

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** **2 348 001** ⁽¹¹⁾ ⁽¹³⁾ **C1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

F41H 11/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 26.04.2019)
Пошлина: учтена за 13 год с 29.05.2019 по 28.05.2020

(21)(22) Заявка: 2007119800/02, 28.05.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.05.2007(45) Опубликовано: 27.02.2009 Бюл. № 6(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2191973 C2, 27.10.2002. RU
2241193 C2, 27.11.2004. RU 2003108424 A,
10.01.2005. RU 2156943 C1, 27.09.2000. DE
10024320 A1, 29.11.2001. DE 10050479 A1,
18.04.2002.

Адрес для переписки:

300001, г.Тула, Щегловская засека,
Государственное унитарное предприятие
"Конструкторское бюро приборостроения"

(72) Автор(ы):

Рыбас Александр Леонидович (RU),
Образумов Владимир Иванович (RU),
Крехтунов Владимир Михайлович (RU),
Шевцов Олег Юрьевич (RU)

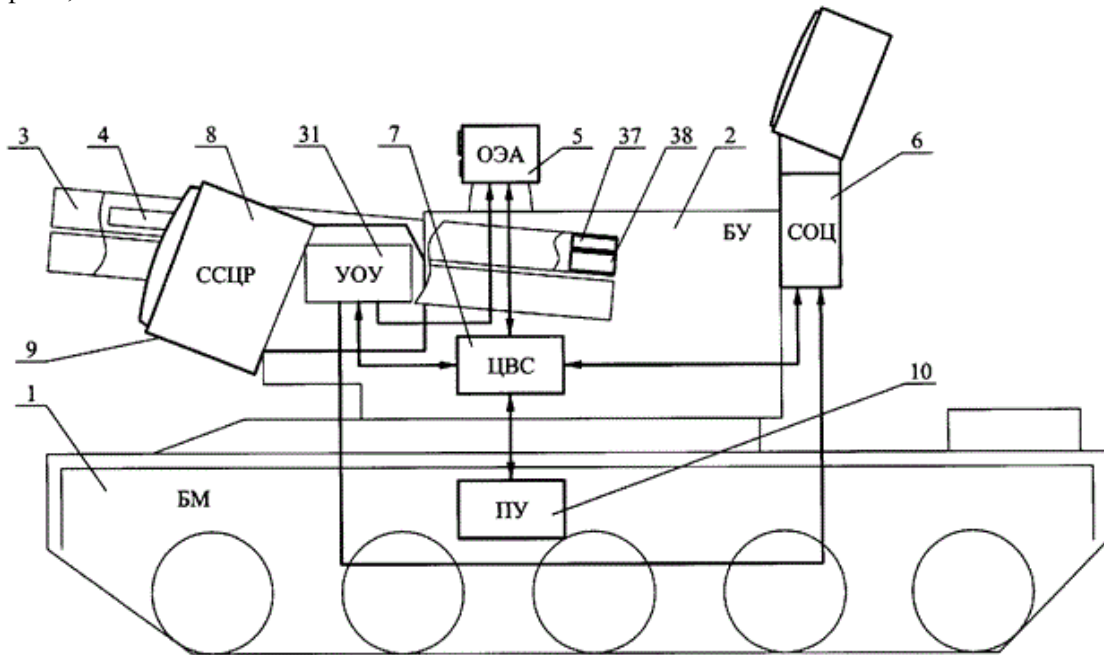
(73) Патентообладатель(и):

Государственное унитарное предприятие
"Конструкторское бюро
приборостроения" (RU)

(54) ЗЕНИТНАЯ ПУШЕЧНО-РАКЕТНАЯ БОЕВАЯ МАШИНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области противовоздушной обороны. Технический результат - повышение боевой эффективности и надежности боевой машины. Боевая машина (БМ) содержит башенную установку с пушечным и ракетным вооружением, с оптическим и радиолокационным миллиметрового (мм) диапазона волн ответчиками, установленными на каждой зенитной управляемой ракете (ЗУР), оптико-электронную аппаратуру (ОЭА) визирования ЗУР, цифровую вычислительную систему (ЦВС) БМ, радиолокационную станцию (РЛС) обнаружения целей (СОЦ). БМ содержит РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР (ССЦР) мм-диапазона волн с основной антенной (ОА) с моноимпульсным облучателем (МИО). БМ содержит антенну ввода ЗУР (АВР), выполненную в виде фазированной антенной решетки (ФАР), высокочастотный приемник (ВЧ-приемник) АВР, приемный тракт АВР, приемник промежуточной частоты (ПЧ-приемник), устройство обработки сигналов и управления. Выход блока предварительной обработки сигналов (БПОС) шиной соединен с входом ЦВМ, которая шиной подключена к ЦВС БМ и к синхронизатору, выход которого шиной подключен ко второму входу БПОС, а шиной цифрового последовательного интерфейса - к ЦВМ и ЦВС БМ. Основная антенна выполнена в виде ФАР с широкоугольным электрическим сканированием луча с системой управления лучом (СУЛ). В антенну ввода ЗУР введены СУЛ АВР и МИО АВР. 2 з.п.



Фиг. 1

Изобретение относится к области вооружения и может быть использовано в войсках противовоздушной обороны (ПВО), в сухопутных войсках и военно-морском флоте.

Известно, что средства ПВО в ряде стран мира к началу нового столетия достигли высоких результатов в своем развитии [1]. (Зенитное ракетное оружие мира. Справочник. Составитель А.Г.Соколов. / Под ред. Н.Н.Новичкова. - М.: Информационное агентство «АРМС-ТАСС», 2005 г. - 288 с). Такие зенитные ракетные комплексы (ЗРК), как Российские ЗРК семейства С-300 (С-300 ПМУ1, С-300В, С-300Ф), американский РАС-3 «PATRIOT» и, наконец, новая зенитная ракетная система С-300 ПМУ 2 «ТРИУМФ» способны успешно бороться с широким классом современных средств воздушного нападения. Среди них: самолеты тактической и стратегической авиации, дальнего радиолокационного обнаружения и наведения «AWACS», стратегические крылатые ракеты типа «ТОМАНХАWK» и другие крупные цели, в том числе - выполненные по технологии «STEALSE».

Однако анализ ряда локальных военных конфликтов на территориях некоторых стран мира (Югославия, Ирак, Афганистан, Ливан и другие) в последнее время свидетельствует о широком применении высокоточного оружия (ВТО). К нему относятся противорадиолокационные ракеты, крылатые ракеты, управляемые авиабомбы, беспилотные летательные аппараты с дистанционным управлением и т.д. Эти средства дают нападающей стороне добиться желаемого результата с минимальными затратами и людскими потерями даже без пересечения границы страны нападения. Средства нападения ВТО имеют малую эффективную площадь рассеяния, и борьба с ними с использованием перечисленных выше зенитных ракетных комплексов средней и большой дальности малоэффективна. К тому же сами эти ЗРК тоже нуждаются в защите от средств ВТО

Наиболее эффективными средствами борьбы с ВТО являются мобильные зенитные пушечные, ракетные и пушечно-ракетные комплексы малой дальности, располагаемые как стационарно, так и на самоходных колесных или гусеничных шасси высокой проходимости, способные вести стрельбу как с места, так и в движении. Известны зенитные комплексы ПВО малой дальности с одним видом вооружений, например [1], такие как пушечный комплекс «Гепард» (Германия) и ракетный комплекс «Роланд» (Германия, Франция). Однако более высокую боевую эффективность имеют зенитные комплексы с комбинированным ракетно-пушечным вооружением, способные создавать сплошную зону поражения в заданном угловом секторе пространства как по дальности, так и по высоте.

Известен, например, зенитный пушечно-ракетный комплекс «Тунгуска» [2] (Зенитный пушечно-ракетный комплекс "Тунгуска". / В кн. "Зенитные ракетные комплексы ПВО сухопутных войск. - М: Изд-во РОО "Тех-информ", 1999, №5, 6. - С.64-70). В его боевой машине (БМ) используется пушечное и ракетное вооружение с единой системой управления. Комплекс содержит самоходное шасси, башенную установку (БУ) с вооружением, его приводами, радиолокационной станцией (РЛС)

обнаружения целей (СОЦ), РЛС сопровождения целей и ракет (ССЦР) сантиметрового диапазона волн, с оптическим прицелом, с приводами наведения и стабилизации, оптико-электронной аппаратурой (ОЭА) выделения координат зенитной управляемой ракеты (ЗУР) и цифровой вычислительной системой (ЦВС). Недостатком комплекса «Тунгуска» является ограничение боевого применения ракетного оружия в условиях плохой видимости.

Известна зенитная ракетно-пушечная боевая машина (ЗРПБМ) [3] (Патент РФ №2156943. Зенитная ракетно-пушечная боевая машина / А.Г.Шипунов, В.И.Образумов, П.С.Комонов, А.М.Давыдов, В.А.Поваров, Л.И.Сукачев, А.А.Пучков. - Оpubл. в БИ, 2000, №27). Она имеет более широкие условия боевого применения и характеризуется более высокой надежностью визирования ЗУР как на участке захвата и вывода ракеты, так и на участке ее наведения на цель. Данная боевая машина содержит башенную установку с пушечным и ракетным вооружением, СОЦ, ССЦР сантиметрового диапазона волн с антенной колонкой и приводами наведения и стабилизации, оптико-электронной аппаратурой визирования ЗУР, состоящей из устройства съема координат и блока выделения координат ЗУР, и ЦВС. В состав БМ введены радиолокационный ответчик (РО) миллиметрового (мм) диапазона волн, установленный на ЗУР, и радиолокационный канал визирования ЗУР, состоящий из антенн захвата и вывода по азимуту и углу места, основной антенны (ОА), диаграммообразующей схемы и двухканального высокочастотного приемника, установленных на антенной колонке (АК), и двухканального низкочастотного приемника, расположенного в башенной установке. Недостатком данной боевой машины является невозможность сопровождения низколетящих целей и недостаточная помехозащищенность радиолокационного канала сопровождения целей и низкая боевая эффективность.

Известна зенитная пушечно-ракетная боевая машина (ЗПРБМ) [4] (Патент России №2191973. Зенитная пушечно-ракетная боевая машина. МПК 7 F41H 7/00, F41G 3/22. Оpubл. 27.10.2002. Б И №30), принятая авторами в качестве прототипа к предлагаемому изобретению, в которой частично устранены недостатки из источников [2] и [3]. Известная ЗПРБМ содержит БУ с пушечным и ракетным вооружением, с оптическим и радиолокационным миллиметрового диапазона волн ответчиками, установленными на ЗУР, СОЦ, ССЦР сантиметрового диапазона волн с антенной колонкой и приводами наведения и стабилизации, с общей ОА, оптико-электронную аппаратуру визирования ЗУР и целей и ЦВС. Повышение боевой эффективности и помехозащищенности БМ достигается за счет введения в нее радиолокационного канала сопровождения целей и ввода ЗУР миллиметрового диапазона волн, состоящего из двухдиапазонного облучателя (сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн) ОА, антенны ввода ЗУР (АВР), передатчика, задающего генератора, сверхвысокочастотных (СВЧ) приемников ОА и АВР, приемника промежуточной частоты (ПЧ), блока предварительной обработки сигналов (БПОС), синхронизатора и цифровой вычислительной машины (ЦВМ).

Недостатками известной ЗПРБМ являются: низкая боевая эффективность и надежность, а также ограниченное ее применение в условиях плохой видимости. Недостатки обусловлены следующими факторами.

1. В качестве ОА в ЗПРБМ применяется двухзеркальная антенна с механическим сканированием луча, установленная на антенной колонке, имеющей механические приводы наведения и стабилизации. Использование механического привода для вращения ОА по азимуту и углу места снижает надежность и быстродействие ССЦР, увеличивает время захвата цели и ракеты, делает радиолокационный режим работы ЗРК одноканальным по цели.

2. Антенна ввода ракеты в ЗПРБМ-прототипе представляет собой одноканальную ФАР мм-диапазона волн, также размещенную на антенной колонке, обеспечивающую формирование диаграмм направленности с шириной главного лепестка 10° или 3° , сканируемых в пространстве. Принятый АВР сигнал от радиоответчика, установленного на ЗУР, подается на одноканальный СВЧ-приемник. При такой схеме построения и работы АВР увеличивается время захвата ЗУР и ввода ее в луч ОА, вследствие чего снижается боевая эффективность БМ.

3. К такому же результату приводит и использование одного приемника промежуточной частоты, общего для ОА и АВР, который поочередно обрабатывает коммутируемые по командам синхронизатора суммарный и разностные сигналы от цели, снимаемые с выхода СВЧ-приемника ОА, и сигнал от ответчика ЗУР, снимаемый с выхода СВЧ-приемника АВР.

4. Большая часть оборудования ССЦР, за исключением БПОС, ЦВС, ЦВМ и части синхронизатора, установлена на антенной колонке. Она имеет механизмы наведения и стабилизации, что значительно усложняет конструкцию БУ БМ и снижает ее

надежность. Малая скорость механического вращения ОА увеличивает время захвата цели от момента ее обнаружения СОЦ и выдачи целеуказания на ССЦР и взятие ею на сопровождение.

5. Хотя ЗПРБМ-прототип имеет оптический и радиолокационный каналы сопровождения целей и ЗУР, однако в условиях плохой видимости, в частности, в запыленной местности, ЗПРБМ с оптической системой наведения и управления становится не боеспособной. В этом случае БМ-прототип оказывается фактически одноканальной, способной работать только по одной цели.

6. ССЦР в ЗПРБМ-прототипе не оптимально построена, она имеет излишнее число блоков и соединений между ними, что усложняет структуру и конструкцию ССЦР и снижает ее надежность. В частности, синхронизатор выполнен в виде двух блоков, расположенных в АК и БУ.

7. Одним из недостатков, присущих ЗПРБМ-прототипу, является сложность схемы возбуждения передатчика и СВЧ-приемников мм-диапазона волн и приемника промежуточной частоты. Радиолокационный канал сопровождения целей и ЗУР мм-диапазона волн не имеет своего опорного генератора. Для формирования сигналов на выходах задающего генератора мм-диапазона волн, подаваемых на вход передатчика и на второй вход СВЧ-приемника ОА мм-диапазона, используется опорный генератор, размещенный в задающем генераторе см-диапазона волн. С его выходов снимаются СВЧ-сигналы не только на вход передатчика см-диапазона волн, но и на вход задающего генератора мм-диапазона волн и второй вход ПЧ-приемника, усиливающего сигналы, принятые ОА см- и мм-диапазонов волн и АВР мм-диапазона волн. Описанная схема построения системы возбуждения для антенн мм-диапазона волн не только усложняет конструкцию ССЦР, но и снижает надежность и эффективность как ССЦР, так и ЗПРБМ в целом. В случае выхода из строя опорного генератора см-диапазона волн, радиолокационный канал мм-диапазона волн не работоспособен.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение боевой эффективности ЗПРБМ, ее надежности, расширение условий ее боевого применения и упрощение конструктивного исполнения.

Техническими предпосылками для достижения поставленной цели является использование антенн с широкоугольным электрическим сканированием луча, обеспечивающих его быстрый переброс в любое положение в заданном секторе пространства без механического перемещения всей БУ, АК или отдельных ее частей.

Поставленная задача достигается тем, что в зенитной пушечноракетной боевой машине (БМ), содержащей башенную установку с пушечным и ракетным вооружением, с оптическим и радиолокационным миллиметрового (мм) диапазона волн ответчиками, установленными на зенитной управляемой ракете (ЗУР), оптико-электронную аппаратуру (ОЭА) визирования ЗУР и целей, цифровую вычислительную систему (ЦВС) БМ, радиолокационную станцию (РЛС) обнаружения целей (СОЦ), РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР (ССЦР) мм-диапазона волн с основной антенной (ОА) с моноимпульсным облучателем (МИО), выходы которого соединены трехканальным приемным трактом ОА со входами трехканального высокочастотного приемника (ВЧ-приемник) ОА, с задающим генератором, первый выход которого соединен передающим трактом с усилителем мощности, с антенной ввода ЗУР (АВР), выполненной в виде фазированной антенной решетки (ФАР), с ВЧ-приемником АВР, приемным трактом АВР, приемником промежуточной частоты (ПЧ-приемник), устройством обработки сигналов и управления, включающим синхронизатор, цифровую вычислительную машину (ЦВМ) и блок предварительной обработки сигналов (БПОС), выход которого шиной цифрового параллельного интерфейса соединен с входом ЦВМ, которая шиной цифрового параллельного интерфейса подключена к ЦВС БМ и к синхронизатору, выход которого шиной цифрового параллельного интерфейса подключен ко второму входу БПОС, а шиной цифрового последовательного интерфейса - к ЦВМ и ЦВС БМ, основная антенна выполнена в виде ФАР с широкоугольным электрическим сканированием луча с системой управления лучом (СУЛ), вход МИО ОА соединен передающим трактом с выходом усилителя мощности, в антенну ввода ЗУР введены СУЛ АВР и МИО АВР, ВЧ-приемник АВР и приемный тракт АВР выполнены трехканальными, причем ВЧ-приемник АВР соединен приемным трактом АВР с тремя выходами МИО АВР, ПЧ-приемник выполнен в виде двух независимых блоков: один из них - трехканальный ПЧ-приемник ОА, первые входы которого соединены с выходами ВЧ-приемника ОА, а выходы которого соединены с первым-третьим входами БПОС, другой блок - трехканальный ПЧ-приемник АВР, первые входы которого соединены с выходами ВЧ-приемника АВР, а выходы которого соединены с четвертым-шестым входами БПОС, вход задающего генератора соединен с первым выходом синхронизатора, второй

выход задающего генератора соединен со вторыми входами каналов ПЧ-приемников ОА и АВР, а третий выход - с входом синхронизатора, второй выход синхронизатора соединен с третьими входами ПЧ-приемников ОА и АВР, третий -десятый выходы синхронизатора подключены к управляющим входам соответственно передающего тракта, приемного тракта ОА, приемного тракта АВР, ВЧ-приемника ОА, ВЧ-приемника АВР, усилителя мощности, ОЭА и СОЦ, а шинами цифрового последовательного интерфейса синхронизатор связан с СУЛ ОА и СУЛ АВР. Основная антенна с ФАР ОА, СУЛ ОА и МИО ОА, антенна ввода ЗУР с ФАР АВР, СУЛ АВР и МИО АВР, задающий генератор, усилитель мощности, ВЧ-приемник ОА, ВЧ-приемник АВР, ПЧ-приемник ОА, ПЧ-приемник АВР, передающий тракт, приемный тракт ОА, приемный тракт АВР и устройство обработки сигналов и управления размещены в едином корпусе ССЦР, стационарно установленном на башенной установке. ВЧ-приемник ОА и ВЧ-приемник АВР выполнены в виде маломощных усилителей (МШУ).

На фиг.1 и фиг.2 приведены структурные схемы ЗПРБМ и ССЦР.

На фиг.1 схематически показана боевая машина (БМ) 1 и расположение ее основных систем: башенная установка (БУ) 2, ракетное вооружение 3, пушечное вооружение 4, оптико-электронная аппаратура визирования ЗУР и целей (ОЭА) 5, РЛС обнаружения целей (СОЦ) 6, центральная вычислительная система (ЦВС) БМ 7, РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР мм-диапазона волн (ССЦР) 8, корпус ССЦР 9, пульт управления (ПУ) БМ 10, радиолокационный ответчик миллиметрового диапазона волн 37, оптический ответчик 38.

На фиг.2 приведена структурная схема РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР миллиметрового диапазона волн (ССЦР), где основная антенна (ОА) 11, фазированная антенная решетка (ФАР) ОА 12, система управления лучом (СУЛ) ОА 13, моноимпульсный облучатель (МИО) ОА 14, передающий тракт 15, усилитель мощности 16, передающий тракт 17, задающий генератор 18, приемный тракт ОА 19, ВЧ-приемник ОА 20, приемный тракт ОА 21, приемник промежуточной частоты ОА (ПЧ-приемник ОА) 22, антенна ввода ЗУР (АВР) 23, фазированная антенная решетка АВР (ФАР АВР) 24, система управления лучом АВР (СУЛ АВР) 25, моноимпульсный облучатель АВР (МИО АВР) 26, приемный тракт АВР 27, ВЧ-приемник АВР 28, приемный тракт АВР 29, приемник промежуточной частоты АВР (ПЧ-приемник АВР) 30, устройство обработки сигналов и управления (УОУ) 31, блок предварительной обработки сигналов (БПОС) 32, синхронизатор 33, цифровая вычислительная машина (ЦВМ) 34.

СОЦ 6 обеспечивает обнаружение целей, определение их координат и государственной принадлежности.

ССЦР 8 представляет собой многоканальную когерентно-импульсную РЛС сопровождения по меньшей мере двух целей и двух ЗУР.

Основная антенна ССЦР (ОА) 11 предназначена для излучения зондирующих сигналов, сигналов команд управления ЗУР и приема отраженных от целей сигналов и сигналов радиолокационных ответчиков 37, установленных на ЗУР-ах 3. В ОА 11 реализуется моноимпульсный метод пеленгации. ОА 11 представляет собой ФАР 12-миллиметрового диапазона волн с широкоугольным электрическим сканированием луча, управляемую системой управления лучом ОА (СУЛ ОА) 13, возбуждаемую моноимпульсным облучателем ОА (МИО ОА) 14. ОА 11 с ФАР ОА 12 и МИО ОА 14 излучают и принимают электромагнитные волны с круговой поляризацией электромагнитного поля.

Антенна ввода ЗУР (АВР ЗУР) 23 служит для приема сигналов от радиолокационных ответчиков 37, установленных на зенитных управляемых ракетах 3. АВР 23 представляет собой ФАР АВР 24 с МИО АВР 26, работающую в миллиметровом диапазоне волн, с широкоугольным электрическим сканированием луча, управляемую системой управления лучом АВР (СУЛ АВР) 25. Антенна ввода ЗУР (АВР) 23 принимает электромагнитные волны с круговой поляризацией электромагнитного поля. В антенне ввода ЗУР 23 реализуется моноимпульсный метод пеленгации.

Передающие тракты 15 и 17, приемные тракты ОА 19 и 21 и приемные тракты АВР 27 и 29 представляют собой совокупности отрезков регулярных волноводов, изгибов, уголков, скруток и гибких секций, обеспечивающих соединение усилителя мощности 16 с первым выходом задающего генератора 18 и входом МИО ОА 14, ВЧ-приемника ОА 20 и ВЧ-приемника АВР 28 соответственно с выходами МИО ОА 14 и МИО АВР 26 и входами ПЧ-приемника ОА 22 и ПЧ-приемника АВР 30. Кроме того, в волноводные тракты входят и более сложные волноводные узлы: аттенюаторы с узлами управления на входах ВЧ-приемника ОА и ВЧ-приемника АВР, переключатель «антенна - эквивалент антенны» и устройство установки оптимальной мощности - на

выходе усилителя мощности 16, а также развязывающее устройство на первом выходе задающего генератора 18 и другие узлы.

Синхронизатор 33 служит для формирования сигналов синхронизации и управления работой всех блоков ССЦР 8, приема и ретрансляции докладов об их функциональном состоянии, а также команд управления элементами передающего тракта 15 и приемных трактов ОА 19 и АВР 27, обеспечивает кодирование радиоконанд, формирует импульсные последовательности, поступающие по шине цифрового последовательного интерфейса в БПОС 32 и ЦВМ 34, организует обмен информацией по шине цифрового последовательного интерфейса между ЦВМ 34 и ЦВС БМ 7, а также синхронизатора 33 с СУЛ ОА 13 и СУЛ АВР 25.

Синхронизирующие импульсы с выхода 1 синхронизатора 33 поступают на вход задающего генератора 18, который включает опорный генератор мм-диапазона волн, задающий генератор вырабатывает сигналы несущей частоты для передающей системы ОА, поступающие с выхода 1 на вход усилителя мощности 16 через передающий тракт 15, также задающий генератор вырабатывает сигналы гетеродинов, поступающие с выхода 2 на вторые входы ПЧ-приемника ОА 22 и ПЧ-приемника АВР 30, и сигнал опорной частоты, поступающий с выхода 3 задающего генератора 18 на вход синхронизатора 33.

С выхода усилителя мощности 16 усиленный сигнал задающего генератора поступает по передающему тракту 15 на вход МИО ОА 14, возбуждающего ФАР ОА 12.

Боевая работа предлагаемой ЗПРБМ 1 происходит следующим образом. СОЦ 6 осуществляет обзор заданного сектора пространства, после обнаружения цели определяет ее национальную принадлежность и передает координаты цели в ЦВС БМ 7, где выделяются цели, наиболее опасные и подлежащие обстрелу. После этого выдается целеуказание (координаты) в ССЦР 8. УОУ 9 ССЦР 8 обрабатывает полученное целеуказание, обеспечивает с помощью ОА 11 допоиск цели, ее обнаружение, определяет точные координаты цели (дальность, скорость и две угловых координаты), передает их в ЦВС БМ 7 и осуществляет автосопровождение цели.

После получения из ССЦР 8 уточненных координат цели ЦВС БМ 7 принимает решение о возможности ее обстрела. После принятия решения об обстреле цели ЦВС БМ 7 дает команду системе автоматики БУ 8 на пуск ЗУР 3 и одновременно выдает в ССЦР 8 начальные координаты ЗУР 3 на траектории полета - точку «встреливания» (дальность, скорость и две угловые координаты).

АВР, обладая высокой скоростью электрического сканирования луча ФАР в широком секторе пространства и имея МИО АВР 26, по команде УОУ 31 с помощью СУЛ АВР устанавливает луч в точку «встреливания». ОА 11 передает на ЗУР 3 запросные послышки, используя потенциал первых боковых лепестков своей диаграммы направленности (ДН). ЗУР 3 после приема запросных посылок излучает ответный КВЧ-сигнал посредством расположенного на ее борту радиолокационного ответчика 37. ФАР АВР 24 принимает излученный радиолокационным ответчиком 37 КВЧ-сигнал. С выходов МИО АВР 26 через приемный тракт АВР 27 суммарный и разностные КВЧ-сигналы поступают на входы ВЧ-приемника АВР 28, усиливаются и по приемному тракту АВР 29 поступают на первые входы ПЧ-приемника АВР 30, усиливаются в нем с преобразованием частоты и с его выходов поступают на четвертый - шестой входы БПОС 32. Устройство обработки сигналов и управления (УОУ) 31 по этим трем сигналам выделяет точные координаты ЗУР 3, с помощью СУЛ АВР 25 управляет ФАР АВР 24 и обеспечивает захват ЗУР 3. Далее УОУ 31 устанавливает луч ОА 11 в то направление, в котором АВР 23 захватила ЗУР 3, и производится излучение запросной послышки на ЗУР 3 главным лепестком ДН ОА 11. Радиолокационный ответчик 37 ЗУР 3 после приема запросной послышки от ОА 11 излучает ответный сигнал, который принимается ФАР ОА 12. С выходов МИО ОА 14 суммарный и разностные КВЧ-сигналы через приемный тракт ОА 19 поступают на входы ВЧ-приемника ОА 20, усиливаются ВЧ-приемником и с его выходов по приемному тракту ОА 21 поступают на входы ПЧ-приемника ОА 22, усиливаются в нем с преобразованием частоты и с его выходов поступают на первый-третий входы БПОС 32. УОУ 31 определяет координаты ЗУР 3, обеспечивает ее захват и сопровождение ОА ССЦР 8.

ЗУР 3 после ее пуска с БУ БМ пеленгуется, захватывается и сопровождается по командам УОУ 9 не только ОА и АВР ССЦР, но и ОЭА визирования ЗУР и целей 5. При этом пеленгация ЗУР осуществляется по сигналам оптического ответчика 38, установленного на ЗУР. В процессе боевой работы ЗПРБМ 1 в оптическом режиме информация о координатах ЗУР 3, найденных с помощью радиолокационного канала,

транслируется в ОЭА 5 из ЦВС БМ 7 от ССЦР 8 и используется для захвата ЗУР ОЭА 5.

Таким образом, УОУ 31 ССЦР 8 осуществляет управление всеми ЗУР 3, выпущенными БМ 1 по конкретным целям, число которых может составлять: одну, две и более.

Предлагаемая ЗПРБМ может успешно функционировать в сложных метеорологических условиях, в том числе и в запыленной местности, в любое время года, а также в дневное и ночное время, поражая широкий класс объектов, в том числе ВТО, находясь, как в стационарной позиции, так и в движении.

Боевая эффективность предлагаемой ЗПРБМ превышает боевую эффективность ЗПРБМ - прототипа. Это обусловлено ее многоканальностью по целям и ракетам, меньшим временем реакции комплекса, высокой скоростью электрического сканирования лучей ОА и АВР в широком секторе пространства, например до $\pm 60^\circ$ по азимуту и до $\pm 45^\circ$ по углу места относительно нормалей к раскрывам антенн ОА и АВР.

Благодаря своим возможностям данная ЗПРБМ может быть использована для эффективной защиты военных и промышленных объектов, важнейших объектов инфраструктуры, непосредственно боевых порядков войск от ударов средств воздушного нападения в условиях массированного применения ВТО.

В данной ЗПРБМ реализован полный цикл боевой работы от обнаружения и сопровождения целей до их поражения как в автономном режиме, так и в режиме внешнего целеуказания.

Эффективность предлагаемого технического решения проверена экспериментально в процессе модернизации образцов ЗПРБМ, разрабатываемых Государственным унитарным предприятием «Конструкторское бюро приборостроения» (г.Тула).

На предлагаемое изобретение разработана техническая документация на блоки, системы и комплекс в целом. Изготовлены экспериментальные образцы узлов и блоков, проведены лабораторно-стендовые и натурные испытания отдельных блоков, систем и комплекса в целом.

Практическая реализация предложенной ЗПРБМ, в том числе отдельных ее блоков, не вызывает принципиальных трудностей. Конструкторским бюро приборостроения (г.Тула, РФ) ранее разработаны и приняты на вооружение ряд зенитных ракетно-пушечных комплексов малой дальности, в том числе - самоходный ЗРК для сухопутных войск «Тунгуска-М1» [2, стр.86-87] и для самообороны кораблей «Каштан» [1, стр.238-239], а также ЗРПК «Панцирь-С1» [1, стр.100-101].

Предлагаемая зенитная пушечно-ракетная боевая машина может быть выполнена на базе ЗПРБМ - прототипа [4] с максимальным использованием ее узлов, в частности: башенной установки, пульта управления, пушечного и ракетного вооружения, оптического ответчика, радиолокационного ответчика миллиметрового диапазона волн, оптикоэлектронной аппаратуры визирования ЗУР, ЦВС БМ, РЛС обнаружения целей (СОЦ), а также некоторых элементов РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР (ССЦР), например, передающего и приемных волноводных трактов, задающего генератора, усилителя мощности, ВЧ-приемника, ПЧ-приемника, устройства обработки сигналов и управления.

В качестве ВЧ-приемников ОА 20 и АВР 28 с целью увеличения отношения «сигнал/шум» в приемных трактах в ССЦР 8 используются малошумящие усилители (МШУ). Они устанавливаются в каналы приемных трактов вместе с неуправляемыми защитными устройствами, предохраняющими МШУ от перегрузок, и с управляемыми аттенюаторами, расширяющими динамический диапазон работы ССЦР. МШУ широко используются в РЛС, в том числе и мм-диапазона волн, они используются как комплектующие изделия, выпускаемые серийно, и выбираемые в соответствии с рабочим диапазоном частот, коэффициентом усиления, поперечным сечением волновода и другими параметрами.

Схемы построения современных передатчиков СВЧ диапазона, примеры выполнения отдельных каскадов, в том числе задающих генераторов, в которых умножением частоты опорного генератора формируются сигналы для усилителя мощности и сигналы гетеродинов для ПЧ-приемников ОА и АВР, описаны например в справочнике и монографии [6, 12].

Вместо одного трехканального ПЧ-приемника, в котором коммутируются сигналы, принимаемые ОА 11 и АВР 23, в ССЦР 8 используются два трехканальных ПЧ-приемника: ПЧ-приемник ОА 23 и ПЧ-приемник АВР 30 без коммутации сигналов. Схемные решения для ПЧ-приемников с преобразованием частоты известны и описаны в литературе по радиолокационным приемникам [6].

Фазированные антенные решетки с широкоугольным электрическим сканированием луча и моноимпульсные облучатели, работающие на

электромагнитных волнах с круговой поляризацией, а также усилители мощности миллиметрового диапазона волн, например клистроны и ЛБВ, известны и широко используются в мировой практике. Схемы их построения и практическая реализация описаны, например, в монографиях [5, 9, 11, 12].

Элементы фазированных антенных решеток миллиметрового диапазона волн, например с ферритовыми фазовращателями с широкоугольным электрическим сканированием, также известны и выпускаются серийно, в частности на ОАО «Завод Магнетон» (г. Санкт-Петербург, Россия / Проспект ОАО «Завод Магнетон»).

Системы управления лучом ФАР с электрическим сканированием луча, СУЛ ОА и СУЛ АВР, известны и описаны в технической и научной литературе. В частности, в справочнике [6] в разделе 5.6 и в обзоре по электронной технике [10] описаны системы управления быстродействующими ферритовыми фазовращателями. В том числе, например, и волноводным ферритовым фазовращателем фарадеевского типа с продольным намагничиванием ферритового стержня, работающим на волнах с круговой поляризацией электромагнитного поля и входящим в состав элементов, например, ФАР ОА и ФАР АВР. Здесь же приведены принципиальные схемы и примеры реализации устройств управления волноводными ферритовыми фазовращателями. Известны также и серийно выпускаемые микросхемы, используемые, например, в СУЛ серийно выпускаемых ЗРК, например С-300 ПМУ1.

ЦВС 15 в предлагаемой ЗПРБМ может быть выполнена аналогично описанной в прототипе [4]. Однако, наряду с решением задач, связанных с обработкой радиолокационных сигналов, с управлением блоками ССЦР 8, анализом и цифровой обработкой информации, одновременно решаются задачи управления электрическим сканированием лучей ОА 11 и АВР 23. Для этого в ЦВМ 15 для каждого конкретного углового положения в секторе сканирования луча, например ФАР ОА 12, рассчитываются фазы возбуждения всех излучающих элементов ФАР. Затем, по известным формулам [9] рассчитываются фазовые сдвиги, которые должны ввести все фазовращатели элементов ФАР, по известным характеристикам фазовращателей находятся управляющие сигналы для каждого из них. Эта информация через синхронизатор передается в СУЛ ОА 13 и по командам УОУ 31 СУЛ ОА обеспечивает создание в раскрые ФАР ОА 12 требуемого фазового распределения.

Аналогичным образом ЦВМ через синхронизатор управляет работой СУЛ АВР 25 и ФАР АВР 24.

Вышесказанное свидетельствует о технической реализуемости предложенного решения.

Предложенное техническое решение ЗПРБМ может найти промышленное применение, например, при модернизации зенитных пушечно-ракетных комплексов малой дальности «Тунгуска-М1» [2] и «Панцирь-С1» [7, 8] с целью повышения их боевой эффективности, надежности, упрощения конструкции и расширения возможностей их практического применения.

Источники информации

1. Зенитное ракетное оружие мира. Справочник. Серия малоформатных справочников "Оружие мира". Составитель А.Г.Соколов. Под редакцией Н.Н.Новичкова. - М.: Информационное агентство «АРМС-ТАСС», 2005 г. - 288 с.
2. Зенитный пушечно-ракетный комплекс «Тунгуска»/ В кн. «Зенитные ракетные комплексы ПВО Сухопутных войск»/ Техника и вооружение. - М.: Изд. РОО «Тех-информ», 1999, №5-6. - С.64-70 (аналог).
3. Зенитная ракетно-пушечная боевая машина. Патент РФ №2156943. Оpubл. в БИ, 2000, №27, (аналог).
4. Зенитная пушечно-ракетная боевая машина. Патент РФ №2191973. Оpubл. в БИ, 2002, №30, (прототип).
5. Сканирующие антенные системы СВЧ. Пер. с англ. под ред. Маркова Г.Т. и Чаплина А.Ф. - М.: Сов. радио (в трех томах). Т.2, 1969. - 486 с., Т.3, 1971. - 464 с.
6. Справочник по радиолокации. Под ред. М.Сколника. Пер. с англ. под ред. К.Н.Трофимова. Т.2. Радиолокационные антенные устройства. - М.: Советское радио, 1979.
7. Дудка В.Д., Образумов В.И. «Панцирь-С1» - универсальный зенитный комплекс ближнего действия» / Аэрокосмическое оружие, 2004, №6. - С.182-185.
8. Фимушкин В.С., Слугин В.Г. ЗРК ближнего действия «Панцирь-С1-0» с оптико-электронной системой наведения. - Военный парад, 2004, май-июнь. - С.12-14.
9. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток: Учеб. пособие для вузов / Д.И.Воскресенский, В.И.Степаненко, В.С.Филиппов и др. Под ред. Д.И.Воскресенского. - М.: Радиотехника, 2003. - 632 с.
10. Схемы управления быстродействующими ферритовыми фазовращателями. Обзоры по электронной технике, серия 1. «Электроника СВЧ», выпуск 7 (711). - М.:

ЦНИИ «Электроника», 1980. - 26 с.

11. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация. - М.: Советское радио, 1970. - 392 с.

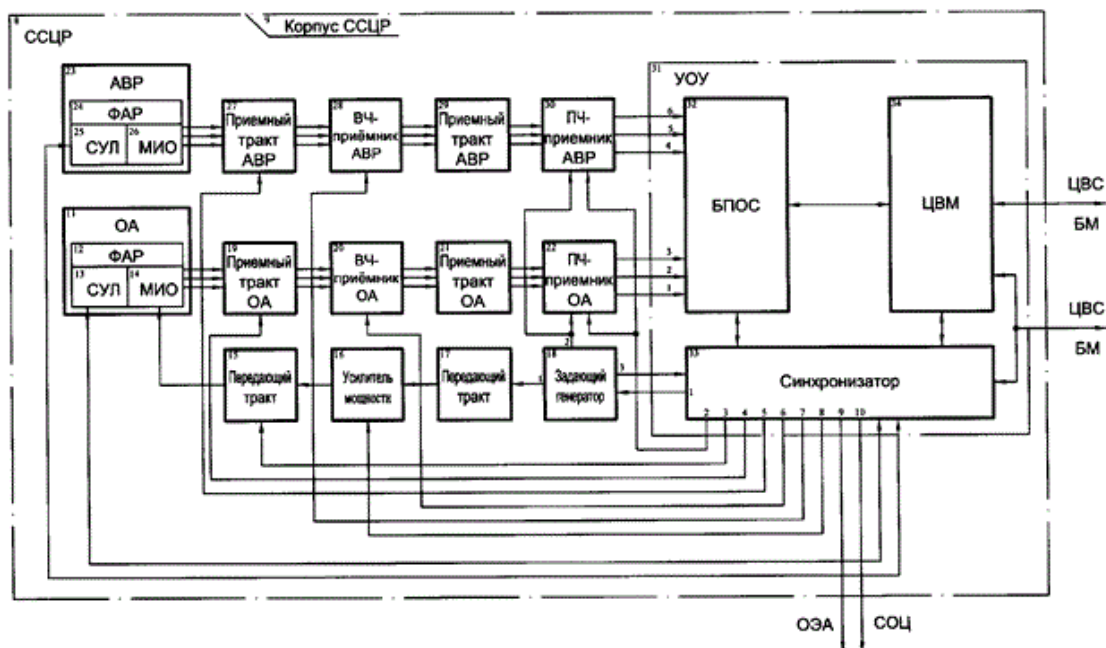
12. Вамберский М.В., Казанцев В.И., Шелухин С.А. Передающие устройства СВЧ. Под редакцией М.В.Вамберского. - М.: Высшая школа, 1984. - 448 с.

Формула изобретения

1. Зенитная пушечно-ракетная боевая машина (БМ), содержащая башенную установку с пушечным и ракетным вооружением, с оптическим и радиолокационным миллиметрового (мм) диапазона волн ответчиками, установленными на зенитной управляемой ракете (ЗУР), оптико-электронную аппаратуру (ОЭА) визирования ЗУР, цифровую вычислительную систему (ЦВС) БМ, радиолокационную станцию (РЛС) обнаружения целей (СОЦ), РЛС сопровождения целей и ввода ЗУР (ССЦР) мм-диапазона волн с основной антенной (ОА) с моноимпульсным облучателем (МИО), выходы которого соединены трехканальным приемным трактом ОА со входами трехканального высокочастотного приемника (ВЧ-приемник) ОА, с задающим генератором, первый выход которого соединен передающим трактом с усилителем мощности, с антенной ввода ЗУР (АВР), выполненной в виде фазированной антенной решетки (ФАР), с ВЧ-приемником АВР, приемным трактом АВР, приемником промежуточной частоты (ПЧ-приемник), устройством обработки сигналов и управления, включающим синхронизатор, цифровую вычислительную машину (ЦВМ) и блок предварительной обработки сигналов (БПОС), выход которого шиной цифрового параллельного интерфейса соединен с входом ЦВМ, которая шиной цифрового параллельного интерфейса подключена к ЦВС БМ и к синхронизатору, выход которого шиной цифрового параллельного интерфейса подключен ко второму входу БПОС, а шиной цифрового последовательного интерфейса - к ЦВМ и ЦВС БМ, отличающаяся тем, что основная антенна выполнена в виде ФАР с широкоугольным электрическим сканированием луча с системой управления лучом (СУЛ), в АВР введены СУЛ АВР и МИО АВР, а ВЧ-приемник АВР и приемный тракт АВР выполнены трехканальными, причем входы ВЧ-приемника АВР соединены приемным трактом АВР с тремя выходами МИО АВР, ПЧ-приемник выполнен в виде двух независимых блоков, причем один из них - трехканальный ПЧ-приемник ОА, первые входы которого соединены приемным трактом с выходами ВЧ-приемника ОА, а выходы - с первым-третьим входами БПОС, а другой - трехканальный ПЧ-приемник АВР, первые входы которого соединены приемным трактом с выходами ВЧ-приемника АВР, а выходы - с четвертым-шестым входами БПОС, при этом вход МИО ОА соединен передающим трактом с выходом усилителя мощности, вход задающего генератора соединен с первым выходом синхронизатора, второй выход задающего генератора соединен со вторыми входами каналов ПЧ-приемников ОА и АВР, а третий выход - со входом синхронизатора, второй выход которого соединен с третьими входами ПЧ-приемников ОА и АВР, третий-десятый выходы синхронизатора подключены к управляющим входам соответственно передающего тракта, приемного тракта ОА, приемного тракта АВР, ВЧ-приемника ОА, ВЧ-приемника АВР, усилителя мощности, ОЭА и СОЦ, а шинами цифрового последовательного интерфейса синхронизатор связан с СУЛ ОА и СУЛ АВР.

2. Зенитная пушечно-ракетная боевая машина по п.1, отличающаяся тем, что основная антенна с ФАР ОА, СУЛ ОА и МИО ОА, АВР с ФАР АВР, СУЛ АВР и МИО АВР, задающий генератор, усилитель мощности, ВЧ-приемник ОА, ВЧ-приемник АВР, ПЧ-приемник ОА, ПЧ-приемник АВР, передающий тракт, приемный тракт ОА, приемный тракт АВР и устройство обработки сигналов и управления размещены в едином корпусе ССЦР, стационарно установленном на башенной установке.

3. Зенитная пушечно-ракетная боевая машина по п.1, отличающаяся тем, что ВЧ-приемники ОА и АВР выполнены в виде малошумящих усилителей.



Фиг. 2

ИЗВЕЩЕНИЯ

РС4А Государственная регистрация перехода исключительного права без заключения договора

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество "Конструкторское бюро приборостроения" (RU)

Правопреемник:

Открытое акционерное общество "Конструкторское бюро приборостроения" (RU)

Лицо(а), исключительное право которого(ых) переходит без заключения договора:

Государственное унитарное предприятие "Конструкторское бюро приборостроения" (RU)Дата и номер государственной регистрации перехода исключительного права: **30.11.2016 РП0006669**

Адрес для переписки:

АО "КБП", 300001, г. Тула, Щегловская засека, 59Дата внесения записи в Государственный реестр: **30.11.2016**Дата публикации: [10.12.2016](#)