



(51) МПК  
*F42B 5/15* (2006.01)  
*F41H 11/02* (2006.01)  
*H04K 3/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК  
*F42B 5/15* (2018.08); *F41H 11/02* (2018.08); *H04K 3/28* (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2017146800, 28.12.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.12.2017

Дата регистрации:  
22.02.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2017

(45) Опубликовано: 22.02.2019 Бюл. № 6

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Архипова  
В.П. (НИИ ЭМ)

(72) Автор(ы):

Архипов Владимир Павлович (RU),  
Камруков Александр Семенович (RU),  
Котоврасов Евгений Юрьевич (RU),  
Семенов Кирилл Андреевич (RU),  
Трофимов Александр Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Московский государственный  
технический университет имени Н.Э.  
Баумана (национальный исследовательский  
университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2619373 C1, 15.05.2017. RU  
91421 U1, 10.02.2010. RU 130470 U1, 20.07.2013.  
RU 2549585 C1, 27.04.2015. RU 2563472 C1,  
20.09.2015. US 20140147116 A1, 29.05.2014.

**(54) Способ противодействия оптикоэлектронным системам с лазерным наведением**

(57) Реферат:

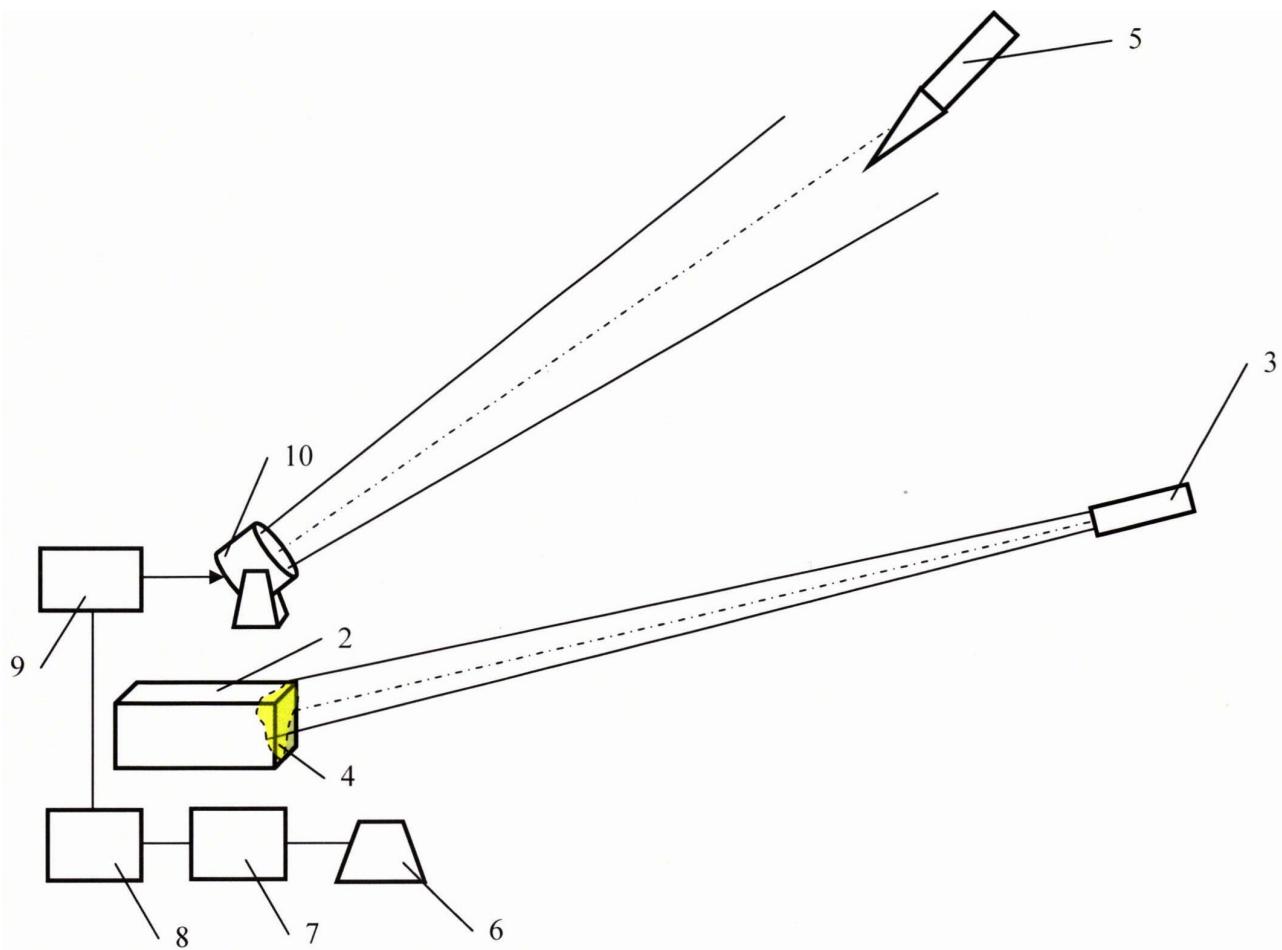
Изобретение относится к способам защиты важных промышленных, государственных и военных объектов от управляемого оружия с оптико-электронными системами наведения путем создания импульсной оптической помехи. Способ предусматривает регистрацию облучающих лазерных импульсов, декодирование последовательности облучающих лазерных импульсов, генерацию последовательности помеховых импульсов излучения с периодом, равным  $T - \Delta t$ , формирование помехового излучения в виде пучка с помощью прожекторной системы и направление помехового излучения в

пространстве так, чтобы осуществить дезориентацию оптико-электронных систем с лазерным наведением в процессе их функционирования. Импульсы помехового излучения генерируют в виде некогерентного оптического излучения сплошного спектра, перекрывающего область спектральной чувствительности оптико-электронной системы. Величину  $\Delta t$  и время облучения атакующего элемента выбирают из соотношений. Технический результат заключается в повышении надежности защиты объектов. 2 ил.

RU 2 680 556 C1

RU 2 680 556 C1

R U 2 6 8 0 5 5 6 C 1



ФИГ. 2

R U 2 6 8 0 5 5 6 C 1



(51) Int. Cl.  
*F42B 5/15* (2006.01)  
*F41H 11/02* (2006.01)  
*H04K 3/00* (2006.01)

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC  
*F42B 5/15* (2018.08); *F41H 11/02* (2018.08); *H04K 3/28* (2018.08)

(21)(22) Application: 2017146800, 28.12.2017

(24) Effective date for property rights:  
 28.12.2017

Registration date:  
 22.02.2019

Priority:

(22) Date of filing: 28.12.2017

(45) Date of publication: 22.02.2019 Bull. № 6

Mail address:  
 105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,  
 MGTU im. N.E. Baumana, TSZIS, dlya Arkhipova  
 V.P. (NII EM)

(72) Inventor(s):

Arkhipov Vladimir Pavlovich (RU),  
 Kamrukov Aleksandr Semenovich (RU),  
 Kotovrasov Evgenij Yurevich (RU),  
 Semenov Kirill Andreevich (RU),  
 Trofimov Aleksandr Vyacheslavovich (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
 obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
 obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj  
 tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana  
 (natsionalnyj issledovatelskij universitet)"  
 (MGTU im. N.E. Baumana) (RU)

(54) METHOD OF ANTI-ELECTRONIC OPTICAL SYSTEMS WITH LASER GUIDANCE

(57) Abstract:

FIELD: physics; protection systems.

SUBSTANCE: invention relates to methods for protecting important industrial, state and military facilities from guided weapons with optic electronic guidance systems by creating a pulsed optical interference. Method involves registering irradiating laser pulses, decoding a sequence of irradiating laser pulses, generation of a sequence of interfering radiation pulses with a period equal to T-Δt, the formation of interference radiation in the form of a beam using a projector system and the direction of interfering

radiation in space so as to disorient the laser-guided optical-electronic systems in the course of their operation. Pulses of interfering radiation are generated in the form of incoherent optical radiation of a continuous spectrum, overlapping the region of the spectral sensitivity of the optical-electronic system. Magnitude Δt and the exposure time of the attacking element is chosen from the ratios.

EFFECT: technical result is to increase the reliability of the protection of objects.

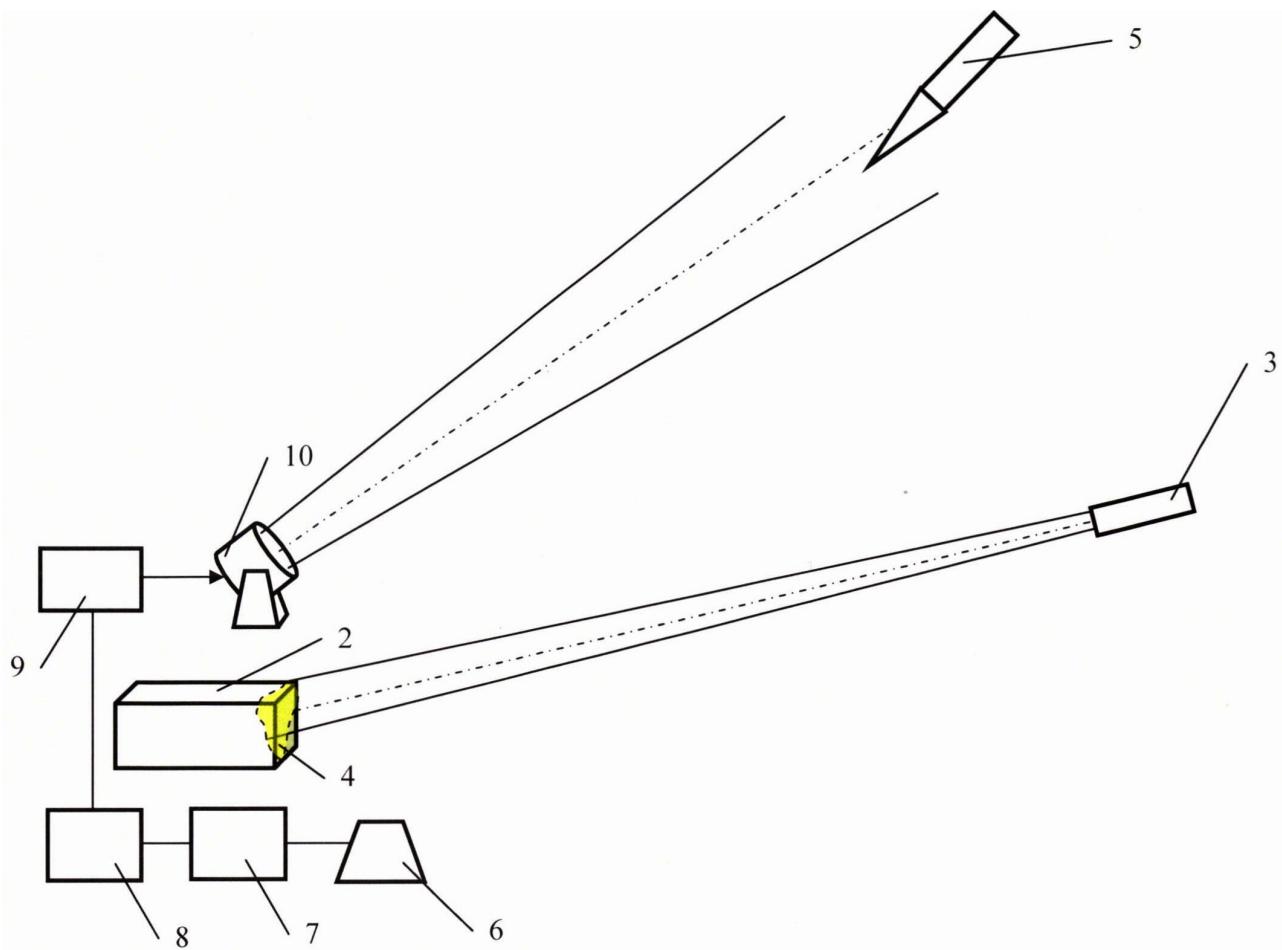
1 cl, 2 dwg

C 1  
6 5 0 5 6 0 8 2  
R U

R U  
2 6 8 0 5 5 6

C 1

R U 2 6 8 0 5 5 6 C 1



ФИГ. 2

R U 2 6 8 0 5 5 6 C 1

Изобретение относится к области средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ), а более конкретно, к области средств защиты объектов, например, важных промышленных предприятий, складов, центров управления, объектов военной техники и военной инфраструктуры, штабов, кораблей и т.д., от оптико-электронных систем наведения 5 высокоточного оружия (ВТО) с полуактивными лазерными головками самонаведения (ГСН).

В качестве атакующих элементов ВТО рассматриваются корректируемые бомбы, артиллерийские боеприпасы и управляемые ракеты с оптико-электронными лазерными полуактивными ГСН. Особенность таких систем состоит в том, что оптико-электронная 10 ГСН воспринимает в качестве цели пятно лазерного излучения, которое создается лазерным целеуказателем на выбранном объекте атаки.

Известны устройства оптико-электронной защиты объектов от ВТО с лазерным наведением и реализованные при работе этих устройств способы защиты объектов [WO 2005056384, патент RU 2249172, заявка RU 99118102], основанные на обнаружении 15 импульсов лазерного подсвета объекта обороны и излучении ответных лазерных импульсов из точек пространства, удаленных от объекта обороны на безопасное расстояние.

Та же техническая задача решается известными способами защиты объектов путем противодействия оптико-электронным системам наведения по патенту Украины UA 20 53893, полезной модели RU 76187, патенту RU 2549585.

Общим недостатком всех перечисленных способов-аналогов является их неуниверсальность, обусловленная узким спектром излучения используемых в качестве источников помехи лазеров.

Для противодействия оптико-электронным лазерным системам наведения в аналогах 25 в качестве источника направленного помехового излучения используют лазеры с длиной волны 1,06 мкм, совпадающей с длиной волны лазерного целеуказателя, с помощью которого противник обозначает цель атаки. Понятно, что в системе защиты объектов должно использоваться оптическое излучение с той же длиной волны, что и в лазерном 30 целеуказателе. В противном случае излучение средства защиты не проходит через узкополосный интерференционный светофильтр на входе ГСН. Современное состояние лазерной техники вполне позволяет реализовать работу лазерного целеуказателя и ГСН на других длинах волн (например, на длине волны 1,54 мкм). В случае применения оптико-электронных лазерных систем наведения с другой длиной волны известные 35 технические решения противодействия оказываются бесполезными.

Т.о., известные способы не являются универсальными в отношении возможных перспективных средств нападения.

Известен также способ защиты объектов от оптико-электронных систем с лазерным наведением, предусматривающий обнаружение атаки защищаемого объекта и формирование импульсов помехового излучения в виде некогерентного оптического 40 излучения сплошного спектра, генерируемого импульсными ксеноновыми лампами, реализованный при работе комплекса оптико-электронной защиты по полезной модели RU 91421.

В этом известном способе в отличие от предыдущих, «ложная» цель создается не излучением лазера, спектральные характеристики которого соответствуют лазерному 45 целеуказателю системы наведения атакующего элемента ВТО, а излучением импульсных ксеноновых ламп, снабженных рассеивающей оптикой и размещаемых вне защищаемого объекта. Синхронность импульсов излучения ксеноновых ламп, обеспеченная работой датчиков облучения защищаемого объекта лазерным целеуказателем системы наведения

атакующего элемента ВТО и блоком управления, позволяет импульсам всех ксеноновых ламп попасть в строб системы временной селекции атакующего элемента ВТО и сместить энергетический центр поля излучения, на который наводится оптико-электронная ГСН атакующего элемента ВТО, в сторону от защищаемого объекта.

- 5 Выполнение источников излучения для создания ложного оптического поля в стороне от прикрываемого объекта в виде импульсных газоразрядных ксеноновых ламп с кварцевой колбой, обладающих широкополосным спектром излучения, вместо узкополосных лазеров, позволяет перекрыть спектры большинства существующих и перспективных систем наведения ВТО от инфракрасного до ультрафиолетового
- 10 диапазона электромагнитных волн, т.е. обеспечить универсальность в отношении возможных перспективных средств нападения.

Недостатком известного способа является невысокая эффективность противодействия современным оптико-электронным системам с лазерным наведением вследствие малой вероятности попадания импульсов излучения ксеноновых ламп в импульсы строба,

- 15 вырабатываемые схемой временной селекции ГСН, а также вследствие незначительной импульсной оптического помехового излучения, созданного ксеноновыми лампами с рассеивающими системами и попадающего на объектив оптико-электронной ГСН.

Известен также способ противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением, реализованный в способе защиты объектов от оптико-электронных систем

- 20 наведения по патенту RU 2619373 (принят за прототип).

Известный способ-прототип предусматривает генерирование импульсов помехового излучения в виде некогерентного оптического излучения сплошного спектра, перекрывающего область спектральной чувствительности оптико-электронной системы, формирование помехового излучения в виде пучка с помощью прожекторной системы

- 25 и направление помехового излучения в пространстве так, чтобы осуществить дезориентацию оптико-электронных систем с лазерным наведением в процессе их функционирования.

В способе-прототипе угрозу атаки защищаемого объекта обнаруживают заблаговременно радиолокационными средствами и с их помощью определяют текущие

- 30 координаты источника угрозы или атакующего элемента, помеховое излучение формируют в виде пучка с помощью прожекторной системы и направляют непосредственно на атакующий элемент, при этом помеховое излучение включают до начала облучения защищаемого объекта лазерным целеуказателем оптико-электронной системы наведения, а частота повторения импульсов помехового излучения составляет
- 35 не менее 100 Гц.

Помеховое действие такого излучения заключается в том, что первый же полученный входной импульс излучения запускает схему селекции входных импульсов по частоте (или схему стробирования по времени), что при многократном превышении частоты помеховых импульсов по сравнению с частотой импульсов лазерного целеуказателя

- 40 обеспечивает постоянный перезапуск схемы селекции и ГСН «не видит» отраженных от цели импульсов лазерного целеуказателя.

Недостаток известного способа-прототипа заключается в том, что он эффективен лишь в том случае, когда помеховое излучение попало на оптико-электронную ГСН раньше, чем отраженное от объекта атаки лазерное излучение целеуказателя. В

- 45 противном случае импульсы помехового излучения селектируются схемой временного стробирования ГСН и никакого влияния на работу оптико-электронной системы с лазерным наведением не оказывают.

В реальных условиях применения вполне возможен случай, когда сигнал от

радиолокационных средств об угрозе атаки ВТО на защищаемый объект не поступил или поступил с запозданием и в результате на оптико-электронную ГСН в первую очередь поступили импульсы лазерного излучения. В этом случае схема стробирования обеспечивает ГСН захват лазерного импульсного излучения, отраженного от объекта атаки ВТО и атакующий элемент в штатном режиме наводится на объект атаки (защищаемый объект).

Предложенный способ направлен на решение задачи противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением в фазе уже начавшегося функционирования оптико-электронной ГСН в штатном режиме, т.е. когда ГСН захватила цель, подсвеченную лазерным целеуказателем.

Технический результат от использования предложенного способа заключается в повышении надежности защиты объектов от атаки с применением оптико-электронных систем с лазерным наведением.

Указанный технический результат от использования предложенного способа

противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением достигается том, что предварительно регистрируют облучающие лазерные импульсы, декодируют последовательность и измеряют период повторения Т облучающих лазерных импульсов или пачек импульсов, последовательность помеховых импульсов излучения генерируют с периодом повторения импульсов или пачек импульсов, равным  $T - \Delta t$ , при этом первый из последовательности помеховых импульсов излучения отстоит от предыдущего лазерного облучающего импульса на временной интервал, равный  $T - \Delta t$ , величину  $\Delta t$  выбирают из неравенства

$$\Delta t < \frac{t_{cmp}}{2}, \quad (1)$$

где  $t_{cmp}$  - длительность импульса строба оптико-электронной системы с лазерным наведением, время облучения  $t_{обл}$  атакующего элемента помеховыми импульсами излучения выбирают из соотношения

$$(T - \Delta t) \frac{t_{cmp}}{2 \Delta t} < t_{обл} < (T - \Delta t) \frac{T - t_{cmp}}{\Delta t}, \quad (2)$$

а по истечении времени облучения  $t_{обл}$  период повторения помеховых импульсов излучения или пачек импульсов устанавливают равным Т.

В качестве помехового направленного излучения используется некогерентное оптическое излучение сплошного спектра, а в качестве источника такого излучения используется прожектор с импульсной ксеноновой лампой, спектр излучения которой характеризуется непрерывным континуумом в широком спектральном диапазоне от 190...200 нм до 2,4...2,7 мкм. Такой спектральный диапазон перекрывает область спектральной чувствительности существующих и перспективных оптико-электронных систем с лазерным наведением.

В соответствии с предложенным способом вначале производится регистрация и декодирование последовательности облучающих объект защиты лазерных импульсов целеуказателя. В случае простой последовательности импульсов с неизменной частотой повторения под декодированием понимается определение периода (частоты) повторения импульсов. В случае кодированной последовательности импульсов (когда импульсы следуют пачками из нескольких импульсов) под декодированием понимается определение периода повторения пачек импульсов, количество импульсов в пачке и временные интервалы между импульсами в пачке.

Затем в соответствии с выявленной кодировкой осуществляется генерация импульсов помехового излучения с уменьшением периода повторения импульсов или пачек импульсов относительно облучающих лазерных импульсов на величину  $\Delta t$ , что при выполнении условий (1) и (2) обеспечивает «перенастройку» схемы временной селекции

5 ГСН с последовательности облучающих лазерных импульсов на последовательность помеховых оптических импульсов и, соответственно, перенацеливание ГСН на т.н. «ложную» цель, в качестве которой может выступать сам источник некогерентной оптической помехи либо световое пятно, созданное этим источником на определенном удалении от защищаемого объекта (в пределах поля зрения оптико-электронной ГСН).

10 Успешный «увод» атакующего элемента ВТО с оптико-электронной полуактивной ГСН с объекта атаки (защищаемого объекта) на «ложную» цель является решением задачи противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением.

Предложенный способ поясняется графическими материалами.

На фиг. 1 представлена диаграмма временных последовательностей, где 1а - 15 временная последовательность облучающих лазерных импульсов для случая простой последовательности с фиксированной частотой повторения; 1б - временная последовательность импульсов строба, вырабатываемых схемой временной селекции ГСН при отсутствии оптической помехи; 1в - временная последовательность импульсов некогерентной оптической помехи, вырабатываемых устройством для реализации 20 предложенного способа; 1г - временная последовательность импульсов строба, вырабатываемых схемой временной селекции ГСН при наличии импульсов некогерентной оптической помехи.

На Фиг. 1 введены следующие обозначения: Т - период повторения облучающих лазерных импульсов;  $t_{обл}$  - длительность импульса строба, вырабатываемого схемой 25 временной селекции ГСН;  $\Delta t$  - временной интервал, на величину которого уменьшается период повторения импульсов некогерентной оптической помехи по отношению к периоду Т.

На Фиг. 2 представлена схема облучения объекта защиты и функциональная схема 30 устройства для реализации предложенного способа.

Предложенный способ противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением поясняется следующим примером.

Защищаемый объект 2 облучается лазерным целеуказателем 3 простой последовательностью импульсов с фиксированной, но заранее неизвестной частотой повторения. На поверхности объекта 2 создается пятно 4 лазерного излучения, которое 35 диффузно отражается от поверхности объекта 2 в разных направлениях. Отраженное лазерное излучение воспринимается оптико-электронной ГСН атакующего элемента ВТО 5.

Первый из временной последовательности 1а импульс лазерного облучения, принятый 40 ГСН, запускает генератор строба, который вырабатывает импульс строба на временном удалении, соответствующем заложенному в систему оптико-электронного наведения периоду повторения Т (временная последовательность 1б). Попадание 2-го лазерного импульса в ожидаемый интервал времени, обозначенный импульсом строба, означает, что схема временной селекции ГСН синхронизирована с излучаемой лазерным 45 целеуказателем последовательностью лазерных импульсов облучения и осуществлен захват подсвеченной целеуказателем цели. В современных и перспективных системах оптико-электронного наведения могут применяться более сложные алгоритмы анализа последовательно облучающихся лазерных импульсов, когда ГСН захватывает цель после синхронизации с 3-им, 4-ым и т.д. импульсами - это не меняет реализацию предложенного

способа и достижение указанного технического результата.

Отраженное от поверхности защищаемого объекта 2 лазерное излучение попадает также на размещенный вблизи объекта 2 регистратор импульсов лазерного облучения 6, на выходе которого также появляется последовательность лазерных облучающих импульсов, аналогичная 1а. Принятая регистратором 6 последовательность лазерных облучающих импульсов поступает на блок декодирования 7, в котором устанавливается, является ли принятая последовательность лазерных импульсов кодированной. В случае отсутствия кодирования определяется период повторения импульсов Т. Для простой последовательности импульсов с фиксированной частотой повторение определение

10 периода Т возможно уже после приема 2-го лазерного облучающего импульса.

Определенная блоком декодирования 7 величина периода повторения импульсов Т в цифровом виде передается на вычислитель 8, который вычисляет величину Т-Δt, причем параметр Δt задается с учетом возможных тактико-технических характеристик оптико-электронной системы наведения и неравенства (1). В конкретном случае

15 применения предложенного способа оптимальный диапазон значений величины Δt составляет 5...10 мкс.

Величина Т-Δt в цифровом виде передается на формирователь 9. Формирователь 9 вырабатывает импульс запуска и по истечении временного интервала, равного Т-Δt, после предыдущего лазерного импульса облучения передает импульс запуска на

20 излучатель 10.

Излучатель 10, представляющий собой прожектор с импульсной ксеноновой лампой, вырабатывает мощный импульс излучения широкого спектрального состава и в виде направленного пучка излучения направляет его на атакующий элемент ВТО 5. Благодаря широкому спектральному составу импульса оптической помехи, перекрывающего 25 область спектральной чувствительности оптико-электронной системы, часть энергии импульса излучения проходит через интерференционный светофильтр оптико-электронной ГСН. При этом на входном зрачке объектива ГСН плотность энергии импульса помехового излучения должна превышать плотность энергии импульса лазерного излучения.

30 Т.о., в пределах импульса строба на входе ГСН появляется импульс оптической помехи с опережением по времени относительно 3-го лазерного облучающего импульса (временная последовательность 1в) на величину Δt. Схема временной селекции ГСН запускает генератор строба, отсчитывая интервал времени, равный  $T - t_{cmp} / 2$ , до начала следующего импульса строба от импульса помехи. В результате следующий импульс 35 строба формируется раньше, чем был бы сформирован при отсутствии помехи, на величину Δt (временная последовательность 1г).

Следующий помеховый импульс (2-ой во временной последовательности 1в) генерируется формирователем 9 с периодом повторения, равным Т-Δt, и попадает в уже сдвинутый по времени импульс строба, что вызывает инициирование следующего 40 импульса строба с опережением относительно исходного (невозмущенного) уже на величину 2Δt, и т.д.

В результате по истечении времени облучения помеховыми импульсами в соответствии с нижним пределом в неравенстве (2) накопленный сдвиг по времени импульсов строба становится таким, что лазерные импульсы облучения выходят за пределы импульса 45 строба (начиная с 6-го импульса лазерного подсвета - временные последовательности 1а и 1г). Начиная с этого момента времени ГСН ориентируется только на помеховые импульсы, игнорируя лазерные облучающие импульсы, которые теперь не попадают в импульсы строба, и наводится, соответственно, не на обозначенный лазерным

целеуказателем объект атаки (защищаемый объект), а на «ложную» цель.

При этом время облучения атакующего элемента ВТО помеховыми импульсами с периодом повторения, равным  $T - \Delta t$ , не должно превышать верхний предел в неравенстве (2), поскольку в противном случае сдвиг по времени импульсов строба достигнет такой величины, что лазерные облучающие импульсы снова окажутся в пределах строба. Своевременный в соответствии с неравенством (2) переход формирователя 9 и излучателя 10 на режим работы с периодом повторения импульсов помехи, равным  $T$ , обеспечивает все последующее функционирование оптико-электронной ГСН исключительно по «ложной» цели.

Приведенный пример показывает реализацию предложенного способа для наиболее простого случая, когда в оптико-электронной системе с лазерным наведением применяется простая последовательность облучающих лазерных импульсов с фиксированной частотой повторения. В случае использования кодированной последовательности лазерных облучающих импульсов предложенный способ также может быть реализован с тем же техническим результатом, при этом величина  $T$  будет относиться к периоду повторения пачек импульсов, а на диаграммах временных последовательностей 1 вместо одиночных импульсов будут показаны пачки импульсов.

### (57) Формула изобретения

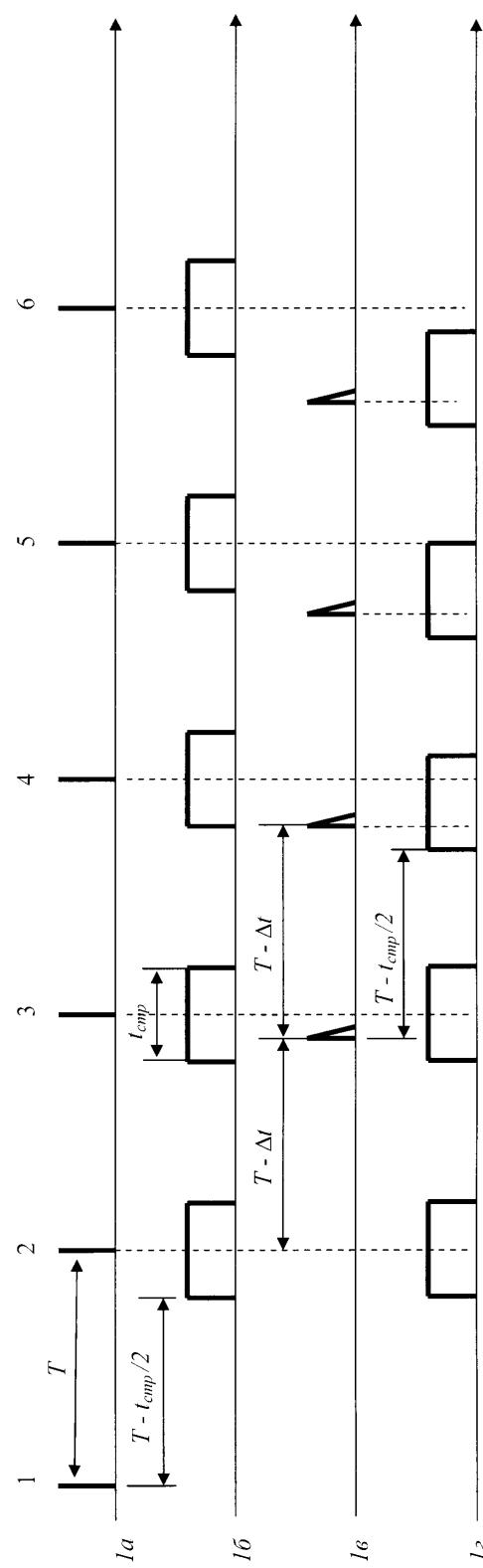
Способ противодействия оптико-электронным системам с лазерным наведением, предусматривающий генерирование импульсов помехового излучения в виде некогерентного оптического излучения сплошного спектра, перекрывающего область спектральной чувствительности оптико-электронной системы, формирование помехового излучения в виде пучка с помощью прожекторной системы и направление помехового излучения в пространстве так, чтобы осуществить дезориентацию оптико-электронных систем с лазерным наведением в процессе их функционирования, отличающийся тем, что предварительно регистрируют облучающие лазерные импульсы, декодируют последовательность и измеряют период повторения  $T$  облучающих лазерных импульсов или пачек импульсов, последовательность помеховых импульсов излучения генерируют с периодом повторения импульсов или пачек импульсов, равным  $T - \Delta t$ , при этом первый из последовательности помеховых импульсов излучения отстоит от предыдущего лазерного облучающего импульса на временной интервал, равный  $T - \Delta t$ , величину  $\Delta t$  выбирают из неравенства

$$\Delta t < \frac{t_{cmp}}{2},$$

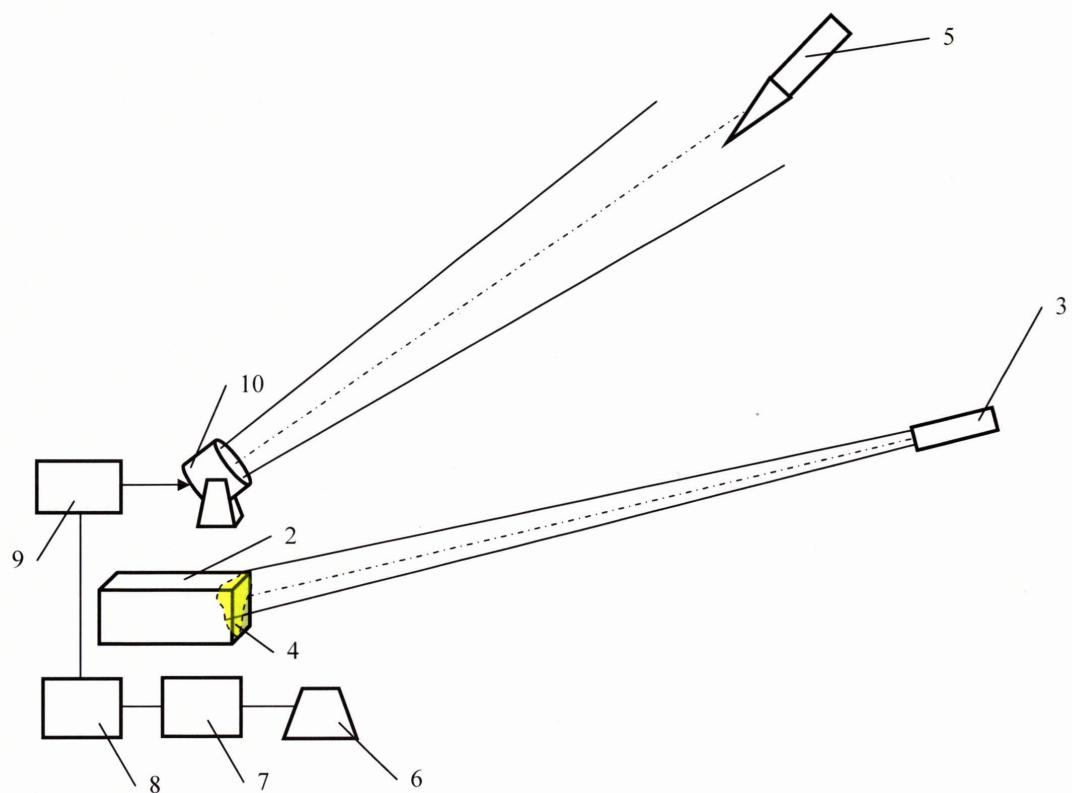
где  $t_{cmp}$  - длительность импульса строба оптико-электронной системы с лазерным наведением, время облучения  $t_{обл}$  атакующего элемента помеховыми импульсами излучения выбирают из соотношения

$$(T - \Delta t) \frac{t_{cmp}}{2 \Delta t} < t_{обл} < (T - \Delta t) \frac{T - t_{cmp}}{\Delta t},$$

а по истечении времени облучения  $t_{обл}$  период повторения помеховых импульсов излучения или пачек импульсов устанавливают равным  $T$ .



Фиг. 1.



ФИГ. 2.