



УДК 623.62
ГРНТИ 70.25.41

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕТОДОВ (СПОСОБОВ) ЗАЩИТЫ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОТ ЛАЗЕРНОГО КОМПЛЕКСА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ

*П.Е. КУЛЕШОВ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.Н. ГЛУШКОВ, доктор технических наук, старший научный сотрудник
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.В. МАРЧЕНКО
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

Обоснована и разработана классификация технических методов (способов) защиты опτικο-электронных средств от лазерных средств поражения. Представленная классификация позволяет охарактеризовать технические свойства защиты опτικο-электронных средств от лазерных средств поражения с системных позиций, включающих взаимодействие с подсистемами: поиска, обнаружения, оценки параметров и распознавания; управления, связи и передачи данных; формирования, генерации и наведения поражающего излучения. Классификация отражает основные аспекты защиты опτικο-электронных средств, как сложного устройства, состоящего из функционально взаимосвязанных элементов. Классификация представлена в виде перечня классификационных признаков и соответствующих им классов и подклассов, характеризующих пространственные, временные, сигнальные и другие физические условия взаимодействия лазерных средств поражения с опτικο-электронными средствами.

Ключевые слова: классификация, лазерный комплекс функционального поражения, лазерное средство поражения, способ, метод, признак, класс, подкласс, помехозащищенность, помехоустойчивость, разведзащищенность, мощное лазерное излучение, система защиты.

CLASSIFICATION OF OPTICAL-ELECTRONIC EQUIPMENT PROTECTION TECHNIQUES (METHODS) FROM A FUNCTIONAL DAMAGE LASER COMPLEX

*P.E. KULESHOV, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.N. GLUSHKOV, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)
A.V. MARCHENKO
MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The classification of technical methods (methods) for the protection of optical-electronic devices from laser weapons is substantiated and developed. The presented classification allows us to characterize the technical properties of the protection of optical-electronic devices from laser weapons of destruction from system positions, including interaction with subsystems: search, detection, parameter estimation and recognition; control, communication and data transfer; formation, generation and targeting of damaging radiation. The classification reflects the main aspects of the protection of optical electronic devices, as a complex device consisting of functionally interrelated elements. The classification is presented in the form of a list of classification signs and corresponding classes and subclasses characterizing the spatial, temporal, signaling and other physical conditions of the laser weapons with optical-electronic means interaction.



Keywords: classification, functional damage laser complex, destruction laser means, method, technique, attribute, class, subclass, noise immunity, noise immunity, intelligence protection, high-power laser radiation, protection system.

Введение. В настоящем времени лазерное оружие получило новое развитие [1–6]. Это связано с возросшими техническими возможностями создания комплексов лазерного воздействия нового качества. Характерными признаками существенного улучшения качества лазерного оружия являются увеличение мощности с одновременным снижением массогабаритных параметров лазеров, повышение точности и быстродействия систем информационного обеспечения и других элементов. В развитии лазерного оружия можно выделить два основных направления [6]. Первое направление – наращивание возможностей лазерных комплексов функционального поражения (ЛКФП) (как составной части радиоэлектронного поражения) оптико-электронных средств (ОЭС), входящих в состав вооружения и военной техники, как правило, это ОЭС обнаружения, наведения и целеуказания систем высокоточного оружия. Второе направление – разработка лазерных средств поражения (ЛСП), прямым назначением которых является разрушение элементов конструкции вооружения и военной техники (боеприпасов, беспилотных летательных аппаратов и т.д.). Однако, существует потенциальная угроза применения ЛСП, как ЛКФП ОЭС, входящих в состав объекта и определяющих эффективность его применения. В свою очередь, «импульс» создания перспективного лазерного оружия актуализирует поиск и развитие новых способов и средств защиты от него.

Актуальность. Защита ОЭС от средств поражения электромагнитным излучением оптического диапазона длин волн (далее от ЛКФП) включает организационные мероприятия, технические методы (способы) и, как следствие, их сочетание (организационно-технические) [7–9], определяющее технические решения ее осуществления. Организационные мероприятия направлены на повышение защиты ОЭС от ЛКФП в целом в структуре вооружения и основываются на соблюдении временных, частотных, пространственных и энергетических ограничений работы ОЭС, резервировании устройств и блоков ОЭС, подверженных воздействию мощных лазерных излучений (МЛИ), рациональном размещении ОЭС на местности и объектах, оповещении операторов ОЭС, качественной подготовке операторов ОЭС и т.д. Технические методы (способы) направлены на повышение эффективности индивидуальной защиты ОЭС от ЛКФП с помощью технических средств, устройств и элементов [8–10].

С системных позиций ЛКФП включает три основные подсистемы [6]: подсистема поиска, обнаружения, оценки параметров и распознавания ОЭС (разведки); подсистема управления, связи и передачи данных (управления); подсистема формирования, генерации и наведения поражающего излучения (поражения). В интересах защиты ОЭС от ЛКФП могут успешно быть применены достаточно структурированные и проработанные методы помехозащищенности, которые делятся на помехоустойчивость и разведзащищенность (скрытность) [8–10]. Реализация в ОЭС методов помехозащищенности позволяет в той или иной степени решить задачу защиты ОЭС от ЛКФП. Это утверждение еще более правомерно, так как функциональное поражение электромагнитным излучением радиоэлектронных объектов (ОЭС) включает (в зависимости от условий) функциональное подавление, т.е. создание оптико-электронных помех [6]. Однако в динамике конфликта ОЭС-ЛКФП использование только мер помехозащищенности будет малоэффективно и приведет к поражению ОЭС МЛИ. Примером такой ситуации может служить использование ЛКФП одного генератора МЛИ как для ведения разведки, так и для поражения. Проблемам повышения помехозащищенности ОЭС посвящен ряд работ, в которых приведена классификация методов (способы) помехозащищенности ОЭС [11,12]. Представленная классификация достаточно полно отражает методы (способы) помехоустойчивости ОЭС только при воздействии помехового излучения. На современном этапе развития методов (способов) защиты ОЭС от ЛКФП классификация должна учитывать все факторы успешной защиты в динамике конфликта ОЭС-ЛКФП. Ограничимся



только рассмотрением технических методов защиты ОЭС от ЛКФП, так как они наиболее полно отражают ее специфику.

Цель статьи классифицировать технические методы (способы) защиты ОЭС от ЛКФП.

Предлагаемая классификация методов (способов) базируется на обобщении известных и развитии новых методов (способов) защиты ОЭС от ЛКФП (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация технических методов защиты ОЭС от ЛКФП

Классификационный признак	Класс и подкласс защиты ОЭС от ЛКФП
1	2
1. Энергия, затрачиваемая на защиту ОЭС	1.1 Активная 1.2 Пассивная 1.3 Полуактивная
2. Вид защиты ОЭС	2.1 Индивидуальная 2.2 Взаимная (групповая) 2.3 Взаимо-индивидуальная
3. Ресурс защиты ОЭС	3.1 Однократного применения 3.2 Многократного применения
4. Объект воздействия в интересах защиты ОЭС	4.1 Подсистема поиска, обнаружения, оценки параметров и распознавания ЛКФП (разведки) 4.2 Подсистема формирования, генерации и наведения поражающего излучения ЛКФП (поражения) 4.3 Подсистема управления, связи и передачи данных (управления)
5. Пространственное положение элемента защиты ОЭС	5.1 Доапертурная 5.2 Внутриапертурная (додетекторная) 5.3 Детекторная 5.4 Последетекторная
6. Длительность защиты ОЭС	6.1 Кратковременная (на время воздействия ЛКФП) 6.2 Длительная
7. Взаимное положение ОЭС-ЛКФП	7.1 Защита «воздух-поверхность» 7.2 Защита «воздух-воздух» 7.3 Защита «поверхность-воздух» 7.4 Защита «поверхность-поверхность» 7.5 Защита «космос-поверхность» 7.6 Защита «поверхность-космос» 7.7 Защита «космос-космос»
8. Функционирование ОЭС	8.1 Сохраняющая функциональные возможности ОЭС по назначению 8.2 Частично сохраняющая функциональные возможности ОЭС по назначению 8.3 Несохранившая функциональные возможности ОЭС по назначению
9. Расположение относительно ОЭС	9.1 Совмещенная с ОЭС (интегрированная) 9.2 Пространственно-разнесенная с ОЭС
10. Информационное физическое поле для осуществления защиты ОЭС	10.1 Побочные электромагнитные излучения ЛКФП 10.2 Основное оптическое излучение поражающего канала ЛКФП 10.3 Основное оптическое излучение локационного канала ЛКФП 10.4 Рассеянные на аэрозолях оптические излучения поражающего и локационных каналов ЛКФП 10.5 Отраженное от элементов ЛКФП оптическое излучение
11. Физическое явление защиты ОЭС	11.1 Поглощение оптического излучения 11.2 Рассеяние оптического излучения 11.3 Преломление оптического излучения 11.4 Частотная селекция оптического излучения 11.5 Поляризационная селекция оптического излучения 11.6 Пространственная селекция оптического излучения 11.7 Временная селекция оптического излучения 11.8 Пространственная селекция оптического излучения 11.9 Структурная селекция оптического излучения



Продолжение таблицы 1

1	2
12 Способ защиты ОЭС	12.1 Повышение разведзащищенности (скрытие) ОЭС от подсистемы разведки ЛКФП 12.1.1 Изменение направления ориентации ОЭС (поля зрения) 12.1.2 Изменение положения элемента (расфокусировка) 12.1.3 Ограничение поля зрения ОЭС 12.1.4 Поглощение локационного оптического излучения 12.1.5 Рассеивание локационного оптического излучения 12.1.6 Частотная селекция локационного оптического излучения 12.1.7 Временная селекция локационного оптического излучения 12.1.8 Поляризационная селекция локационного оптического излучения 12.1.9 Структурная селекция локационного оптического излучения 12.2 Воздействие радиоэлектронных помех на подсистемы ЛКФП 12.3 Функциональное поражение подсистем ЛКФП 12.3.1 Функциональное поражение излучением оптического диапазона длин волн ЛКФП 12.3.2 Функциональное поражение излучением радиодиапазона длин волн 12.4 Имитация ОЭС (ложные цели) 12.4.1 Имитация одного ОЭС 12.4.2 Имитация группы ОЭС 12.4.3 Имитация одного параметра ОЭС 12.4.4 Имитация совокупности параметров ОЭС 12.4.5 Имитация без эффектов поражения ОЭС 12.4.6 Имитация с эффектами поражения ОЭС 12.5 Использование стойких к воздействию МЛИ материалов 12.5.1 Использование стойких к воздействию МЛИ фотоприемников 12.5.2 Использование стойких к воздействию МЛИ оптических элементов 12.6 Обеспечение временного ресурса защиты ОЭС от ЛКФП 12.6.1 Задержка локационного оптического излучения 12.6.2 Задержка МЛИ 12.6.3 Прием оптического излучения предшествующего основному 12.7 Изменение характеристик фотоприемников 12.7.1 Изменение размера фотоприемников 12.7.2 Изменение чувствительности фотоприемников 12.7.3 Диагностика повреждений фотоприемников 12.8 Ослабление потока МЛИ подсистемы поражения ЛКФП 12.8.1 Изменение направления ориентации ОЭС (поля зрения) 12.8.2 Изменение положения элемента ОЭС (расфокусировка) 12.8.3 Ограничение поля зрения ОЭС 12.8.4 Поглощение потока МЛИ 12.8.5 Рассеивание потока МЛИ 12.8.6 Частотное ограничение потока МЛИ 12.8.7 Временное ограничение потока МЛИ 12.8.8 Поляризационное ограничение потока МЛИ
13. Воздействие на структуру ОЭС	13.1 Защита одного элемента ОЭС 13.2 Защита нескольких элементов ОЭС 13.3 Защита всех элементов ОЭС
14. Степень взаимосвязи с излучением ЛКФП	14.1 Независимая от излучения 14.2 Взаимосвязанная с излучением
15. Порог лучевой стойкости элемента защиты ОЭС	15.1 Защита с превышением порога лучевой стойкости ОЭС 15.2 Защита без превышения порога лучевой стойкости ОЭС
16. Тип средства, формирующего МЛИ	16.1 Защита от ЛКФП 16.2 Защита ЛСП

Поясним данную классификацию методов (способов) защиты ОЭС от ЛКФП по всем признакам и раскроем некоторые противоречивые классы.



1. Признак «Энергия, затрачиваемая на защиту ОЭС» определяет наличие или отсутствие источника электромагнитного излучения, включенного в процесс защиты ОЭС от ЛКФП (лазерный локационный модуль, источник помехового излучения, источник поражающего лазерного излучения (контрлазер)). Соответственно, полуактивная защита 1.3 подразумевает пространственный разнос ОЭС и источника электромагнитного излучения.

2. Признак «Вид защиты ОЭС» определяет возможности защиты одного и более ОЭС от ЛКФП. Взаимо-индивидуальная защита 2.3 подразумевает возможности при определенных условиях индивидуальной системы защиты ОЭС функционировать как взаимная.

3. Признак «Ресурс защиты ОЭС» определяет стойкость элемента защиты ОЭС к одной «атаке» ЛКФП.

4. Признак «Объект воздействия в интересах защиты ОЭС» определяет подсистему ЛКФП, воздействие на которую позволит осуществить защиту ОЭС. При этом воздействие не ограничивается выбором одной подсистемы, а если рассматривать ЛКФП в составе ВВТ классы 4.1–4.3 существенно расширятся.

5. Признак «Пространственное положение элемента защиты ОЭС» определяет местоположение элемента защиты на дистанции «элементы ОЭС-ЛКФП», как технического устройства, вносящего определенный вклад в процесс защиты ОЭС. Классы 5.1–5.4 касаются непосредственно ОЭС.

6. Признак «Длительность защиты ОЭС» определяет длительность процесса защиты ОЭС по отношению к длительности воздействия ЛКФП. Если длительность процесса защиты превышает время воздействия ЛКФП на ОЭС, ей присваивается класс 6.2.

7. Признак «Взаимное положение ОЭС-ЛКФП» определяет взаимное местоположение ОЭС-ЛКФП в пространстве. Несмотря на простоту признака, он играет важную роль при построении системы защиты. Это связано, например, с влиянием атмосферы на параметры распространяющегося оптического излучения.

8. Признак «Функционирование ОЭС по назначению» определяет влияние системы защиты на функциональные возможности ОЭС при воздействии на него ЛКФП. В идеальном случае необходимо стремиться к классу 8.1, однако это существенно усложняет систему защиты и практически недостижимо.

9. Признак «Расположение относительно ОЭС» определяет местоположение системы защиты относительно ОЭС. Признак 9 пересекается с 5-м. Однако 9-й признак рассматривает местоположение не элемента, осуществляющего непосредственно защиту ОЭС, а местоположение системы защиты ОЭС, включающей все компоненты присущие этому понятию.

10. Признак «Физическое поле для осуществления защиты ОЭС» определяет тип физического поля, параметры которого характеризуют наличие и этапы функционирования ЛКФП. Обнаружение, оценка параметров перечисленных физических полей в том или ином виде, позволяет начать процесс защиты ОЭС от ЛКФП. Включение 10.1 обусловлено сопровождением функционирования ЛКФП побочными излучениями радио и оптического диапазонов длин волн.

11. Признак «Физическое явление защиты ОЭС» определяет тип физического явления, которое лежит в основе процесса защиты ОЭС от ЛКФП. При этом не исключается их сочетание в динамике защиты.

12. Признак «Способ защиты ОЭС» определяет способ (действие) защиты ОЭС от ЛКФП. В этом признаке наиболее наглядно прослеживается пересечение способов помехозащищенности и способов защиты ОЭС от поражающего МЛИ. При этом они могут основываться на одних и тех же эффектах 12.1 и 12.8. Представленное «многообразие» способов защиты ОЭС от ЛКФП можно существенно расширить, если рассматривать ОЭС и ЛКФП в составе ВВТ. Класс 12.2 не представлен в полной мере, так как воздействие радиоэлектронных помех имеет достаточно объемную классификацию [12, 13]. Класс 12.6 направлен на обеспечение временного «задела» для осуществления защиты ОЭС, где 12.6.3 рассматривает внеполосное и спонтанное предгенерационные излучения, предшествующие основному импульсу лазера.



13. Признак «Воздействие на структуру ОЭС» определяет количество защищаемых элементов структуры ОЭС. Введение этого признака обусловлено возможностями ЛКФП воздействовать на ОЭС, как на сложное устройство, составные элементы которого имеют разный порог лучевой стойкости, и защита только одного элемента не исключает поражение другого.

14. Признак «Степень взаимосвязи с излучением ЛКФП» определяет взаимосвязь с параметрами излучений ЛКФП. Например, временное ограничение перекрытием на входе ОЭС части потока оптического излучения защитным экраном в определенные моменты времени или имитация ОЭС может не подразумевать непосредственный прием и обработку сигналов ЛКФП.

15. Признак «Порог лучевой стойкости элемента защиты ОЭС» определяет функционирование элемента защиты ОЭС относительно его порогового значения лучевой стойкости.

16. Признак «Тип средства, формирующего МЛИ» определяет степень «универсальности» защиты ОЭС как от ЛКФП, так и от ЛСП. Этот признак ограничивает систему защиты ОЭС по уровню достижимого результата. Можно считать, что «порог» защиты ОЭС от ЛСП определяется порогом поражения МЛИ его носителя, например, БЛА. В этом случае, максимально наращивать возможности защиты ОЭС от МЛИ нецелесообразно.

Приведем несколько примеров известных способов и технических решений защиты ОЭС от МЛИ, которые могут быть применены для защиты ОЭС от ЛКФП, и охарактеризуем их с помощью приведенной классификации [14–16].

Способ защиты ОЭС матричного типа [14], основанный на перекрытии части падающего оптического потока на матричный фотоприемник матричным экраном с элементами, пропускная способность которых изменяется в зависимости от мощности части падающего на них оптического потока, характеризуется как защита ОЭС от ЛКФП (признак 7 пропущен):

- пассивная 1.2;
- индивидуальная 2.1;
- многократного применения 3.2;
- снижающая эффективность подсистемы формирования, ... ЛКФП 4.2;
- внутриапертурная 5.2;
- кратковременная 6.1;
- частично сохраняющая функциональные возможности ОЭС по назначению 8.2;
- совмещенная 9.1;
- ослабляющая МЛИ 12.8 путем поглощения 11.1 и 12.8.4 основного МЛИ 10.2, падающего на один элемент ОЭС (матричный фотоприемник) 13.1;
- взаимосвязанная с МЛИ ЛКФП 14.2 (имеется оценка мощности падающего потока оптического излучения);
- без превышения порога лучевой стойкости защитного элемента 15.2;
- защита от ЛКФП 16.1 и ЛСП 16.2.

Пленочные пассивные оптические затворы для защиты приемников изображения от ослепления [15], основанные на использовании активного затвора в виде тонкой металлической зеркальной пленки, размещенной в промежуточной фокальной плоскости оптической системы и локально испаряющейся в момент облучения МЛИ, характеризуются как защита ОЭС от ЛКФП (признак 7 также пропущен, приведены только отличия от [14]):

- однократная 3.1;
- несохраняющая функциональные возможности ОЭС по назначению 8.3;
- несвязанная с МЛИ ЛКФП 14.1.

Способ защиты ОЭС [16], основанный на постановке аэрозольного образования, характеризуется как защита ОЭС от ЛКФП (признак 7 также пропущен, приведены только отличия от [14]):

- индивидуально-взаимная 2.3;
- снижающая эффективность подсистем ЛКФП 4.1, 4.2;



- доапертурная 5.1;
- длительная 6.2;
- совмещенная 9.1 или пространственно-разнесенная 9.2;
- осуществляющая скрытие ОЭС от подсистемы разведки 12.1 и ослабляющая поток МЛИ подсистемы поражения 12.8 ЛКФП путем поглощения и рассеивания 12.1.4, 12.1.5, 12.8.4, 12.8.5 основных оптических излучений ЛКФП, всех элементов ОЭС 13.3.

Представленная классификация включает более 70 технических методов (способов) защиты и позволяет описать любую систему защиты ОЭС от ЛКФП.

Вывод. Таким образом, обоснована и разработана классификация технических методов (способов) защиты оптико-электронных средств от лазерных средств поражения. Представленная классификация позволяет охарактеризовать технические свойства защиты оптико-электронных средств от лазерных средств поражения с системных позиций, включающих взаимодействие с подсистемами: поиска, обнаружения, оценки параметров и распознавания; управления, связи и передачи данных; формирования, генерации и наведения поражающего излучения. Классификация отражает основные аспекты защиты оптико-электронных средств, как сложного устройства, состоящего из функционально взаимосвязанных элементов. Классификация представлена в виде перечня классификационных признаков и соответствующих им классов и подклассов, характеризующих пространственные, временные, сигнальные и другие физические условия взаимодействия лазерных средств поражения с оптико-электронными средствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яшин С.О. Особенности развития авиационных средств оптико-электронного противодействия для винтокрылых летательных аппаратов ВС США. Зарубежное военное обозрение. № 10. 2016. С. 67–72.
2. Фомкин Н.А. Приоритетные направления развития лазерного оружия за рубежом. Зарубежное военное обозрение. № 12. 2011. С. 43–46.
3. Баталин Е.В. Создание в США оружия на новых физических принципах. Зарубежное военное обозрение. № 6. 2015. С. 31–35.
4. Фомкин Н.А. Разработка в США комплексов лазерного оружия. Зарубежное военное обозрение. № 4. 2017. С. 34–37.
5. Михайлов Р.Л. Радиоэлектронная борьба в Вооруженных силах США: военно-теоретический труд. СПб.: Научно-технологические исследования, 2018. 131 с.
6. Добынкин В.Д., Куприянов А.И., Пономарев В.Г., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В.Д. Добынкин, А.И. Куприянов, В.Г. Пономарев, Л.Н. Шустов. Под ред. А.И. Куприянова. М.: Вузовская книга, 2007. 468 с.
7. Гузенко В.Ф., Марареску В.Л. Радиоэлектронная борьба. Современное содержание / В.Ф. Гузенко, В.Л. Марареску // Радиоэлектронная борьба в Вооруженных Силах Российской Федерации. 2017. Ежегодный тематический сборник. С. 14–15.
8. Леньшин А.В. Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления / А.В. Леньшин. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2014. 590 с.
9. Куприянов А.И., Шустов Л.Н. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А.И. Куприянов, Л.Н. Шустов. М.: Вузовская книга, 2011. 800 с.
10. Никитин В.М., Гаранин С.Г., Фомин В.Н. Адаптивная помехозащита оптико-электронных датчиков (для систем управления и навигации). М.: Издательство Московского университета, 2011. 336 с.
11. Якушенков Ю.Г., Луканцев В.Н., Колосов М.П. Методы борьбы с помехами в оптико-электронных приборах / Ю.Г. Якушенков, В.Н. Луканцев, М.П. Колосов. М.: Радио и связь, 1981. 180 с.



12. Модели пространственного и частотного поиска / Монография под ред. Ю.Л. Козирацкого. М.: Радиотехника, 2013. 344 с.
13. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии / Монография под ред. В.Г. Радзиевского. М.: Радиотехника, 2006. 424 с.
14. Пат. 2363017RU, МПК H04N 5/238, H01L 31/0232. Способ защиты приемника оптического излучения / Ю.Л. Козирацкий, А.Ю. Козирацкий, П.Е. Кулешов, Р.Г. Хильченко, Д.В. Прохоров, Д.Е. Столяров; заявитель и патентообладатель ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». №2016107511; заявл. 01.03.16; опубл. 16.11.17, Бюл. № 32. 11 с.
15. Чесноков В.В., Чесноков Д.В., Шлишевский В.Б. Пленочные пассивные оптические затворы для защиты приемников изображения от ослепления / В.В. Чесноков, Д.В. Чесноков, В.Б. Шлишевский // Оптический журнал. 2011. Т. 78 № 6. С. 39–46.
16. Глушков А.Н., Кулешов П.Е., Дробышевский Н.В., Марченко А.В. Методика оценки эффективности защиты оптико-электронного средства от лазерного воздействия с помощью локальных аэрозольных образований / А.Н. Глушков, П.Е. Кулешов, Н.В. Дробышевский, А.В. Марченко // Радиотехника. 2018. № 8. С. 38–42.

REFERENCES

1. Yashin S.O. Osobennosti razvitiya aviacionnyh sredstv optiko-`elektronnoho protivodejstviya dlya vintokrylyh letatel'nyh apparatov VS SShA. Zarubezhnoe voennoe obozrenie. № 10. 2016. pp. 67–72.
2. Fomkin N.A. Prioritetnye napravleniya razvitiya lazernogo oruzhiya za rubezhom. Zarubezhnoe voennoe obozrenie. № 12. 2011. pp. 43–46.
3. Batalin E.V. Sozдание v SShA oruzhiya na novyh fizicheskikh principah. Zarubezhnoe voennoe obozrenie. № 6. 2015. pp. 31–35.
4. Fomkin N.A. Razrabotka v SShA kompleksov lazernogo oruzhiya. Zarubezhnoe voennoe obozrenie. № 4. 2017. pp. 34–37.
5. Mihajlov R.L. Radio`elektronnaya bor'ba v Vooruzhennyh silah SShA: voenno-teoreticheskij trud. SPb.: Naukoemkie tehnologii, 2018. 131 p.
6. Dobynkin V.D., Kupriyanov A.I., Ponomarev V.G., Shustov L.N. Radio`elektronnaya bor'ba. Silovoe porazhenie radio`elektronnyh sistem / V.D. Dobynkin, A.I. Kupriyanov, V.G. Ponomarev, L.N. Shustov. Pod red. A.I. Kupriyanova. M.: Vuzovskaya kniga, 2007. 468 p.
7. Guzenko V.F., Mararesku V.L. Radio`elektronnaya bor'ba. Sovremennoe sodержanie / V.F. Guzenko, V.L. Mararesku // Radio`elektronnaya bor'ba v Vooruzhennyh Silah Rossijskoj Federacii. 2017. Ezhegodnyj tematicheskij sbornik. pp. 14–15.
8. Len'shin A.V. Bortovye sistemy i komplekсы radio`elektronnoho podavleniya / A.V. Len'shin. Voronezh: Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 2014. 590 p.
9. Kupriyanov A.I., Shustov L.N. Radio`elektronnaya bor'ba. Osnovy teorii / A.I. Kupriyanov, L.N. Shustov. M.: Vuzovskaya kniga, 2011. 800 p.
10. Nikitin V.M., Garanin S.G., Fomin V.N. Adaptivnaya pomehozaschita optiko-`elektronnyh datchikov (dlya sistem upravleniya i navigacii). M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 2011. 336 p.
11. Yakushenkov Yu.G., Lukancev V.N., Kolosov M.P. Metody bor'by s pomехami v optiko-`elektronnyh priborah / Yu.G. Yakushenkov, V.N. Lukancev, M.P. Kolosov. M.: Radio i svyaz', 1981. 180 p.
12. Modeli prostranstvennogo i chastotnogo poiska / Monografiya pod red. Yu.L. Kozirackogo. M.: Radiotehnika, 2013. 344 p.
13. Sovremennaya radio`elektronnaya bor'ba. Voprosy metodologii / Monografiya pod red. V.G. Radzievskogo. M.: Radiotehnika, 2006. 424 p.



14. Pat. 2363017RU, MPK H04N 5/238, H01L 31/0232. Spособ zashchity priemnika opticheskogo izlucheniya / Yu.L. Kozirackij, A.Yu. Kozirackij, P.E. Kuleshov, R.G. Hil'chenko, D.V. Prohorov, D.E. Stolyarov; zayavitel' i patentoobladatel' VUNC VVS «VVA im. prof. N.E. Zhukovskogo i Yu.A. Gagarina». №2016107511; zayavl. 01.03.16; opubl. 16.11.17, Byul. № 32. 11 p.

15. Chesnokov V.V., Chesnokov D.V., Shlishevskij V.B. Plenochnye passivnye opticheskie zatvory dlya zashchity priemnikov izobrazheniya ot oslepleniya / V.V. Chesnokov, D.V. Chesnokov, V.B. Shlishevskij //Opticheskij zhurnal. 2011. T. 78 № 6. pp. 39–46.

16. Glushkov A.N., Kuleshov P.E., Drobyshevskij N.V., Marchenko A.V. Metodika ocenki `effektivnosti zashchity optiko-`elektronnogo sredstva ot lazernogo vozdejstviya s pomosh'yu lokal'nyh a`erozol'nyh obrazovaniy / A.N. Glushkov, P.E. Kuleshov, N.V. Drobyshevskij, A.V. Marchenko // Radiotekhnika. 2018. № 8. pp. 38–42.

© Кулешов П.Е., Глушков А.Н., Марченко А.В., 2019

Кулешов Павел Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, pekulesh@yandex.ru.

Глушков Александр Николаевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела научно-исследовательского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией ВВС), Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.

Марченко Александр Васильевич, адъюнкт, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А.