



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F41G 5/00 (2021.05); F41G 7/34 (2021.05)

(21)(22) Заявка: 2021104397, 20.02.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.02.2021

Дата регистрации:
13.09.2021

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 20.02.2021

(45) Опубликовано: 13.09.2021 Бюл. № 26

Адрес для переписки:
190103, Санкт-Петербург, а/я 111, ОАО
"РАДИОАВИОНИКА"

(72) Автор(ы):
Каплин Александр Юрьевич (RU),
Степанов Михаил Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Открытое акционерное общество
"РАДИОАВИОНИКА" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2584210 C1, 20.05.2016. RU
2726460 C1, 14.07.2020. RU 2635299 C1,
09.11.2017. US 10215534 B1, 26.02.2019. JP
2002341032 A, 27.11.2002.

(54) Способ подсвета цели для обеспечения применения боеприпасов с лазерной полуактивной головкой самонаведения

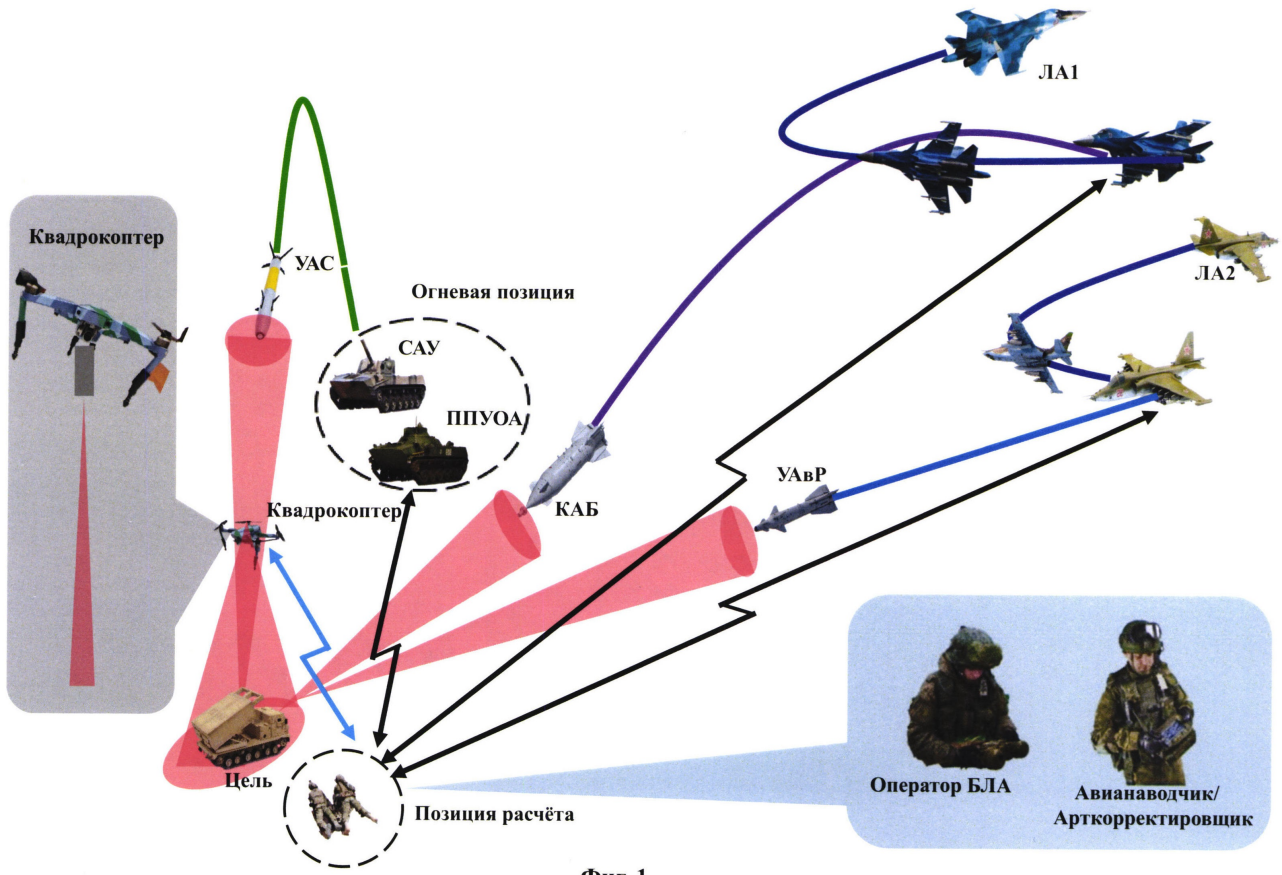
(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам обеспечения применения высокоточного оружия с лазерной полуактивной головкой самонаведения. Способ включает определение топографических координат целеуказателя и огневой позиции, обнаружение и измерение сферических координат цели целеуказателем, определение топографических координат цели, расчет и реализацию установок стрельбы, производство выстрела боеприпаса. Компоненты используемых аппаратных средств устанавливаются на квадрокоптер, выполненный с возможностью зависания над целью. На квадрокоптер устанавливается выполненный в виде отдельного компонента лазерный подсветчик цели в

надирном положении, которое обеспечивается самоориентированием подсветчика за счет силы тяжести. Для этого подсветчик закрепляют на нижнем конце жесткой штанги, верхний конец которой с помощью шарнирного соединения крепят к днищу квадрокоптера. Высоту зависания квадрокоптера над целью определяют по значениям угла расходимости лазерного луча подсветчика и минимального планового габаритного размера цели. Технический результат - простота реализации и расширение области применения лазерного подсвета целей для высокоточных самонаводящихся боеприпасов. 1 ил.

RU 2 755 134 C1

RU 2 755 134 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F41G 5/00 (2021.05); F41G 7/34 (2021.05)

(21)(22) Application: **2021104397, 20.02.2021**

(24) Effective date for property rights:
20.02.2021

Registration date:
13.09.2021

Priority:

(22) Date of filing: **20.02.2021**

(45) Date of publication: **13.09.2021** Bull. № 26

Mail address:

**190103, Sankt-Peterburg, a/ya 111, OAO
"RADIOAVIONIKA"**

(72) Inventor(s):

**Kaplin Aleksandr Yurevich (RU),
Stepanov Mikhail Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"RADIOAVIONIKA" (RU)**

(54) **METHOD FOR ILLUMINATING A TARGET TO ENSURE THE USE OF AMMUNITION WITH A LASER SEMI-ACTIVE HOMING HEAD**

(57) Abstract:

FIELD: high-precision weapons.

SUBSTANCE: invention relates to means of ensuring the use of high-precision weapons with a laser semi-active homing head. The method includes determining the topographic coordinates of the target designator and firing position, detecting and measuring the spherical coordinates of the target with the target designator, determining the topographic coordinates of the target, calculating and implementing firing settings, firing an ammunition shot. The hardware components used are mounted on a quadcopter capable of hovering over a target. A laser target illuminator made as a separate component is installed on the quadcopter in

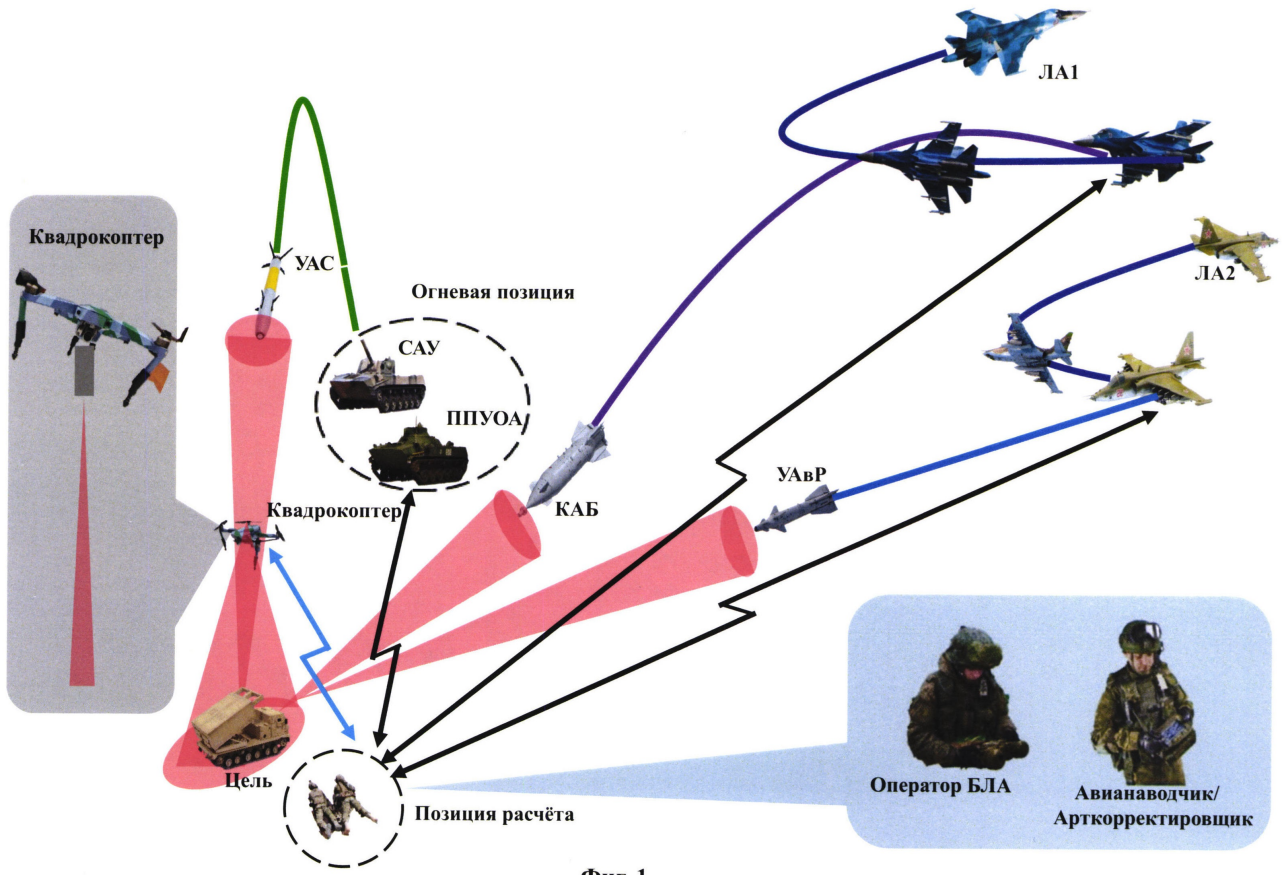
the nadir position, which is ensured by the self-orientation of the illuminator due to gravity. For this, the illuminator is fixed at the lower end of a rigid rod, the upper end of which is attached to the bottom of the quadcopter by means of a hinge joint. The height of the quadcopter hovering over the target is determined by the values of the angle of divergence of the laser beam of the illuminator and the minimum planned overall size of the target.

EFFECT: ease of implementation and expansion of the scope of laser target illumination for high-precision homing ammunition.

1 cl, 1 dwg

RU 2 755 134 C1

RU 2 755 134 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к средствам боевого обеспечения применения высокоточного оружия, в частности артиллерийских снарядов, управляемых ракет и авиационных бомб с лазерной полуактивной головкой самонаведения (ГСН).

Известен способ одновременного наведения управляемых ракет с лазерной полуактивной ГСН [1]. Способ включает определение координат целей с помощью наземных лазерных целеуказателей, расчет и закладку в каждую управляемую ракету (УР) полетного задания и времени включения целеуказателя в режим подсвета. В полете УР устанавливает канал цифровой радиосвязи с целеуказателем и передает по нему сигнал включения. Для исключения ложного наведения и перепутывания целей каждой УР и соответствующему целеуказателю (позиции разведки и целеуказания) назначают адреса и коды частот лазерного подсвета, которыми они обмениваются по установленному каналу радиосвязи.

Недостатками способа являются сложные организационно-техническая структура и алгоритм работы реализующий его системы, что затрудняет согласованное взаимодействие компонентов и снижает эффективность боевого применения способа. Частично устранить недостатки можно при переносе ряда компонентов на носители воздушного базирования. Однако в способе [1] эта возможность не рассматривается.

Известен способ стрельбы управляемыми снарядами с лазерной полуактивной ГСН [2]. Данный способ, предназначенный для применения в батарейных артиллерийских комплексах залпового поражения целей, во многом аналогичен способу [1] и наследует его недостатки. Существенным отличием способа является автономность самонаводящихся снарядов в полете (в отличие от УР с установленными каналами радиосвязи) при наземном размещении всех компонентов в основном варианте его исполнения. Предусмотрен дополнительный вариант с установкой целеуказателей со своими пультами разведчика на подвижных носителях (например, беспилотных летательных аппаратах, БЛА), перемещающихся по траекториям, задаваемым дистанционно командиром батареи. Однако декларируется лишь принципиальная возможность такого варианта без конкретных мер по его реализации. При этом остается открытым главный вопрос о составе и оснащении группы воздушных носителей (по числу целеуказателей или иначе) и алгоритме управления ею.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является способ [3], в соответствии с которым в район цели запускают БЛА, оснащенный телевизионной камерой с автоматом сопровождения, лазерным целеуказателем-дальномером (ЛЦД), гиросtabilизированной платформой (ГСП), приводами разворота ЛЦД и телекамеры, автопилотом с инерциальной и спутниковой системами навигации для координатной привязки целеуказателя и отработки заданного маршрута полета, средств цифровой радиосвязи для передачи бортовых данных о топографических координатах цели на огневую позицию. По полученным данным и известным топографическим координатам позиции производят расчет, реализацию установок стрельбы и выстрел снаряда. В момент выстрела формируют и по цифровой радиосвязи передают на борт БЛА команду включения ЛЦД в режим подсвета цели.

Достоинствами способа [3] являются повышение безопасности оператора целеуказателя (снижается потребность выдвижения на передовые позиции) и расширение области применения боеприпасов с лазерной полуактивной ГСН за счет установки подсветчика (ЛЦД) на воздушный носитель (БЛА) с радиусом действия, сопоставимым с дальностью стрельбы артиллерии.

Заметим, что по месту установки основных информационно-измерительных компонентов, участвующих в реализации, "бортовой" способ-прототип [3] является

альтернативой "наземным" аналогам [1, 2].

Недостатки способа [3] состоят в следующем:

1. Бортовое размещение телекамеры с автоматом сопровождения, ЛЦД, ГСП, приводов разворота, автопилота с навигационными системами и других компонентов требует использования грузоподъемных, дорогостоящих и сложных в управлении БЛА самолетного типа. Примером такого технического решения служит автоматизированная огневая система на базе БЛА [4], разработанная предприятием-патентообладателем способа [3]. Используется БЛА «Катран» разработки ОАО «Аэрокон». Другим примером является система на основе БЛА «Орлан-30» [5], разработанная ООО «Специальный технологический центр». Очевидно, что одновременное, массовое, многоцелевое применение таких БЛА в боевых условиях, где велика вероятность их уничтожения противником, невозможно.

2. Решение задач по назначению ЛЦД (координатная привязка и подсвет наземной цели), установленного на БЛА с потолком высот 4500-5000 м, требует применения мощных генераторов лазерного излучения и совершенных оптических систем фокусировки (необходим малый угол расходимости лазерного луча). Из двух режимов ЛЦД это требование является определяющим для более продолжительного и энергоемкого режима подсвета. Его выполнение в рассматриваемых условиях представляет сложную техническую проблему.

Задача заявляемого изобретения состоит в создании недорогого, простого в реализации и пригодного для массового использования способа подсвета цели для обеспечения применения боеприпасов с лазерной полуактивной ГСН.

Для решения поставленной задачи в способе подсвета цели для обеспечения применения боеприпасов с лазерной полуактивной ГСН, включающем определение топографических координат целеуказателя, обнаружение и измерение сферических координат цели целеуказателем, определение по указанным топографическим и сферическим координатам топографических координат цели, определение топографических координат огневой позиции, расчет по указанным топографическим координатам цели и огневой позиции и реализацию установок стрельбы, производство выстрела боеприпаса, синхронное с моментом времени выстрела и полетным временем боеприпаса на конечном участке траектории включение по каналу цифровой радиосвязи лазерного излучения подсвета цели, установку компонентов используемых аппаратных средств на БЛА, в качестве БЛА используют квадрокоптер, выполненный с возможностью зависания над целью в режиме удержания заданных топографических координат цели, на квадрокоптер устанавливают выполненный в виде отдельного компонента лазерный подсветчик цели в надирном положении, подсветчик закрепляют на нижнем конце жесткой штанги, верхний конец штанги для компенсации угловых колебаний квадрокоптера в вертикальной плоскости с помощью шарнирного соединения крепят к днищу квадрокоптера, надирное положение подсветчика обеспечивают его самоориентированием за счет силы тяжести, при этом высоту зависания квадрокоптера над целью определяют по значениям угла расходимости лазерного луча подсветчика и минимального планового габаритного размера цели.

Существенные отличительные признаки заявляемого способа по сравнению с прототипом заключаются в следующем:

1. Использование в качестве БЛА квадрокоптера, способного неподвижно зависать и удерживать заданные топографические координаты цели, обеспечивает постоянство условий устойчивой работы лазерного подсветчика и не требует последующего уточнения и отработки координат БЛА с подсветчиком на борту. При этом выведение

квадрокоптера в заданную точку пространства и его удержание выполняются штатными бортовыми средствами инерциально-спутниковой навигации, радиосвязи и управления.

В прототипе, использующем БЛА самолетного типа, необходимо в динамике полета непрерывно определять и обрабатывать текущие параметры движения аппарата с бортовым подсветчиком (ЛЦД в режиме подсвета), отслеживая цель в поле зрения целеуказателя с помощью специального автомата сопровождения и ГСП.

2. Исполнение устанавливаемого на квадрокоптер лазерного подсветчика в виде отдельного от наземного целеуказателя, автономного, однорежимного (только подсвет) компонента позволяет добиться простоты его конструкции, малых массогабаритных параметров, низкого энергопотребления и невысокой стоимости. В свою очередь, это позволяет использовать малогабаритные, малозаметные и дешевые квадрокоптеры массового производства и применения.

В прототипе используемый состав бортовых средств (двухрежимный ЛЦД, телекамера с автоматом сопровождения, ГСП и др.) требует применения дорогостоящих, высокой грузоподъемности, энергоемких единичных БЛА.

3. Закрепление подсветчика на нижнем конце жесткой штанги, верхний конец которой с помощью шарнирного соединения прикреплен к днищу квадрокоптера, позволяет поддерживать конструкцию в вертикальном положении, компенсируя при зависании уклонения корпуса квадрокоптера от горизонтальной плоскости, необходимые для демпфирования ветрового воздействия. Ключевым моментом здесь является самоориентирование подсветчика в надирное положение за счет силы тяжести. Этим обеспечивается постоянство нахождения пятна лазерной засветки на верхней поверхности цели.

В прототипе такая функция не предусмотрена.

4. Высоту зависания квадрокоптера над целью определяют по значениям угла расходимости лазерного луча подсветчика β (в радианах) и минимального планового габаритного размера цели α . Для этого используется формула: $H_{гр} = \alpha/\beta$, где $H_{гр}$ - граничная высота, при которой протяженная диффузно отражающая цель полностью перекрывается сечением лазерного луча. При высоте квадрокоптера H , равной или меньшей $H_{гр}$, мощность импульсного излучения, падающего на цель, есть величина постоянная и не зависит от высоты H [6]. Этим обеспечивается максимальная постоянная плотность потока мощности отраженного сигнала и, как следствие, максимальная на протяжении всего конечного участка траектории боеприпаса текущая плотность потока мощности сигнала на входе фотопремника лазерной ГСН. Данное обстоятельство является необходимым условием высокой надежности и точности наведения боеприпаса на цель.

В прототипе такая задача не рассматривается.

Указанные отличительные признаки обеспечивают достижение технического результата, заключающегося в простоте реализации и расширении области применения лазерного подсвета целей для высокоточных самонаводящихся боеприпасов

Заявляемое изобретение иллюстрирует Фиг. 1 - Схема использования способа при применении артиллерийских и авиационных самонаводящихся боеприпасов, где:

ЛП - лазерный подсветчик;

УАС - управляемый артиллерийский снаряд;

САУ - самоходная артиллерийская установка;

ППУОА - передвижной пункт управления огнем артиллерии;

КАБ - корректируемая авиационная бомба;

УАВР - управляемая авиационная ракета "воздух-земля";

ЛА1, ЛА2 - летательные аппараты - носители самонаводящихся боеприпасов.

Примечание - Голубым цветом показан канал цифровой радиосвязи расчета военнослужащих с квадрокоптером; черным - с ППУОА, ЛА1, ЛА2; оранжевым цветом условно показано прямое и обратное (отраженное) излучение лазерного подсветчика.

5 Рассмотрим работу и возможность реализации заявляемого способа. Рассмотрение начнем с задачи обслуживания стрельбы артиллерии (Фиг. 1).

Работу способа обеспечивает расчет военнослужащих в составе корректировщика артиллерийского огня и оператора БЛА (квадрокоптера). Расчет занимает позицию на расстоянии от линии боевого соприкосновения, позволяющем вести обнаружение и наблюдение целей. Военнослужащих расчета оснащают носимыми средствами 10 навигации и цифровой радиосвязи, а также пультами. Аналогичными средствами и пультом в возимом исполнении оснащается огневая позиция. Арткорректировщик также снабжен целеуказателем, имеющим в своем составе визирный канал и канал измерения сферических координат цели (дальности, углов азимута и места). В качестве 15 целеуказателя может использоваться, например, прибор разведки ПДУ-4 производства АО «ЦНИИТОЧМАШ».

С помощью средств навигации определяют топографические координаты целеуказателя (арткорректировщика) и орудия на огневой позиции. В качестве носимого и возимого вариантов этих средств могут использоваться, например, модули 20 спутниковой и инерциально-магнитной навигации соответственно из состава индивидуального приборного оснащения военнослужащих-операторов и бортовой системы управления роботизированной платформы робототехнического комплекса [7].

Средства цифровой радиосвязи обеспечивают обмен данными и управляющими командами между подключенными к ним пультами военнослужащих расчета и пультом 25 огневой позиции, а также речевыми сообщениями между военнослужащими при значительном удалении друг от друга. Здесь также могут задействоваться модули радиосвязи из состава робототехнического комплекса [7]. Модули образуют локальную высокоскоростную динамическую MANET-сеть, например, на основе известного 30 стандарта 802.11/b/g/n и его модификаций с использованием широкодоступных комплектующих.

Реализация способа требует синхронизации действий его компонентов. Это достигается работой пультов в единой шкале точного времени (едином компьютерном времени по терминологии способа-прототипа [3]), которая автоматически 35 устанавливается и распространяется другим компонентам модулями спутниковой навигации при приеме сигналов спутников. Существующие навигационные модули обеспечивают формирование временной шкалы относительно единого всемирного времени UTC с погрешностью не более 0,1 мкс, что вполне достаточно для качественного решения рассматриваемой задачи.

40 При обнаружении цели и измерении ее сферических координат целеуказателем, координаты которого известны, в пульте арткорректировщика рассчитывают топографические координаты цели, значения которых по цифровой радиосвязи транслируют в пульты оператора БЛА и огневой позиции.

Заметим, что помимо используемых здесь топографических координат на местности 45 в зависимости от потребностей и условий могут использоваться другие топо- и геоцентрические системы координат (например, прямоугольные гринвичская, абсолютная и др.).

При получении координат цели в пульте огневой позиции по известным координатам

орудия, баллистическим и метеоданным вычисляют установки стрельбы, которые с использованием средств ориентирования реализуют путем наведения заряженного орудия.

5 Основным компонентом способа является квадрокоптер с бортовым лазерным подсветчиком в надирном положении. По полученным координатам цели оператор БЛА с помощью пульта по подключенному к нему штатному каналу радиосвязи с квадрокоптером заблаговременно или непосредственно перед выстрелом орудия выводит квадрокоптер в точку удержания координат и зависания над целью на заданной высоте в ожидании команды включения излучения подсвета.

10 Высота H , верхний предел которой равен граничному значению $H_{гр}$, задается исходя из требования безопасности квадрокоптера (малозаметность с земли, минимальное воздействие ударной волны при подрыве цели самонаводящимся боеприпасом) и одновременно из условия соответствия диаметра пятна засветки (не более) минимальному габаритному размеру цели α . Выполнить оба ограничения можно, если
15 приравнять безопасную высоту к граничной высоте $H_{гр}$, обеспечив соответствующий угол расходимости β лазерного излучения подсветчика. Поясним это числовым примером.

Примем $H_{гр}=500$ м и $\alpha=2,2$ м (типовая ширина броневедомоля). С использованием
20 формулы п. 4 отличительных признаков легко рассчитать, что соответствующий угол β должен иметь значение не более 4,4 мрад (15 угл. мин.). При $\alpha=3,6$ м (ширина танка) это значение равно 7,2 мрад (25 угл. мин.). Результаты расчетов свидетельствуют о достаточно мягких требованиях к оптической системе фокусировки подсветчика.

Подсветчик с такой направленностью излучения может быть реализован, например,
25 на основе малогабаритного образца линейки лазерных целеуказателей-дальномеров АО «НИИ «Полюс» им. М.Ф. Стельмаха». Упростив оптическую систему образца (до указанных значений угла расходимости), устранив из конструкции дальномерный канал и подключив к бортовой системе электропитания квадрокоптера, можно изготовить лазерный подсветчик с массогабаритными характеристиками, укладываемыми в
30 грузоподъемность малогабаритных квадрокоптеров.

В качестве квадрокоптера-носителя подсветчика могут применяться, например, широкодоступные квадрокоптеры производства компании DJI. Запуск квадрокоптера выполняют с позиции, занимаемой расчетом, или с огневой позиции. По окончании подсвета квадрокоптер возвращают на исходную позицию. При использовании
35 простейшего варианта подсветчика и миниатюрного "любительского" квадрокоптера он может рассматриваться как одноразовый компонент, не требующий возвращения на исходную позицию.

Производство выстрела выполняют после выработки в пульте огневой позиции разрешения на выстрел, формируемого после проверки возможности попадания
40 отраженного от цели лазерного излучения подсветчика (его координаты и параметры излучения на огневой позиции известны) в поле зрения фотоприемника ГСН боеприпаса при полете к цели.

В момент выстрела в пульте огневой позиции вырабатывается и по цифровой радиосвязи через пульт оператора БЛА передается на борт квадрокоптера команда
45 включения подсветчика на излучение. Команда содержит время начала и продолжительность подсветки. По достижении заданного времени происходит исполнение команды.

Необходимая продолжительность подсвета цели, проводимого с борта БЛА,

достаточно велика и может достигать, например, 12 с (см. патент [2]). В то же время длительность процедуры измерения сферических координат цели арторректировщиком с помощью наземного целеуказателя, использующего лазерное излучение в канале измерения дальности, занимает доли секунды, т.е. существенно меньше продолжительности подсвета. Этим обеспечивается безопасность военнослужащих расчета, т.к. вероятность обнаружения бортового источника излучения и уничтожения его носителя-квадрокоптера существенно выше, чем наземного. Очевидно, что потеря квадрокоптера несравненно менее значима, чем потери личного состава.

Техническая реализация пультов военнослужащих и огневой позиции не вызывает сложности, поскольку в их качестве могут использоваться штатные носимые персональные компьютеры командиров подразделений нижнего тактического звена, находящиеся на снабжении Вооруженных сил.

Все сказанное по задачам и условиям боевой работы в полной мере относится к передовым авианаводчикам. Отличие заключается в "переносе" огневой позиции на воздушный носитель самонаводящихся боеприпасов (см. Фиг. 1) и, как следствие, в необходимости оснащения авианаводчика специальной цифровой радиостанцией для связи с бортовой аппаратурой и экипажем летательного аппарата.

Таким образом, заявляемый способ может быть реализован и обеспечивает простоту реализации и расширение области применения лазерного подсвета целей для высокоточных самонаводящихся боеприпасов.

Источники информации:

1. Патент RU 2657356.

2. Патент RU 2716462.

3. Патент RU 2584210.

4. Автоматизированная боевая система на базе беспилотного летательного аппарата. 12 января 2018. - Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/btvt/avtomatizirovannaia-ognevaia-sistema-na-baze-bespilotnogo-letatel'nogo-apparata-5a5918c18139baa70ab67cac>.

5. Орлан-30 - лучший друг артиллерии. - Режим доступа: <https://zvezdaweb.ru/news/20206251815-uqqk7.html>.

6. Дальность действия лазерной локации. - Режим доступа: https://studopedia.ru/9_77700_dalnost-deystviya-lazernoy-lokatsii.html.

7. Патент RU 2725942.

(57) Формула изобретения

Способ подсвета цели для обеспечения применения боеприпасов с лазерной полуактивной головкой самонаведения, включающий определение топографических координат целеуказателя, обнаружение и измерение сферических координат цели целеуказателем, определение по указанным топографическим и сферическим координатам топографических координат цели, определение топографических координат огневой позиции, расчет по указанным топографическим координатам цели и огневой позиции и реализацию установок стрельбы, производство выстрела боеприпаса, синхронизированное с моментом времени выстрела и полетным временем боеприпаса на конечном участке траектории включение по каналу цифровой радиосвязи лазерного излучения подсвета цели, установку компонентов используемых аппаратных средств на беспилотный летательный аппарат (БЛА), отличающийся тем, что в качестве БЛА используют квадрокоптер, выполненный с возможностью зависания над целью в режиме удержания заданных топографических координат цели, на квадрокоптер устанавливается выполненный в виде отдельного компонента лазерный подсветчик цели в надирном

положении, подсветчик закрепляют на нижнем конце жесткой штанги, верхний конец штанги для компенсации угловых колебаний квадрокоптера в вертикальной плоскости с помощью шарнирного соединения крепят к днищу квадрокоптера, надирное положение подсветчика обеспечивают его самоориентированием за счет силы тяжести, при этом
5 высоту зависания квадрокоптера над целью определяют по значениям угла расходимости лазерного луча подсветчика и минимального планового габаритного размера цели.

10

15

20

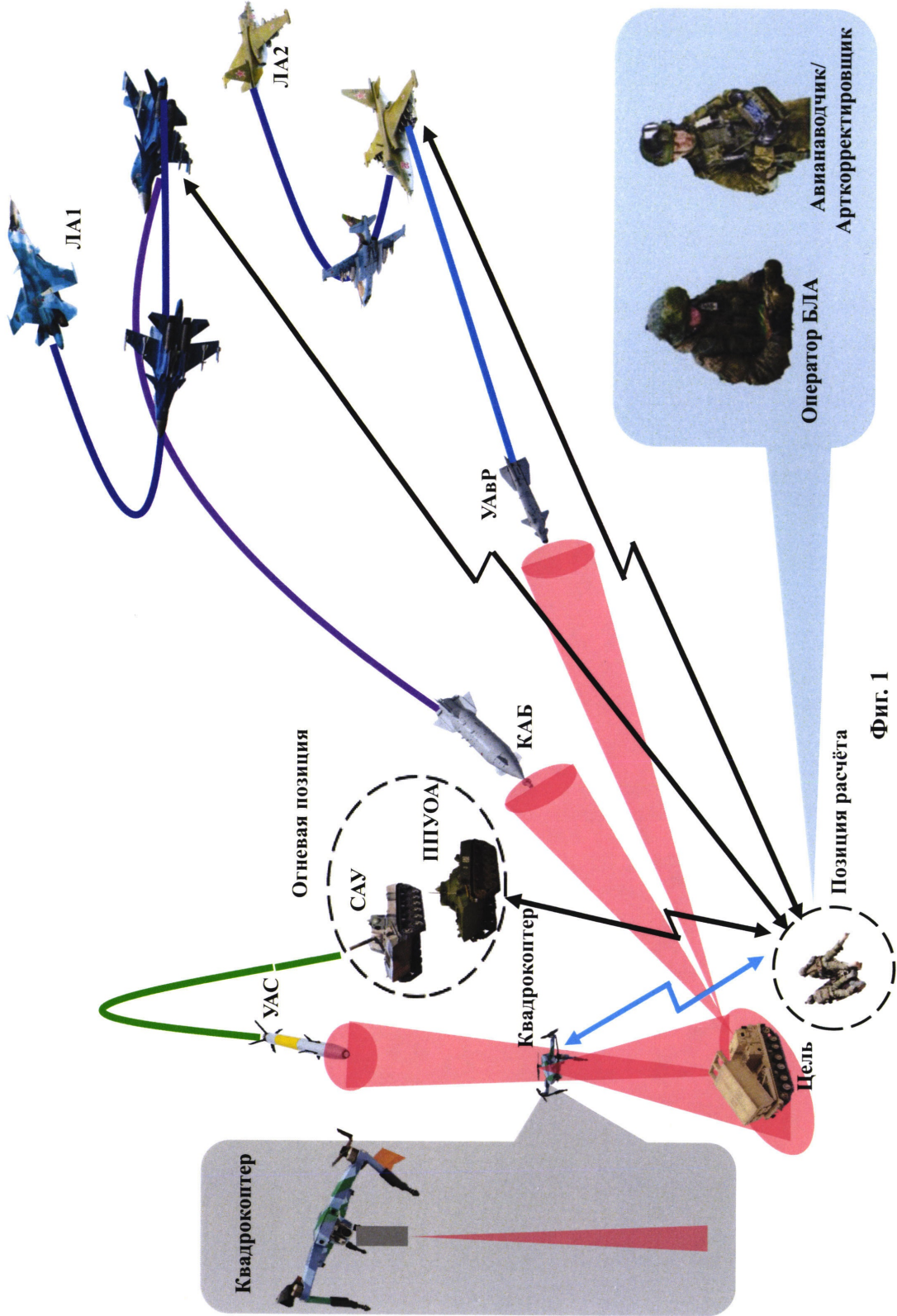
25

30

35

40

45



Фиг. 1