



(51) МПК  
*F42B 35/00* (2006.01)  
*G01S 13/66* (2006.01)  
*G01P 3/68* (2006.01)  
*G01S 17/66* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*F42B 35/00* (2020.02); *G01P 3/685* (2020.02); *G01S 7/415* (2020.02); *G01S 13/66* (2020.02); *G01S 17/66* (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2020100457, 13.01.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
13.01.2020

Дата регистрации:  
26.06.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.01.2020

(45) Опубликовано: 26.06.2020 Бюл. № 18

Адрес для переписки:  
127572, Москва, ул. Новгородская, 26, кв. 42,  
Колтунову В.В.

(72) Автор(ы):

Белобородов Михаил Николаевич (RU),  
 Беляков Валерий Иванович (RU),  
 Колтунов Владимир Валентинович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное казенное предприятие  
 "Научно-исследовательский институт  
 "Геодезия" (\*ФКП "НИИ "Геодезия") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2361235 C1, 10.07.2009. RU  
 2442997 C2, 20.02.2012. RU 2279105 C2,  
 27.06.2006. RU 106760 U1, 20.07.2011. CN  
 107561930 A, 09.01.2018. US 8046951 B2,  
 01.11.2011. CA 2444464 A1, 15.04.2005.

(54) Способ траекторного отслеживания боеприпасов

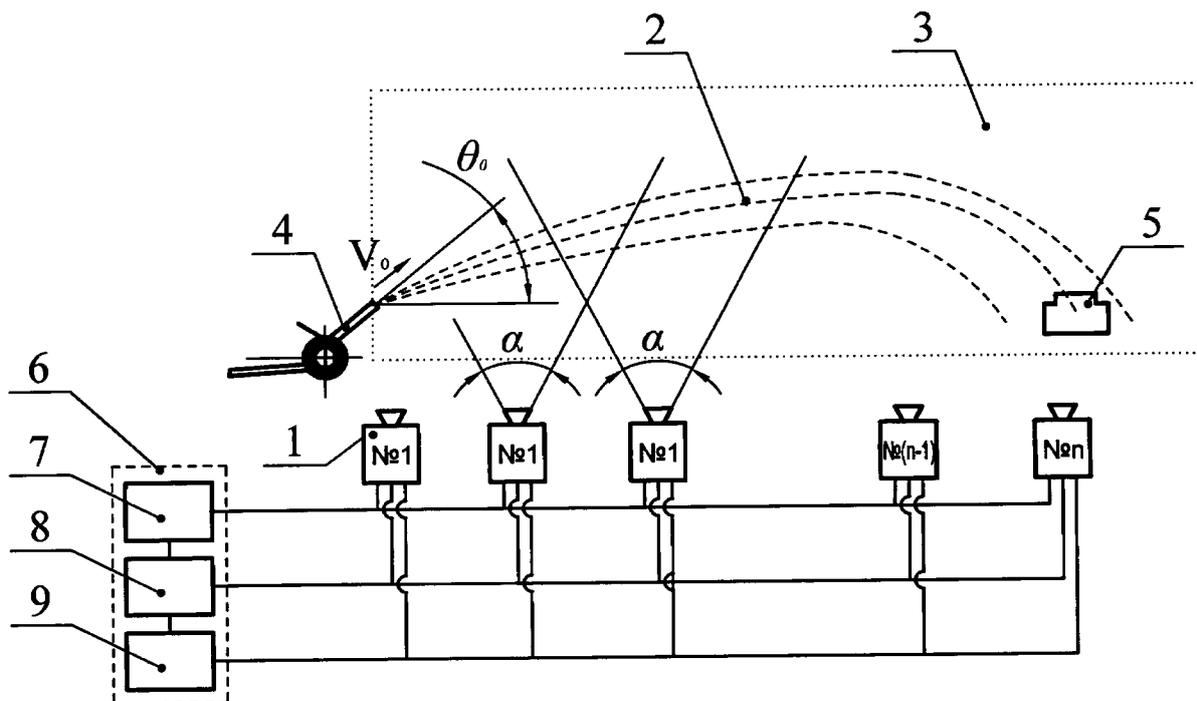
(57) Реферат:

Изобретение относится к области испытательной и измерительной техники, конкретно к способам внешнебаллистических измерений, заключающихся в визуальном отслеживании и регистрации поведения боеприпаса на траектории. Техническим результатом изобретения является повышение информативности испытаний и точности их результатов за счет обеспечения наблюдаемости отслеживаемых объектов по всей траектории полета при снижении энергозатрат на работу используемого оборудования. Способ траекторного отслеживания боеприпасов включает размещение нескольких оптико-электронных станций (ОЭС) слежения для отслеживания движения объекта по предполагаемой траектории, расчет направления

перемещения объекта для каждой ОЭС, ориентацию каждой ОЭС на расчетные направления съемки, обработку видеосигнала и передачу результатов съемки для дальнейшего анализа. Для осуществления способа ОЭС размещают со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса, ориентацию отдельных ОЭС на направления съемки осуществляют с учетом захвата в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» траекторий, рассчитанных с учетом погрешностей измерений в момент выстрела скорости бросания, угла бросания и азимута. Видеофиксацию ведут поочередным последовательным включением ОЭС. 3 ил.

RU 2 724 931 C1

RU 2 724 931 C1



Фиг. 1

RU 2724931 C1

RU 2724931 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F42B 35/00* (2006.01)  
*G01S 13/66* (2006.01)  
*G01P 3/68* (2006.01)  
*G01S 17/66* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F42B 35/00* (2020.02); *G01P 3/685* (2020.02); *G01S 7/415* (2020.02); *G01S 13/66* (2020.02); *G01S 17/66* (2020.02)

(21)(22) Application: **2020100457, 13.01.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**13.01.2020**

Registration date:  
**26.06.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **13.01.2020**

(45) Date of publication: **26.06.2020** Bull. № 18

Mail address:

**127572, Moskva, ul. Novgorodskaya, 26, kv. 42,  
Koltunovu V.V.**

(72) Inventor(s):

**Beloborodov Mikhail Nikolaevich (RU),  
Belyakov Valerij Ivanovich (RU),  
Koltunov Vladimir Valentinovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe kazennoe predpriyatie  
"Nauchno-issledovatel'skij institut "Geodeziya"  
(\*FKP "NII "Geodeziya") (RU)**

(54) **AMMUNITION TRAJECTORY TRACKING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: monitoring and measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the field of test and measurement equipment, specifically to methods of external ballistic measurements, consisting in visual tracking and recording of ammunition behavior on trajectory. Method of trajectory tracking of ammunition includes arrangement of several electrooptical stations (EOS) of tracking for tracking movement of object along prospective trajectory, calculation of direction of movement of object for each EOS, orientation of each EOS to design direction of survey, processing of video signal and transmission of survey results for further analysis. To implement the method, EOS is placed with mutual overlapping of their field of vision in horizontal

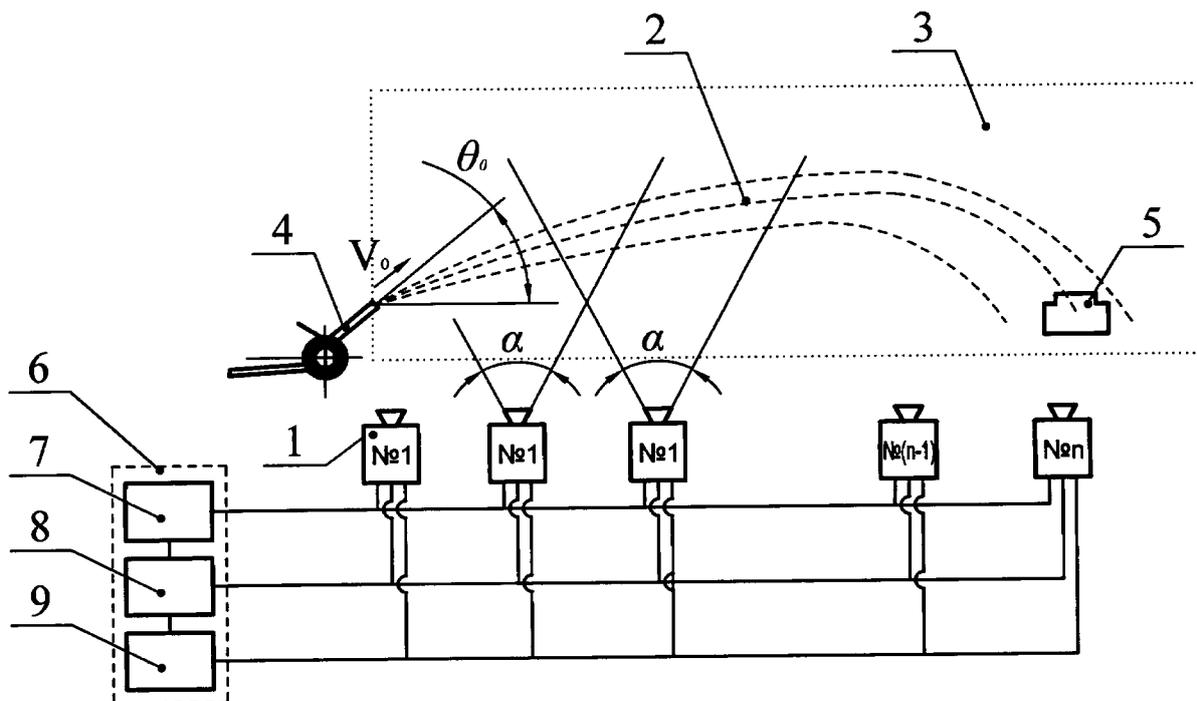
direction along a possible trajectory of ammunition flight, orientation of separate EOS on direction of survey is carried out taking into account capture in field of view in vertical plane of "beam" of trajectories calculated taking into account errors of measurements at the moment of firing throw speed, angle of throw and azimuth. Video fixing is carried out by successive serial EOS switching on.

EFFECT: technical result of the invention is higher information value of tests and accuracy of their results due to observability of monitored objects along flight path with reduction of energy consumption for operation of used equipment.

1 cl, 3 dwg

RU 2 724 931 C1

RU 2 724 931 C1



Фиг. 1

RU 2724931 C1

RU 2724931 C1

Изобретение относится к области испытательной и измерительной техники, конкретно к способам внешнебаллистических измерений, заключающихся в визуальном отслеживании и регистрации поведения боеприпаса на траектории, позволяющем при проведении испытаний получать достоверные результаты.

5 Видеорегистрация и анализ параметров функционирования различных боеприпасов во время движения по траектории от дульного среза орудия до цели, позволяет получать данные об их баллистических характеристиках, поведении в полете, в том числе и непрогнозируемом, условиях возможного аварийного срабатывания отдельных частей изделия, эффективности работы боеприпаса у цели. Эта информация существенно  
10 повышает информативность испытаний, и позволяет снизить необходимые сроки на обработку конструкции боеприпаса.

Известен метод определения характеристик траектории движения пиротехнических изделий /1/, позволяющий определять координаты точек срабатывания (разрыва), подъема, догорания, угол отклонения от направления стрельбы, скорость движения  
15 пиротехнического изделия, снабженного трассером или работающим двигателем, и радиус разлета горящих (светящихся) элементов.

Сущность метода заключается в визуализации траектории полета пиротехнического изделия видеорегистрацией с двух взаимно перпендикулярных направлений, с записью результатов наблюдений и обработке изображения по заданному алгоритму.

20 Данный способ требует наличия на испытательной площадке вертикальных реперных знаков - вех, стрельба пиротехническими изделиями ведется преимущественно в вертикальном направлении, а их срабатывание происходит на относительно небольших высотах (не более 500 м), т.е. линейный диапазон траекторного отслеживания невелик. Кроме того способ предусматривает ручное управление процессом видеорегистрации  
25 операторами, что в определенных условиях повышает опасность его применения. В силу вышеизложенного, данный метод для траекторного отслеживания артиллерийских снарядов, перемещающихся по длинным (несколько километров) траекториям, практически не применим.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и  
30 достигаемому результату является способ обнаружения и сопровождения низколетящих целей /2/, по сути - их траекторного отслеживания, включающий размещение нескольких оптико-электронных станций (ОЭС) слежения с возможностью отслеживания движения объекта по предполагаемой траектории, расчет направления перемещения объекта для каждой ОЭС, ориентацию каждой ОЭС на расчетные направления съемки, обработку  
35 видеосигнала и передачу результатов съемки для дальнейшего анализа.

Недостатки у данного способа следующие:

- размещение ОЭС не предусматривает перекрытия зон их зрения, что исключает наблюдаемость объекта во всем диапазоне дальностей, высот и скоростей;
- включение ОЭС предполагается сразу всех, что ограничивает возможности способа  
40 по энергопотреблению;
- ориентацию каждой ОЭС на расчетные направления съемки осуществляют прогнозно по результатам предварительного радиолокационного измерения, причем без учета диапазона погрешностей измеряемых величин (азимутальные углы, расстояния до летящего объекта, углы места и т.п.).

45 Технической задачей предлагаемого изобретения в первую очередь является повышение информативности испытаний и точности их результатов за счет обеспечения наблюдаемости отслеживаемых объектов по всей траектории полета - во всем диапазоне дальностей, высот и скоростей, а также снижение энергозатрат на работу используемого

оборудования.

Решение задачи достигается тем, что в известном способе траекторного отслеживания боеприпасов, включающем размещение нескольких оптико-электронных станций (ОЭС) слежения с возможностью отслеживания движения объекта по предполагаемой траектории, расчет направления перемещения объекта для каждой ОЭС, ориентацию каждой ОЭС на расчетные направления съемки, обработку видеосигнала и передачу результатов съемки для дальнейшего анализа, в соответствии с изобретением ОЭС размещают со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса, ориентацию отдельных ОЭС на направления съемки осуществляют с учетом захвата в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» траекторий, рассчитанных с учетом погрешностей измерений в момент выстрела скорости бросания, угла бросания и азимута, а видеофиксацию ведут поочередным последовательным включением ОЭС.

Таким образом, совокупностью основных отличительных признаков предлагаемого технического решения являются:

- размещение ОЭС со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса;
- ориентация отдельных ОЭС на направления съемки с учетом захвата в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» расчетных траекторий, с учетом погрешностей измерений в момент выстрела скорости бросания, угла бросания и азимута;
- поочередное последовательное включение ОЭС для видеофиксации и передачи результатов съемки.

Необходимость и достаточность вышеуказанных отличительных признаков предложенного технического решения может быть пояснена следующим образом.

Размещение ОЭС со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса (вдоль баллистической трассы) позволяет регистрировать поведение снаряда в полете от дульного среза орудия до цели без пропусков отдельных участков траектории. Так визуализация траектории снаряда вплоть до цели позволяет также оценить его эффективность при встрече с преградой, что существенно повышает информативность испытаний.

Измерения в момент выстрела характеристик, необходимых для расчета его траектории - скорости бросания  $V_0$ , угла бросания  $\theta_0$  и азимута  $\beta$  осуществляются каждое со своей некоторой погрешностью, т.е. результат получают в виде «номинальных» значений  $V_{0-v}^{+\nu}$ ,  $\theta_{0-\theta}^{+\theta}$ ,  $\beta_{-\beta}^{+\beta}$ , находящихся в границах полей допусков точности измерений. Очевидно, что в случае всего трех измеряемых вышеуказанных величин «крайнее» значение любой точки расчетной траектории в пространстве может принять одно из 27-ми ( $3 \times 3 \times 3$ ) значений в границах некоторого «пучка» возможных траекторий, - имеется неопределенность, результат которой может сказаться на точности траекторного отслеживания.

Поэтому учет погрешностей измерений в момент выстрела (скорости бросания, угла бросания и азимута) для расчета «пучка» траекторий позволяет задать более точную исходную ориентацию отдельных ОЭС на направления съемки с захватом «пучка» траекторий в поле зрения в вертикальной плоскости, и тем самым, наряду со взаимным перекрытием поля зрения отдельных ОЭС в горизонтальном направлении, также повысить информативность и точность выполняемых наблюдений.

Наконец, поочередное последовательное включение ОЭС для видеофиксации и съемки позволит снизить общие энергозатраты на проведение испытаний с

осуществлением способа.

Для проведения траекторных измерений могут использоваться отечественные мобильные оптико-электронные станции «Вереск» («Вереск-М», «Вереск МР»), а для измерения скорости бросания, угла бросания и азимута - устройства фотоэлектронной блокировки типа ФЭБ-5 и высокоскоростные видеокамеры со специальным программным обеспечением обработки изображений.

Изобретение поясняется следующей графической информацией:

На фиг. 1 схематично представлен пример исполнения программно-аппаратного комплекса (ПАК) для проведения траекторных измерений с размещением ОЭС относительно плоскости бросания по всей длине баллистической трассы со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении. Для упрощения изображения средства измерений скорости бросания, угла бросания и азимута условно не показаны.

На фиг. 2 - проекция плоскости стрельбы и азимутальный угол относительно цели в момент выстрела.

На фиг. 3 схематично представлен пример ориентации отдельной ОЭС в направлении съемки с захватом в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» расчетных траекторий.

Необходимое количество ОЭС 1 (№1, №2, ..., №n - фиг. 1) размещено вдоль баллистической трассы таким образом, что углы их зрения  $\alpha$  в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса взаимно перекрываются. Ориентация отдельных ОЭС 1 на направления съемки осуществлена с учетом «пучка» траекторий 2 в проекции на плоскость бросания 3. Выстрел боеприпаса осуществляется из орудия 4 в направлении цели 5. В состав ПАК входит центральный вычислительный комплекс 6, содержащий систему единого координатно-временного обеспечения 7, предназначенную для привязки элементов измерительного комплекса к местности и обеспечения временного единства измерений, банк расчетных данных с банком программ 8, блок команд и вычислительный блок 9.

Азимутальный угол  $\beta$  относительно цели в момент выстрела определяется относительно проекции плоскости стрельбы 10 (фиг. 2).

Каждая ОЭС 1 ориентирована в направлении съемки с захватом в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» расчетных траекторий 2 в проекции на плоскость бросания 3 (фиг. 3).

Способ осуществляется по следующему алгоритму.

ОЭС 1 размещают вдоль возможной траектории полета боеприпаса со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении, ориентацию отдельных ОЭС на направления съемки осуществляют с учетом захвата в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» траекторий 2, предварительно рассчитанного исходя из условий планируемого выстрела.

По команде, поступающей с ЦБК 6, в направлении цели 5 производится выстрел из орудия 4, расположенного на нулевой отметке трассы. Одновременно осуществляются измерения скорости бросания, угла бросания и азимута (например, локационным способом), и запускается система единого координатно-временного обеспечения 7, которая синхронизирует работу всех измерительных, вычислительных и управляющих систем.

По результатам конкретных измерений скорости бросания, угла бросания и азимута из банка данных 8 «извлекаются» заранее рассчитанные характеристики «пучка» возможных траекторий, в соответствии с которым по команде блока 9 осуществляется

уточненная ориентация ОЭС 1 с захватом в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» траекторий 2 в проекции на плоскость бросания 3.

ОЭС №1, в поле зрения которой находится срез ствола орудия 4, захватывает выходящий из ствола снаряд и начинает сопровождать его, одновременно регистрируя его изображение и транслируя его в ЦБК 6.

При полете снаряда к краю поля зрения ОЭС №1 ЦБК 6 выдает команду ОЭС №2 для захвата и сопровождения летящего снаряда, после чего ОЭС №1 отключается.

ОЭС №2 захватывает снаряд и начинает сопровождать его, одновременно регистрируя его изображение и транслируя его в ЦБК 6.

При полете снаряда к краю поля зрения ОЭС №2 ЦБК 6 выдает команду для захвата и сопровождения летящего снаряда ОЭС №3, после чего ОЭС №2 отключается.

Далее эти действия повторяются пока снаряд не достигнет цели 5 (ОЭС №n), после чего вся результирующая информация передается на ЦБК 6 и система регистрации вновь приводится в исходное положение для работы с последующими выстрелами.

Таким образом обеспечение наблюдаемости отслеживаемых объектов по всей траектории полета - во всем диапазоне дальностей, высот и скоростей с использованием предложенного способа позволяет повысить информативность испытаний и точность их результатов, снизить энергозатраты на работу используемого энергоемкого оборудования - ОЭС за счет их последовательного включения, а также получать данные об баллистических характеристиках, поведении в полете, в том числе и непрогнозируемом, условиях возможного аварийного срабатывания отдельных частей испытываемого изделия, эффективности работы боеприпаса у цели, что в итоге позволит снизить необходимые сроки на отработку его конструкции.

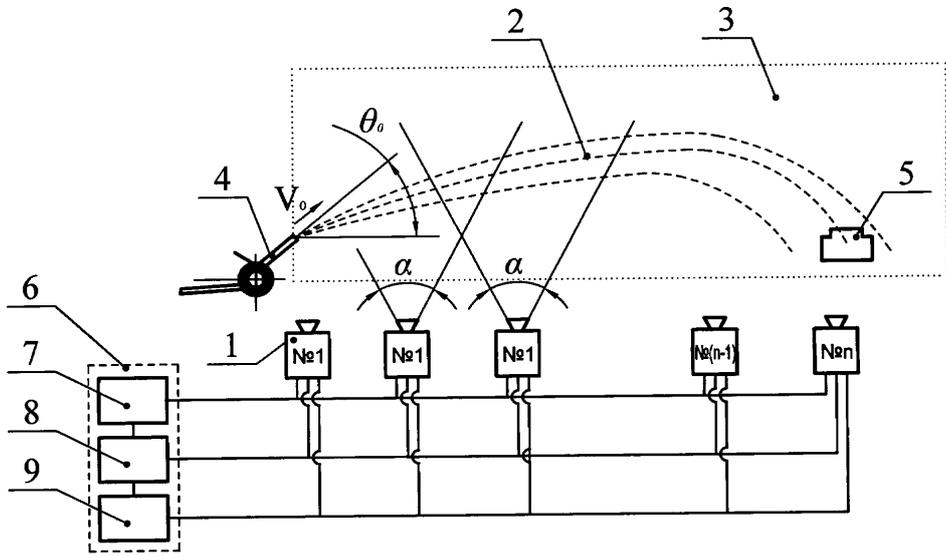
Источники информации, принятые во внимание при оформлении заявки

1) ГОСТ Р 51271-99. Изделия пиротехнические. Методы испытаний - М.: Стандартинформ, 2011, 67 с.

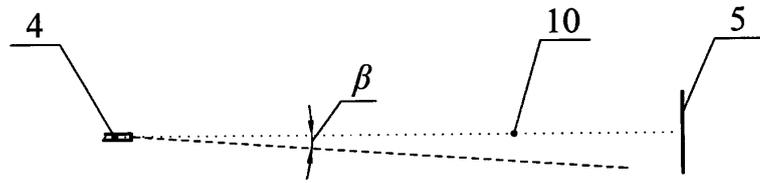
2) Патент РФ №2361235 от 10.07.2009 «Способ обнаружения и сопровождения низколетающих целей», G01S 13/66 - прототип.

#### (57) Формула изобретения

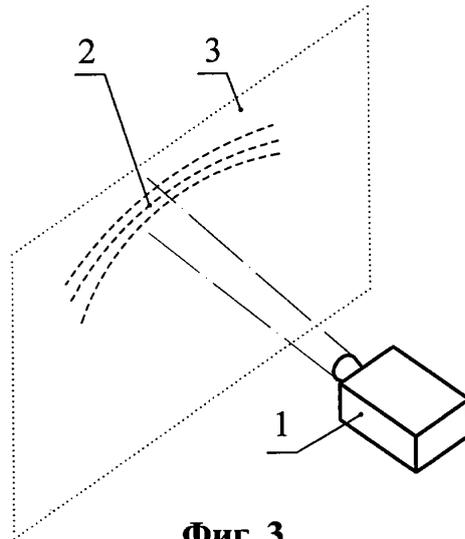
Способ траекторного отслеживания боеприпасов, включающий размещение нескольких оптико-электронных станций (ОЭС) слежения с возможностью отслеживания движения объекта по предполагаемой траектории, расчет направления перемещения объекта для каждой ОЭС, ориентацию каждой ОЭС на расчетные направления съемки, обработку видеосигнала и передачу результатов съемки для дальнейшего анализа, отличающийся тем, что ОЭС размещают со взаимным перекрытием их поля зрения в горизонтальном направлении вдоль возможной траектории полета боеприпаса, ориентацию отдельных ОЭС на направления съемки осуществляют с учетом захвата в поле зрения в вертикальной плоскости «пучка» траекторий, рассчитанных с учетом погрешностей измерений в момент выстрела скорости бросания, угла бросания и азимута, а видеофиксацию ведут поочередным последовательным включением ОЭС.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3