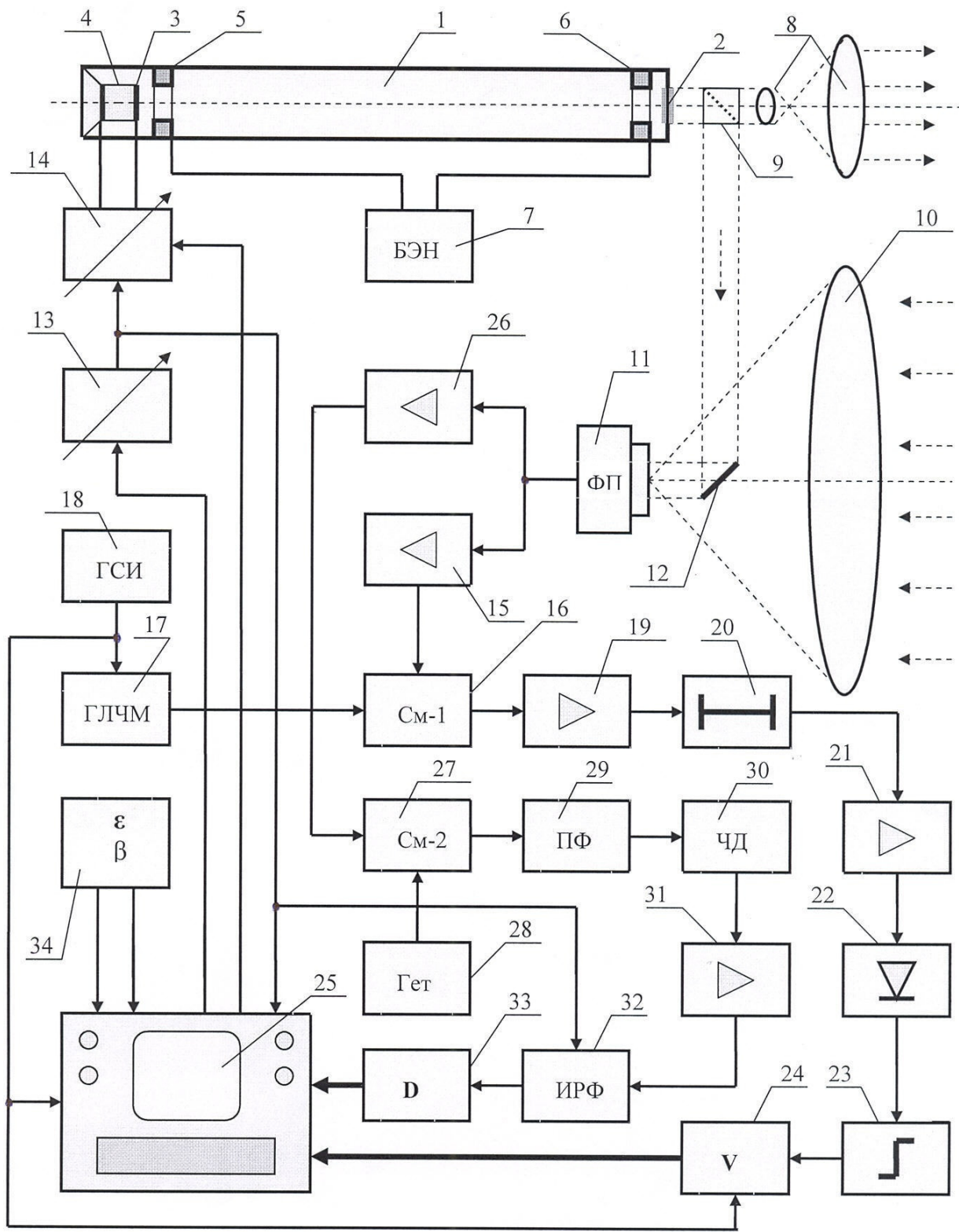


Рис. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(21)(22) Application: **2011107340/28, 25.02.2011**

(24) Effective date for property rights:  
**25.02.2011**

Priority:

(22) Date of filing: **25.02.2011**

(45) Date of publication: **20.07.2012 Bull. 20**

Mail address:

**182545, Pskovskaja obl., Nevel'skij r-n, st.  
Izocha, Krasnyj Poselok, 17, O.F. Men'shikh**

(72) Inventor(s):

**Men'shikh Oleg Fedorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Men'shikh Oleg Fedorovich (RU)**

(54) **LASER RADAR**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

SUBSTANCE: laser radar has a continuous-action CO<sub>2</sub> laser, a transmitting telescope, a receiving lens and a photodetector operating in homodyne mode of photomixing. The photodetector is connected to series-connected low-noise high-frequency wideband amplifier, mixer, wideband amplifier, a filter which compensates for wideband amplifier losses, amplitude detector, threshold device, a unit for generating a radial velocity signal and a personal computer. The computer is connected to a unit for measuring the azimuth and elevation angle of the target. The second input of the mixer is connected to a linear-frequency-modulated pulsed signal generator which is synchronised by a clock-pulse generator. The optical resonator of the CO<sub>2</sub> includes a piezoelectric corrector connected to the blind reflector of the optical resonator and the output of an amplitude-controlled amplifier. The range-measuring channel includes the following, connected in series to the output of the photodetector: a low-noise midfrequency band amplifier, an additional mixer, a filter, a frequency detector, a resonance amplifier, a phase difference

metre and a range signal generating unit.

EFFECT: possibility of measuring slant range to a target without reducing energy potential of the laser Doppler radar.

5 dwg

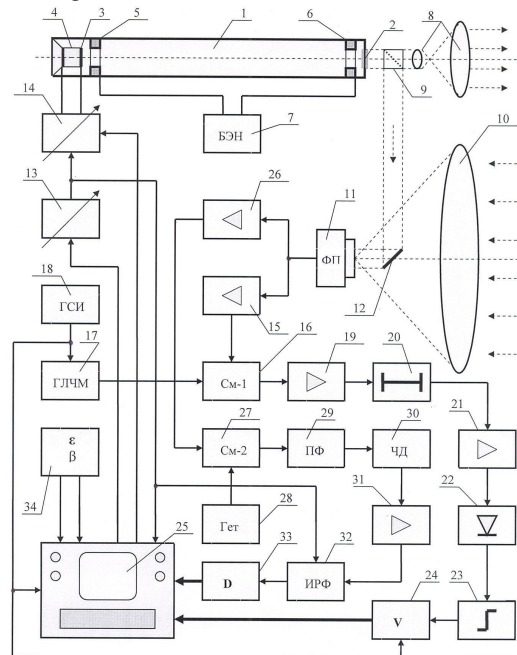


Рис. 1

RU 2 4 5 6 6 3 6 C 1

RU 2 4 5 6 6 3 6 C 1

Изобретение относится к области измерительной техники и приборостроения и может быть использовано в качестве лазерного локатора для обнаружения и измерения координат и скорости низколетящих ракет морского базирования в интересах ВМФ страны.

Традиционно измерение скорости полета дифракционно ограниченных объектов осуществляют применением доплеровских локаторов с непрерывным режимом немодулированного излучения, однако решение задачи измерения наклонной дальности требует применения модуляции излучения (импульсной, частотной и др.), что существенно снижает предельную дальность проведения этих измерений, вносит потери излучения модулятором [1-4]. Триангуляционные методы измерения наклонной дальности с использованием немодулированного излучения, обеспечивающего наивысший энергетический потенциал локатора при заданной рабочей мощности излучающего лазера, связаны с необходимостью рассредоточения на море группы локаторов, образующих триангуляционную сеть, что снижает эффективность работы такой сети на кораблях из-за требования жесткой взаимной привязки координат кораблей в условиях их движения в боевой обстановке

Известно применение согласованной фильтрации локационных сигналов на основе дисперсионных линий задержки для повышения отношения сигнал/шум [5-21], а также использование средств стабилизации лазерного излучения для повышения обнаружительной способности лазерных локаторов с непрерывным режимом излучения [22-26].

Ближайшим техническим решением к заявляемому является лазерный доплеровский локатор, подобный рассмотренному в [12], содержащий СО<sub>2</sub>-лазер непрерывного действия, передающий телескоп, приемный объектив, фотоприемник, работающий в гомодинном режиме фотосмещения, подключенный к последовательно связанным малошумящему широкополосному усилителю, смесителю, ко второму входу которого подключен генератор линейно-частотно-модулированного импульсного сигнала, синхронизируемого от генератора синхроимпульсов, широкополосным усилителем, согласованным фильтром на дисперсионной линии задержки, широкополосным усилителем, амплитудным детектором, пороговым устройством, блоком формирования сигнала радиальной скорости и персональным компьютером с дисплеем, к которому подключен блок измерения азимута и угла места цели.

К недостатку лазерного доплеровского локатора относится его неспособность измерения наклонной дальности цели, что не позволяет определить ее текущие координаты, являющиеся важнейшими характеристиками цели, без определения которых невозможно боевое противодействие ракетному удару в море со стороны потенциального противника.

Целью изобретения является возможность измерения наклонной дальности до цели без снижения энергетического потенциала лазерного доплеровского локатора (то есть без использования внешнего электрооптического модулятора непрерывного излучения).

Указанная цель достигается в лазерном локаторе, содержащем СО<sub>2</sub>-лазер непрерывного действия, передающий телескоп, приемный объектив, фотоприемник, работающий в гомодинном режиме фотосмещения, подключенный к последовательно связанным малошумящему высокочастотному широкополосному усилителю, смесителю, ко второму входу которого подключен генератор линейно-частотно-модулированного импульсного сигнала, синхронизируемого от генератора синхроимпульсов, широкополосным усилителем, согласованным фильтром на

дисперсионной линии задержки, компенсирующим потери широкополосным усилителем, амплитудным детектором, пороговым устройством, блоком формирования сигнала радиальной скорости, второй вход которого подключен к выходу генератора синхроимпульсов, и персональным компьютером с дисплеем, к которому подключен блок измерения азимута и угла места цели, отличающимся тем, что в оптический резонатор СО<sub>2</sub>-лазера непрерывного действия введен пьезоэлектрический корректор, связанный механически с глухим отражателем оптического резонатора, а электрически - с выходом регулируемого по амплитуде усилителя, связанного с регулируемым по частоте генератором переменного тока, а канал измерения дальности включает последовательно связанные с выходом фотоприемника малошумящий среднечастотный полосовой усилитель, дополнительный смеситель, второй вход которого подключен к выходу гетеродина, полосовой фильтр, частотный детектор, резонансный усилитель, измеритель разности фаз, второй вход которого подключен к выходу генератора переменного тока, и блок формирования сигнала дальности.

Достижение заявленной цели объясняется дополнением лазерного доплеровского локалятора канала дальности, действующего на основе частотной модуляции лазерного излучения гармоническим сигналом с частотным детектированием среднечастотного отклика с фотоприемника с выделением указанной гармонической составляющей, смещенной по фазе относительно модулирующего гармонического сигнала на величину, пропорциональную измеряемой дальности до цели. При этом частотная модуляция лазерного излучения осуществляется без использования внешнего электрооптического модулятора за счет применения пьезоэлектрического корректора, механически связанного с глухим отражателем оптического резонатора СО<sub>2</sub>-лазера непрерывного действия, что не изменяет величину его средней мощности излучения.

Блок-схема заявляемого лазерного локалятора представлена на рис.1 и включает:

- 1 - СО<sub>2</sub>-лазер непрерывного действия,
- 2 - полупрозрачный отражатель оптического резонатора,
- 3 - глухой отражатель оптического резонатора,
- 4 - пьезоэлектрический корректор, механически связанный с глухим отражателем 3,
- 5 и 6 - электроды высоковольтной электронной накачки лазера,
- 7 - блок электронной накачки,
- 8 - передающий телескоп,
- 9 - расщепитель излучения гомодинного канала,
- 10 - приемный объектив,
- 11 - фотоприемник, работающий в режиме фотосмещения, например, на соединении кадмий-ртуть-теллур, охлаждаемый жидким азотом,
- 12 - малоапертурный отражатель гомодинного канала,
- 13 - перестраиваемый по частоте генератор переменного тока,
- 14 - регулируемый по амплитуде усилитель (переменного тока),
- 15 - малошумящий высокочастотный широкополосный усилитель,
- 16 - смеситель канала измерения скорости,
- 17 - генератор линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) импульсного сигнала,
- 18 - генератор синхроимпульсов,
- 19 - широкополосный усилитель,
- 20 - согласованный фильтр на дисперсионной линии задержки (ДЛЗ),
- 21 - компенсирующий потери широкополосный усилитель,
- 22 - амплитудный детектор,

- 23 - пороговое устройство,  
 24 - блок формирования сигнала радиальной скорости,  
 25 - персональный компьютер с дисплеем,  
 26 - малошумящий среднечастотный полосовой усилитель,  
 27 - дополнительный смеситель (канала дальности),  
 28 - гетеродин,  
 29 - полосовой фильтр (среднечастотный широкополосный),  
 30 - частотный детектор,

31 - резонансный усилитель (настроенный на частоту генератора переменного тока 13),

- 32 - измеритель разности фаз,  
 33 - блок формирования сигнала дальности,  
 34 - блок измерения азимута и угла места цели.

На рис.2 представлены графики, отображающие работу канала скорости лазерного локатора.

Рассмотрим действие лазерного локатора.

С помощью не указанных на рис.1 технических средств наведения по азимуту  $\beta$  и углу места  $\epsilon$  излучения  $\text{CO}_2$ -лазера непрерывного действия 1, сформированного передающим телескопом 8 в узкий пучок, на цель - низколетящую над уровнем моря ракету - рассеянное ею излучение формируется приемным объективом 10 в его фокусе в диск Эйри - квазиточечную плоскую волну, которая воздействует на фоточувствительную поверхность фотоприемника 11 совместно с плоской волной гомодинного канала, образованного расщепителем излучения 9 и малоапертурным отражателем 12. В результате фотосмещения указанных пучков когерентного излучения с одинаковой поляризацией на выходе фотоприемника 11 образуется электрический сигнал с разностной частотой  $\Delta\nu(t)$ , величина которой определяется частотами оптических колебаний - излучаемого  $\nu_{\text{ИЗЛ}}(1)$  и принимаемого  $\nu_{\text{ПР}}(t)$ , которые определяются в функции времени  $t$  следующими равенствами:

$$\nu_{\text{ИЗЛ}}(t) = \nu_0 + \Delta\nu_{\text{МОД}} \cos \omega t, \quad (1)$$

$$\nu_{\text{ПР}}(t) = \nu_0 + \Delta\nu_{\text{МОД}} \cos \omega(t - 2D/c) + (2V/c)[\nu_0 + \Delta\nu_{\text{МОД}} \cos \omega(t - 2D/c)], \quad (2)$$

где  $\nu_0$  - средняя частота излучения  $\text{CO}_2$ -лазера непрерывного действия 1,  
 $\Delta\nu_{\text{МОД}}$  - амплитуда отклонения частоты излучения от средней  $\nu_0$  в процессе внутренней частотной модуляции по гармоническому закону при работе пьезоэлектрического корректора 4, изменяющего длину оптического резонатора лазера,

$\omega = 2\pi f$  - круговая частота гармонических колебаний, вырабатываемых в перестраиваемом по частоте генераторе переменного тока 13,  $f$  - частота этих колебаний,

$D$  - текущее значение наклонной дальности до цели,

$V$  - значение радиальной скорости цели, приближающейся к локатору,

$c = 3 \cdot 10^8$  м/с - электродинамическая постоянная, скорость света в вакууме.

Для  $\text{CO}_2$ -лазера частота  $\nu_0 \approx 3 \cdot 10^{13}$  Гц. Ширина контура усиления составляет около 60 МГц, и величину  $\Delta\nu_{\text{МОД}}$  можно выбирать в пределах до 30 МГц внутри указанного контура усиления. Подстройка величины  $\Delta\nu_{\text{МОД}}$  осуществляется регулировкой амплитуды  $U_{\text{МОД}}$  гармонических колебаний, воздействующих на пьезоэлектрический корректор 4 с выхода регулируемого по амплитуде усилителя 14:

$$u_{\text{МОД}}(t) = U_{\text{МОД}} \cos \omega t. \quad (3)$$

Пусть выбираем  $\Delta v_{\text{МОД}}=10$  МГц. Учитывая, что  $\Delta v_{\text{МОД}} \ll v_0$  (более, чем на 6 порядков), выражение (2) можно с достаточной степенью точности переписать в виде:

$$v_{\text{ПР}}(t) = [v_0 + \Delta v_{\text{МОД}} \cos \omega(t - 2D/c)] + 2v_0 V/c. \quad (4)$$

5 В результате фотосмещения взаимно когерентных оптических колебаний, определяемых в (1) и (4), на выходе фотоприемника 11 выделяется электрическое колебание  $u_{\Phi}(t)$  вида:

$$u_{\Phi}(t) = U_{\Phi D} \cos 2\pi[\Delta v_{\text{МОД}} \cos \omega(t - 2D/c)]t + U_{\Phi V} \cos 2\pi[v_0(2V/c)t], \quad (5)$$

10 где  $U_{\Phi D}$  - амплитуда частотно-модулированных электрических колебаний (среднечастотных) канала дальности,  $U_{\Phi V}$  - амплитуда гармонических высокочастотных колебаний канала скорости. Выделяющиеся на выходе фотоприемника 11 спектральные компоненты сигналов с амплитудами  $U_{\Phi D}$  и  $U_{\Phi V}$  существенно разнесены по спектру, то есть легко отфильтровываются друг от друга и  
15 могут быть обработаны отдельно соответственно в каналах скорости и дальности локатора.

Выделение в канале скорости локатора, составленного на элементах 15-24 (рис.1), значения измеряемой радиальной скорости  $V$  общеизвестно из рассмотрения  
20 прототипа. За счет эффекта Доплера принимаемое локатором излучение, рассеянное приближающейся к локатору цели, смещено на величину  $\Delta v_V=2v_0 V/c$ , поэтому радиальная скорость находится из простого выражения:

$$V = \Delta v_V c / 2v_0. \quad (6)$$

25 Сигнал доплеровского смещения  $\Delta v_V$  воспринимается малощумящим высокочастотным широкополосным усилителем 15 (например, в диапазоне 50...60 МГц применительно к локации ракет типа «Гарпун») и поступает на смеситель 16 канала скорости, на второй вход которого воздействуют периодически следующие импульсные линейно-частотно-модулированные колебания с генератора ЛЧМ 17,  
30 запускаемого синхроимпульсами с выхода генератора синхроимпульсов 18. В результате преобразования на выходе смесителя 16 канала скорости выделяются эквивалентные линейно-частотно-модулированные импульсные сигналы (ЛЧМЭ), которые после их усиления в широкополосном усилителе 19 подвергаются спектро-временному «сжатию» в дисперсионной линии задержки (ДЛЗ) 20, имеющей полосу пропускания  $\Delta F_{\text{ДЛЗ}}$  и длительность импульсной характеристики  $\tau_{\text{ДЛЗ}}$ , значения которых  
35 определяют базу ДЛЗ  $B=\Delta F_{\text{ДЛЗ}}\tau_{\text{ДЛЗ}} \gg 1$ . Ультракороткий радиоимпульсный сигнал с выхода ДЛЗ 20 усиливается в компенсирующем потери широкополосном усилителе 21 с полосой пропускания, не меньшей полосы  $\Delta F_{\text{ДЛЗ}}$  (поскольку длительность «сжатого» радиоимпульса  $t_{\text{ИМП}} \approx 1/\Delta F_{\text{ДЛЗ}}$ ), детектируется по амплитуде в амплитудном  
40 детекторе 22 и подвергается пороговому ограничению по минимуму в пороговом устройстве 23. уровень порога в котором выбирается из соображений получения необходимой вероятности правильного измерения (обнаружения) при заданной вероятности ложных тревог. Затем импульсный сигнал поступает на блок  
45 формирования сигнала радиальной скорости 24, в котором по временному положению фронта этого импульса относительно фронта соответствующего синхроимпульса генератора синхроимпульсов 18 формируется двоичный код, отображающий значение искомой радиальной скорости  $V$  согласно (6), и эти данные  
50 передаются на первый вход персонального компьютера с дисплеем 25.

На рис.2 отображена процедура измерительного процесса в канале скорости локатора. На рис.2а представлена периодическая последовательность синхроимпульсов  $u_C(t)$  генератора синхроимпульсов 18. На рис.2б представлен

периодически следующий сигнал ГЛЧМ 17 с частотной перестройкой внутри импульса от 80 МГц до 130 МГц для работы по ракете «Гарпун», скорость движения которой составляет 300 м/с. Если эта ракета движется прямо на локатор, доплеровский сдвиг  $\Delta v_v = 60$  МГц. Пусть, например, ракета движется под некоторым углом к линии зондирования локатора, и доплеровский сдвиг равен  $\Delta v_v = 53$  МГц (угол отклонения от линии визирования около  $28^\circ$ ), что показано на рис.2в жирной горизонтальной линией. Частота ЛЧМЭ-сигнала (на выходе смесителя 16) показана на этом рисунке жирной пилообразной линией. При возможном разбросе доплеровского сдвига от 50 до 60 МГц (то есть в полосе неопределенности  $\Delta F_{\Sigma}$ ) сигнал ЛЧМЭ может изменяться в диапазоне от 20...70 МГц до 30...80 МГц. При этом ДЛЗ 20 с полосой 20 МГц в диапазоне от 60 до 80 МГц «сжимает» ЛЧМЭ до величины  $t_{ИМП} = 50$  нс. При длительности импульсной характеристики ДЛЗ 20  $\tau_{ДЛЗ} \approx 100$  мкс имеем базу ДЛЗ  $B = 2000$ . Такая величина базы позволяет, как известно, увеличить отношение сигнал/шум на выходе ДЛЗ в  $(B)^{1/2}$  раз, то есть в данном примере в 44,7 раза или 33 дБ по напряжению. Временное положение «сжатого» радиоимпульса показано на рис.2в снизу рисунка. Это положение кодируется длительностью импульса, представленного на рис.2г относительно запускающего синхроимпульса на рис.2а. Этот код отображает значение радиальной скорости  $V$  и поступает на первый вход персонального компьютера с дисплеем 25.

Теперь обратимся к рассмотрению работы канала дальности локатора.

Выделяемая на выходе фотоприемника 11 спектральная компонента с амплитудой  $U_{ФД}$  усиливается в малошумящем среднечастотном полосовом усилителе 26, например, с полосой пропускания 20 МГц (при максимальной девиации ЧМ-сигнала  $\Delta v_{МОД} = 10$  МГц), а затем поступает на дополнительный смеситель 27 канала дальности, на второй вход которого поступает гармоническое колебание гетеродина 28, например, на частоте 10 МГц. На выходе этого дополнительного смесителя возникают сигналы суммарной и разностной частоты входных сигналов, поступающих на этот смеситель. Полосовой фильтр 29 выделяет компоненту суммарной частоты от 10 до 20 МГц, которая затем поступает на частотный детектор 30 (дискриминатор), на выходе которого возникает гармоническое колебание вида:

$$u_D = U_D \cos[\omega(t - 2D/c)], \quad (7)$$

где  $U_D$  - амплитуда гармонического колебания на выходе частотного детектора 30 с учетом его усиления в резонансном усилителе 31, настроенном на круговую частоту  $\omega$ , соответствующую круговой частоте генератора переменного тока 13.

Сигнал в форме (7) поступает на первый вход измерителя разности фаз 32, ко второму входу которого подключен выход генератора переменного тока 13. Эти сигналы усиливаются и ограничиваются, превращаясь в импульсные сигналы с короткими фронтами, разность временных положений которых определяет разность фаз входных сигналов одной частоты. Эта разность фаз  $\Delta\varphi$ , измеряемая в блоке 32, как понятно, определяется выражением

$$\Delta\varphi = 2\omega D/c, \quad (8)$$

откуда находят значение наклонной дальности:

$$D = c\Delta\varphi / 2\omega = \Delta\varphi c / 4\pi f, \quad (9)$$

где измеряемый сдвиг по фазе  $\Delta\varphi$  для однозначного отсчета наклонной дальности лежит в пределах  $0 \leq \Delta\varphi \leq 2\pi$ . Тогда для максимального значения измеряемой наклонной дальности  $D_{МАХ}$  находим частоту  $f$  колебаний в перестраиваемом по



частоте генераторе переменного тока 13 из выражения:

$$D_{\text{MAX}} = c / 2f. \quad (10)$$

Так, при частоте  $f=10$  кГц граничное значение  $D_{\text{MAX}}=15$  км, что вполне достаточно для тактического использования лазерного локатора по ракетам типа «Гарпун».

Разность фаз  $\Delta\varphi$  в форме длительности некоторого прямоугольного импульса, фронт которого задается начальной фазой колебаний генератора 13, а спад - начальной фазой сигнала (7), формируемого в блоке 33, затем кодируется в этом блоке двоичным кодом, который поступает на второй вход персонального компьютера с дисплеем 25, к третьему входу которого поступает сигнал с выхода генератора синхроимпульсов 18.

К четвертому и пятому входам персонального компьютера с дисплеем 25 поступают кодовые сигналы о текущих значениях азимута  $\beta$  и угла места  $\epsilon$  линии визирования цели. Автоматическое наведение линии визирования на движущуюся цель общеизвестно и выходит за рамки данной заявки. Поэтому действие блока измерения азимута и угла места цели 34 в данном техническом решении не рассматривается.

Управляющие первый и второй выходы персонального компьютера с дисплеем 25 соответственно связаны с входами регулирования перестраиваемого по частоте генератора переменного тока 13 и регулируемого по амплитуде усилителя 14.

Подстройка частоты  $f$  требуется для согласования с частотным детектором 30, а подстройка амплитуды сигнала, подаваемого на пьезоэлектрический корректор 4, необходима для получения требуемой величины девиации  $\Delta\nu_{\text{МОД}}$ . Так, на больших дальностях величину девиации следует увеличивать, а при приближении цели к локатору можно снижать.

По измеренным угловым координатам цели и значению наклонной дальности легко находятся координаты цели, высота полета ракеты и ее истинная скорость, что позволяет решить задачу о моменте противодействия ракете заградительным огнем скорострельных зенитных орудий.

Модификацией заявляемого устройства является локатор с матричным фотоприемником и многоканальной обработкой на ДЛЗ. Аналогичные решения предложены автором в работах [27-30].

Важно отметить, что использование заявляемого лазерного локатора и его модификаций, позволяющих измерять радиальную скорость и наклонную дальность без использования **ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКОГО МОДУЛЯТОРА** излучений, в частности, без использования внешних электрооптических модуляторов треугольных ЛЧМ сигналов, во-первых, существенно упрощает аппаратуру локатора, а во-вторых, значительно повышает его энергетический потенциал, поскольку во внешних модуляторах теряется значительная мощность лазерного излучения. От этого недостатка свободно заявляемое техническое решение.

Практическое изготовление заявляемого технического решения возможно на предприятиях оптико-механической промышленности, например, во ФГУП «ВНЦ «ГОИ имени С.И.Вавилова».

#### Литература

1. Лазерная локация. Под ред. Н.Д.Устинова. М.: Машиностроение, 1984.
2. Протопопов В.В., Н.Д.Устинов. Инфракрасные лазерные локационные системы. М.: Воениздат, 1987.
3. Измерение спектрочастотных и корреляционных параметров и характеристик лазерного излучения. Под ред. А.Ф.Котова и Б.М.Степанова. М.: Радио и связь, 1982.
4. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы, пер. с англ. Под ред. В.С.Кильзона. М.: Сов. радио, 1971.

5. Фильтры на поверхностных акустических волнах. Под ред. Г.Мэттьюза, М.: Сов. радио, 1981, 472 с.

6. Тверской В.И. Дисперсионно-временные методы измерения спектров радиосигналов. М.: Сов. радио, 1974, 240 с.

7. Джек А.А., Грант П.М., Коллинз Дж.Х. Теория проектирования и применение Фурье-процессоров на поверхностных акустических волнах, ТИИЭИР, 1980, №4, р.22-43.

8. Меньших О.Ф. Формирователь сложных линейно-частотно-модулированных сигналов, Авт. свид. СССР №1302987, 1985.

9. Меньших О.Ф. Способ анализа спектра сигналов. Авт. свид. СССР, №1817554, 1988.

10. Меньших О.Ф. Измеритель частоты сигналов лазерного доплеровского локатора. Авт. свид. СССР №1621728 и Авт. свид. СССР №1621729, 1988.

11. Меньших О.Ф. Спектроанализатор лазерного доплеровского локатора. Авт. свид. СССР №1595219, 1988.

12. Меньших О.Ф. Лазерный доплеровский локатор. Авт. свид. СССР №1741553, 1990.

13. Меньших О.Ф. Способ обнаружения детерминированного радиосигнала. Авт. свид. СССР №1828280, 1991.

14. Меньших О.Ф. Обнаружитель лазерного доплеровского локатора. Авт. свид. СССР №1805756 и №1829640, 1991.

15. Меньших О.Ф. Устройство для частотной модуляции лазера. Авт. свид. СССР №1373188, 1985.

16. Меньших О.Ф. Способ измерения кратковременной стабильности частоты излучения газового лазера. Авт. свид. СССР №1554719, 1987.

17. Меньших О.Ф. Обнаружитель моноимпульсного сигнала. Патент РФ №2046370, 1992.

18. Меньших О.Ф. Согласованный фильтр. Патент РФ №2016493, 1994.

19. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. М.: Сов. радио, 1974, кн. 1 и 2.

20. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. М.: Радио и связь, 1983, 320 с.

21. Меньших О.Ф. Ультразвуковой микроскоп. Патент РФ №2270997, №6, 2006.

22. Меньших О.Ф. Устройство для измерения динамических характеристик пьезокорректора лазера. Авт. свид. СССР №1630585, 1988.

23. Меньших О.Ф. Способ измерения базы дисперсионных линий задержки. Авт. свид. СССР №1574036, 1988.

24. Меньших О.Ф. Устройство для измерения кратковременной стабильности частоты излучений газовых лазеров. Авт. свид. СССР №1556291, 1988.

25. Меньших О.Ф. Устройство автоподстройки частоты лазерного доплеровского локатора. Авт. свид. СССР №1591675, 1988.

26. Меньших О.Ф. Устройство для измерения вариации частоты лазерного излучения в системе связанных лазеров. Авт. свид. СССР №1621732, 1988.

27. Меньших О.Ф. Лазерный доплеровский локатор. Патент РФ №2335785, 2008.

28. Меньших О.Ф. Лазерный когерентный локатор. Патент РФ №2352958, 2009.

29. Меньших О.Ф. Способ лазерного гетеродинного приема излучений. Патент РФ №2349930, 2009.

30. Меньших О.Ф. Способ обработки информации в лазерном когерентном локаторе с матричным фотоприемником. Патент РФ №2354994, 2009.

## Источники патентной информации

RU 2352958 C1, 20.04.2009	RU 2335785 C1, 10.10.2008
RU 2296350 C1, 27.03.2007	SU 1840450 A1, 20.03.2007
RU 2152058 C1, 27.06.2000	SU 1810030 A3, 27.04.1996
SU 944437 A1, 20.04.1995	RU 2012013 C1, 30.04.1994
JP 6258433 A, 16.09.1994	WO 2004074867 A1, 02.09.2004
GB 2256554 A, 09.12.1992	US 5000567 A, 19.03.1991

5

10

## Формула изобретения

Лазерный локатор, содержащий СО<sub>2</sub>-лазер непрерывного действия, передающий телескоп, приемный объектив, фотоприемник, работающий в гомодинном режиме фотосмещения, подключенный к последовательно связанным малошумящим

15 высокочастотным широкополосным усилителем, смесителем, ко второму входу которого подключен генератор линейно-частотно-модулированного импульсного сигнала, синхронизируемого от генератора синхроимпульсов, широкополосным усилителем, согласованным фильтром на дисперсионной линии задержки,

20 компенсирующим потери широкополосным усилителем, амплитудным детектором, пороговым устройством, блоком формирования сигнала радиальной скорости, второй вход которого подключен к выходу генератора синхроимпульсов, и персональным компьютером с дисплеем, к которому подключен блок измерения азимута и угла места цели, отличающийся тем, что в оптический резонатор СО<sub>2</sub>-лазера непрерывного

25 действия введен пьезоэлектрический корректор, связанный механически с глухим отражателем оптического резонатора, а электрически - с выходом регулируемого по амплитуде усилителя, связанного с регулируемым по частоте генератором переменного тока, а канал измерения дальности включает последовательно связанные

30 с выходом фотоприемника малошумящий среднечастотный полосовой усилитель, дополнительный смеситель, второй вход которого подключен к выходу гетеродина, полосовой фильтр, частотный детектор, резонансный усилитель, измеритель разности фаз, второй вход которого подключен к выходу генератора переменного тока, и блок формирования сигнала дальности.

35

40

45

50

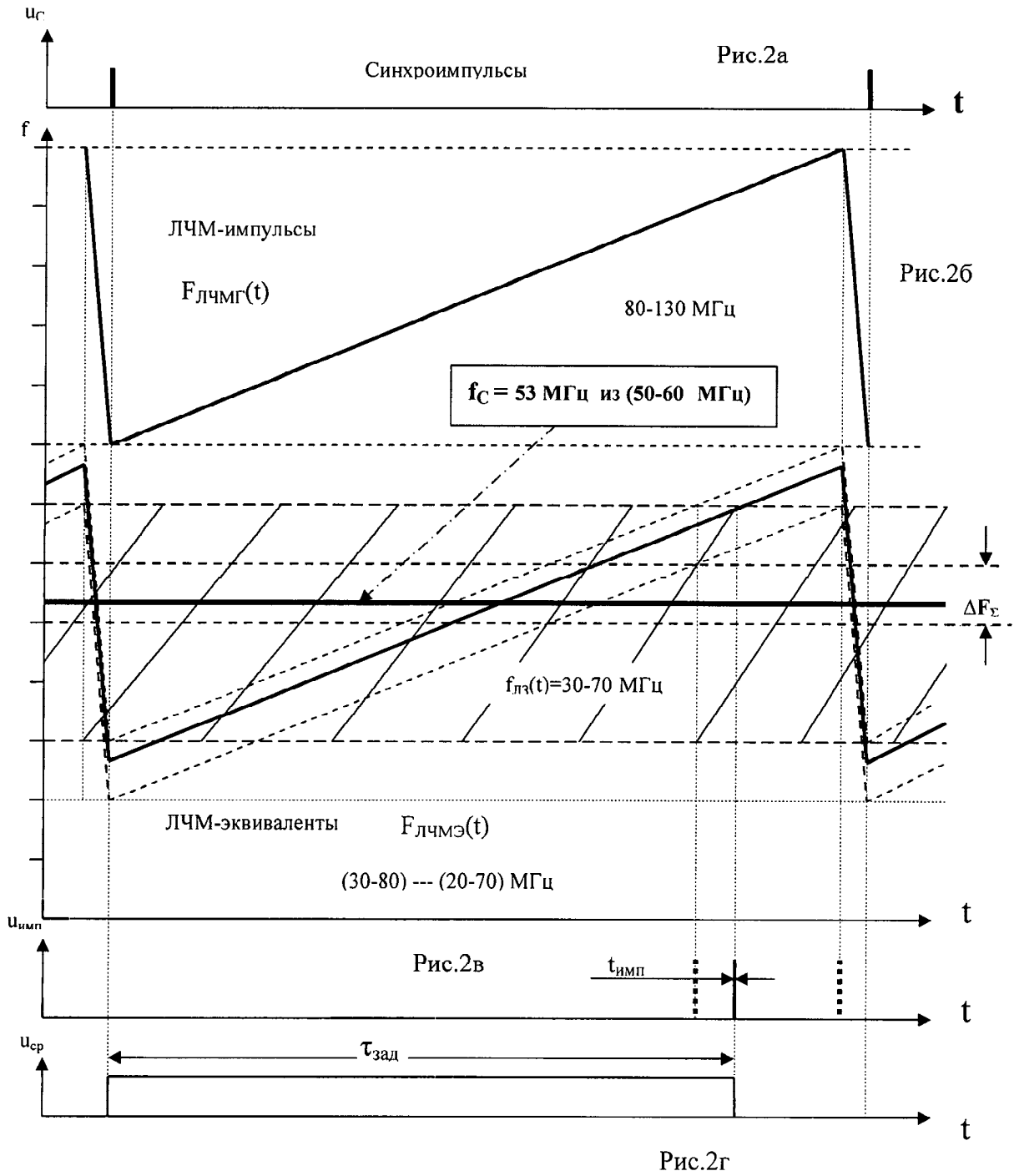


Рис. 2