



УДК 623.41
ГРНТИ 78.25.41

СПОСОБ БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ОТ УПРАВЛЯЕМЫХ РАКЕТ ПРОТИВНИКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

*В.В. ЛЕБЕДЕВ, кандидат технических наук, доцент
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.А. БЕЛИЧУК
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
А.Д. ПАШКО, кандидат технических наук
ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье рассмотрен вопрос боевого применения активных элементов защиты летательного аппарата для расширения возможности поражения управляемых ракет противника. Описан алгоритм активной защиты летательного аппарата, реализующий способ боевого применения и работу поворотного устройства выброса активных элементов защиты в структуре бортового комплекса обороны.

Ключевые слова: активный элемент защиты; управляемая ракета; головка самонаведения; способ поражения; поворотное устройство.

THE WAY COMBAT USE OF THE ACTIVE ELEMENTS OF THE PROTECTION OF AIRCRAFT AGAINST GUIDED MISSILES AND DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION

*V.V. LEBEDEV, Candidate of technical science, Associate Professor
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)
A.A. BELICHUK
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)
A.D. PASHKO, Candidate of technical science
MESC AF "N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy" (Voronezh)*

The article deals with the issue of combat use of active elements of protection of the aircraft to expand the possibility of hitting enemy guided missiles. The algorithm of active protection of the aircraft, implementing the method of combat use and operation of the rotary ejection device of the active elements of protection in the structure of the onboard defense complex.

Keywords: active element of protection; guided missile; homing head; method of destruction; rotary device.

Введение. Анализ боевого применения управляемых ракет (УР) класса «воздух–воздух», «земля–воздух», а также средств и способов защиты летательного аппарата (ЛА) от атакующих ракет противника (АРП) показывает, что на современном этапе практически во всех зарубежных странах (США, Великобритания, Франция, Германия, Израиль, Япония и ЮАР) разработчики, при выборе типа головок самонаведения (ГСН) для новых ракет, остановились на тепловизионных следящих координаторах с исполь-



зованием матричных фотоприемных устройств (МФПУ) и двухспектральных ГСН с комбинированием инфракрасного и ультрафиолетового каналов. При этом современная элементная база данных ГСН является основой УР пятого поколения.

Главными преимуществами УР, оснащенных ГСН перечисленных типов, являются значительное поле обзора, обеспечение распознавания образов целей и их идентификация, возможность использования режимов автоматического прицеливания и высокая помехоустойчивость, которые требуют модернизацию средств защиты ЛА [1].

Актуальность. На сегодняшний момент средства защиты ЛА от УР класса «воздух-воздух», «земля-воздух» реализованы в бортовых комплексах обороны (БКО). Самыми современными на сегодняшний день являются БКО «Президент – С», комплекс средств радиоэлектронного подавления самолета Су-30МКИ, система защиты самолета «MANTA» которые предназначены для защиты ЛА различного класса и назначения от поражения авиационными ракетными, зенитными ракетными и зенитными артиллерийскими комплексами путем обнаружения факта угроз и противодействия атакующим средствам.

Современный БКО представляет собой совокупность функционально связанных бортовых систем, устройств, объединённых общими алгоритмами и централизованными вычислительными системами, и средств пассивного противодействия, оснащенные пиротехническими патронами (ПП) калибра 26, 50 и 150 мм различного назначения, обеспечивающих защиту ЛА от АРП [2].

В результате проведенного анализа современных УР, а также средств защиты ЛА от высокоточного оружия можно сделать вывод о том, что существующие БКО не обеспечивают достаточный уровень защиты ЛА. Лазерные системы оптико-электронного подавления не обеспечивают формирование мощного потока лазерного излучения на больших дальностях, что приводит к весьма большому снижению их эффективности. Современные ложные тепловые цели (ЛТЦ) эффективны лишь для защиты от ракет с одноэлементным фотоприемным устройством, а в связи с возможностью распознавания образа цели в современных ГСН с МФПУ, применение ЛТЦ целесообразно только при использовании оптимального алгоритма отстрела [3]. Одним из направлений повышения эффективности функционирования БКО является осуществление огневого поражения УР. С этой целью, могут применяться новые типы боеприпасов – активные элементы защиты (АЭЗ), поражающие УР облаком осколков на траектории ее движения.

Целью работы является повышение эффективности БКО ЛА в условиях противодействия противника управляемыми ракетами на основе разработки способа боевого применения АЭЗ, а также устройства для его реализации.

Известен активный элемент защиты (АЭЗ) [4], применение которого снижает вероятность поражения обороняемого ЛА управляемой ракетой, за счет создания на траектории движения УР облака осколков, обеспечивающих поражение отсеков ракеты. Боевое применение АЭЗ осуществляется из штатных устройств выброса пиротехнических патронов, входящих в БКО ЛА, которые неподвижны относительно ЛА и углы отстрела АЭЗ являются неизменными. К достоинствам данного способа боевого применения можно отнести:

- возможность применения АЭЗ без значительного изменения конструкции ЛА;
- возможность применения АЭЗ одновременно с различными пиротехническими патронами: инфракрасными, радиолокационными и др.;
- возможность поражения всех известных УР противника, независимо от типа ГСН.



Недостатками данного способа боевого применения являются:

- необходимость совершения ЛА маневра в горизонтальной плоскости для уменьшения угла азимута ракеты;
- возможность организации обороны только задней полусферы ЛА;
- ограниченность зоны возможного выброса АЭЗ;
- ограничение по пространственным траекториям защищаемого ЛА, т.к. при применении ЛА пространственных маневров происходит увеличение ошибок в определении оптико-электронными станциями параметров движения АРП, параметров отстрела АЭЗ (требуемого времени отстрела и подрыва) [5].

Следовательно, данный способ боевого применения АЭЗ эффективен только в случае атаки ЛА в заднюю полусферу и прямолинейного горизонтального установившегося полета.

Предлагается способ боевого применения АЭЗ и устройство для его реализации, позволяющие повысить эффективность защиты самолета от УР за счет отстрела АЭЗ в расчетную точку (точку подрыва АЭЗ), в направлении полета атакующей ракеты.

Отстрел АЭЗ осуществляется устройством выброса с возможностью изменения направления отстрела АЭЗ в необходимую точку пространства, содержащее корпус коробчатой формы с узлами крепления сменных кассет и контактный модуль. Корпус установлен в рамку с возможностью вращения в одной плоскости, а рамка соединена с фюзеляжем ЛА с возможностью вращения в плоскости перпендикулярной плоскости вращения корпуса (рисунок 1).

На рисунке 1 обозначено: корпус коробчатой формы (1); рамка (2); механизм поворота корпуса (3); механизм поворота рамки (4); силовой элемент фюзеляжа (5); обшивка фюзеляжа ЛА (6).

В качестве средства силового воздействия на атакующую УР разработан активный элемент защиты, представленный на рисунке 2, который состоит из: обтекателя (1), корпуса (2), взрывателя (3), оперения стабилизатора (4), взрывчатого вещества (5), осколочного пояса (6), теплозащитной прокладки (7), воспламенителя (8), двигателя (9), соплового блока (10), электрического провода (11).

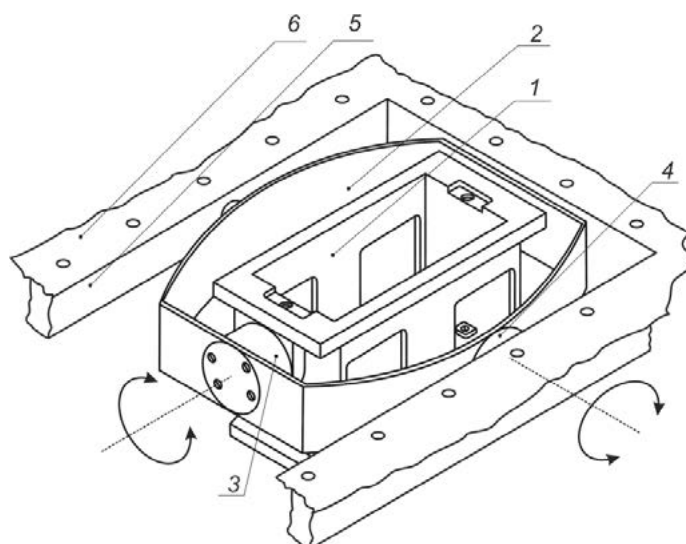


Рисунок 1 – Устройство выброса активного элемента защиты

В транспортировочном положении боеприпас находится внутри металлической гильзы в стволе устройства выброса.

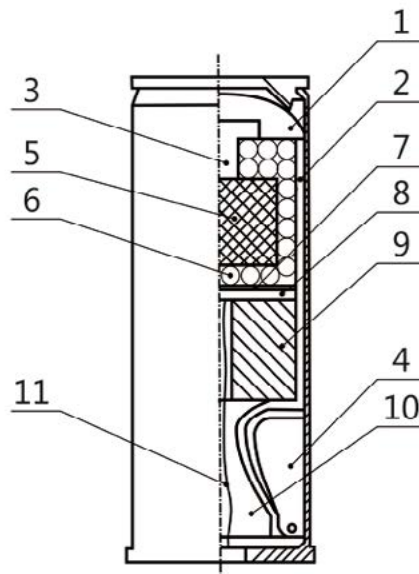


Рисунок 2 – Активный элемент защиты в транспортировочном положении

Активный элемент защиты в боевом положении представлен на рисунке 3.

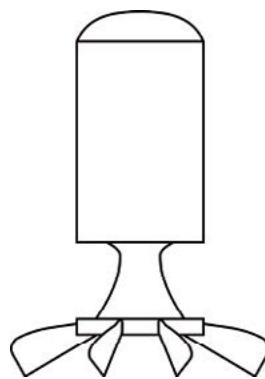


Рисунок 3 – Активный элемент защиты в боевом положении

Структурная схема системы активной защиты (САЗ) ЛА на основе предлагаемого способа боевого применения АЭЗ может быть представлена в виде, показанном на рисунке 4.

Она включает в себя бортовую подсистему, подсистему анализа и управления (информационную подсистему) и исполнительную подсистему. Бортовая подсистема включает в свой состав навигационную систему ЛА и устройства обнаружения и сопровождения атакующих УР (станция обнаружения инфракрасного излучения УР, станция обнаружения лазерного облучения, оптико-локационная станция кругового обзора).

В свою очередь подсистема анализа и управления содержит три элемента: блок алгоритмической обработки информации о фазовых координатах самолета, оружия и цели, где осуществляются операции по преобразованию различных систем координат и повышению точности информации, поступающей от измерителей бортовой подсистемы; блок формирования параметра управления $\bar{\Delta}$, реализующий решение систем уравнений движения объектов; блок формирования условий отстрела $\bar{\Delta}(t_{отс}, t_{л}) = 0$.



Исполнительная подсистема содержит блок управления поворотом устройства выброса, блок управления отстрелом активных элементов защиты, устройство выброса, активные элементы защиты.

Все подсистемы подключены к сети передачи данных, обеспечивающей информационный обмен между ними. Электропитание всех устройств и блоков осуществляется от бортовой электрической сети ЛА.

Система управления ЛА, которая в качестве основных элементов включает в свой состав летчика и систему автоматического управления (САУ) полетом, формирует управление самолетом \overline{U}_C . За счет этого управления изменяется пространственное положение ЛА.

Фазовые координаты ЛА \overline{Y}_C измеряются с помощью измерителей, входящих в навигационную систему ЛА. На выходе наблюдается сигнал \overline{Z}_C^P , используемый для формирования параметров, используемых в уравнениях движения ЛА.

На основе параметров движения ЛА САУ ракеты вырабатывает управление ракетой \overline{U}_P . Фазовые координаты атакующей ракеты \overline{Y}_P измеряются находящимися на борту самолета измерителями, входящих в состав устройств обнаружения и сопровождения атакующих УР. Сигнал \overline{Z}_P^K с выхода измерителей используется в качестве начальных условий систем уравнений движения ракеты.

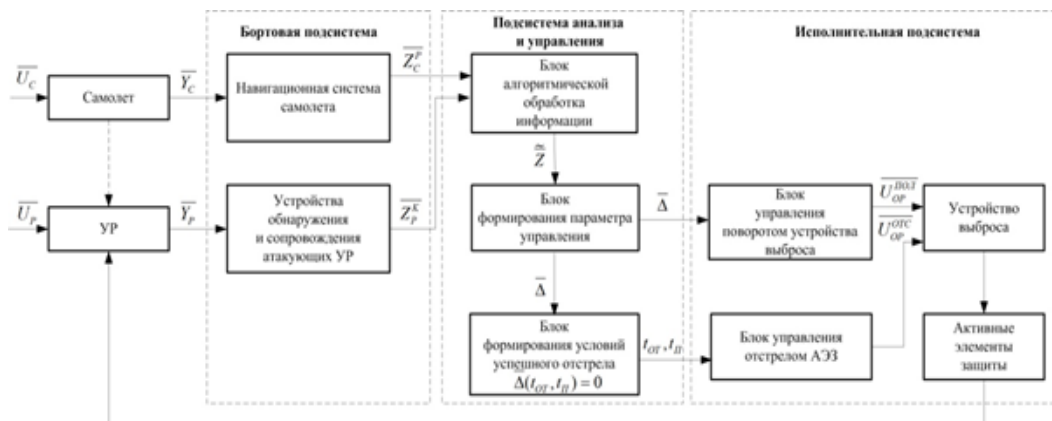


Рисунок 4 – Структурная схема системы активной защиты самолета

На основе сигналов \overline{Z}_C^P и \overline{Z}_P^K в подсистеме анализа и управления происходит алгоритмическая обработка информации. Информация о параметре управления $\overline{\Delta}$, времени отстрела t_{OT} и времени подрыва t_{II} , обеспечивающие выполнение условия попадания в цель, обновляется на выходе подсистемы анализа и управления с интервалом дискретности t и поступает на входы исполнительной подсистемы, где на его основе в блоках управления поворотом устройства выброса и управления отстрелом АЭЗ формируются сигналы управления $\overline{U}_{OP}^{ПОЛ}$ и $\overline{U}_{OP}^{ОТС}$, обеспечивающие изменение пространственного положения устройства выброса и отстрел активных элементов защиты.

Исполнительная подсистема должна обеспечить, с одной стороны, управлением пространственным положением устройства выброса, а с другой – управление отстрелом АЭЗ.

Следовательно активная защита ЛА включает выполнение следующих этапов:

1. Обнаружение УР, определение начальных параметров движения и ее сопровождение.



Информация в виде сигнала \overline{Z}_p^K от бортовой подсистемы САЗ, а именно от устройств обнаружения и сопровождения атакующих УР (станции обнаружения инфракрасного излучения УР, станции обнаружения лазерного облучения, оптико-локационной станции кругового обзора), производящих обзор пространства вокруг ЛА и измерение различных фазовых координат УР \overline{Y}_p , поступает в подсистему анализа и управления в блок алгоритмической обработки информации.

2. Определение пространственной ориентации ЛА.

Информация в виде сигнала \overline{Z}_c^P от бортовой подсистемы САЗ, а именно от измерителей фазовых координат ЛА \overline{Y}_c , входящих в навигационную систему ЛА, поступает в подсистему анализа и управления в блок алгоритмической обработки информации.

3. Определение параметра управления отстрелом АЭЗ.

В блоке формирования параметра управления на основе сигналов \overline{Z}_p^K и \overline{Z}_c^P , поступающие от бортовой подсистемы вычисляется параметр управления $\overline{\Delta}$. Информация о параметре управления обновляется на выходе блока с интервалом дискретности t .

4. Формирование сигнала управления устройством выброса.

Рассчитанный параметр управления $\overline{\Delta}$ от блока формирования параметра управления поступает в исполнительную подсистему в блок управления поворотом устройства выброса, где формируется сигнал $\overline{U}_{OP}^{ПОЛ}$ для управления механизмами поворота устройства выброса.

5. Формирование условий выполнения отстрела АЭЗ.

При поступлении параметра управления $\overline{\Delta}$ в блоке формирования условий отстрела в исполнительной подсистеме САЗ происходит расчет времени до отстрела t_{OT} АЭЗ, и времени до подрыва $t_{П}$ АЭЗ для обеспечения выполнения условия $\overline{\Delta}(t_{OT}, t_{П}) = 0$ для того, чтобы атакующая ракета оказалась в зоне поражения АЭЗ в расчетной точке пространства. На основе этого в блоке управления отстрелом АЭЗ формируется сигнал управления $\overline{U}_{OP}^{ОТС}$ на отстрел боеприпаса.

6. Поворот устройства выброса и отстрел АЭЗ.

При получении устройством выброса сигналов управления $\overline{U}_{OP}^{ПОЛ}[\overline{\Delta}(t_{ОТС}, t_{П})]$ и $\overline{U}_{OP}^{ОТС}[\overline{\Delta}(t_{ОТС}, t_{П})]$ происходит обработка требуемых углов для осуществления направленного отстрела и отстрел боеприпасов в расчетное время t_{OT} .

После проведения цикла операций предлагаемая САЗ готова к противодействию следующей угрозе, а именно переходит в режим поиска УР.

Выводы. Таким образом, в результате проведенных исследований получены следующие научно-технические результаты: проведен анализ возможности ЛА по защите от ракетных атак противника; разработано поворотное устройство выброса АЭЗ для расширения возможностей осуществления защиты ЛА от АРП; предложен способ боевого применения АЭЗ ЛА от управляемых ракет с помощью поворотного устройства выброса; описан алгоритм активной защиты летательного аппарата, реализующий способ боевого применения АЭЗ в структуре БКО. Данный способ боевого применения расширяет зону возможного выброса АЭЗ и обеспечивает попадание АРП в зону поражения осколочного поля, тем самым повышается вероятность непоражения обороняемого ЛА.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щербинин Р.С. Головки самонаведения перспективных зарубежных управляемых ракет и авиабомб // Зарубежное военное обозрение. 2009. №4. С. 64-68.
2. Леньшин А.В., Зибров Г.В., Виноградов А.Д. Бортовые комплексы обороны воздушных судов: Уч. пособие. Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2013. 112 с.
3. Брыксин С.В., Вагонов С.Н. Состояние и перспективы пиротехнических средств защиты летательных аппаратов от высокоточного оружия // Известия ТулГУ, 2014. №12. С. 199-203.
4. Пиротехнический патрон инфракрасного излучения: пат. № 2633012 Российская Федерация; МПК F42В 5/15. Беличук А.А., Лебедев В.В., и др.; // заявитель и патенто-обладатель ВУНЦ ВВС «ВВА» им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воро-неж), № 2016117490; заявл. 04.05.2016г., опубл. 11.10.2017, Бюл. №29. – 8с.
5. Николаев А.В., Пашко А.Д. Баллистическое обеспечение метания активных элементов защиты при действии малоразмерных высокоскоростных объектов // Вестник московского авиационного института, 2016, Том 23, №3. – С. 96-101.

REFERENCES

1. Sch'erbinin R.S. Golovki samonavedeniya perspektivny'h zarubejny'h upravlyaemy'h raket i aviabomb// Zarubejnoe voennoe obozrenie. 2009. №4. S. 64-68.
2. Len'shin A.V., Zibrov G.V., Vinogradov A.D. Bortovy'e komplekсы' oborony' vozdushny'h sudov: Uch. posobie. Voronej: Izdatel'sko-poligraficheskiy centr «Nauchnaya kniga»,2013.112s.
3. Bry'ksin S.V., Vagonov S.N. Sostoyanie i perspektivy' pirotehnicheskikh sredstv zasch'ity' letatel'ny'h apparatov ot vy'sokotochnogo oruziya // Izvestiya TulGU, 2014. №12. S.199-203.
4. Pirotehnicheskiiy patron infrakrasnogo izlucheniya: pat. № 2633012 Rossiyskaya Federaciya; MPK F42B 5/15. Belichuk A.A., Lebedev V.V., i dr.; // zayavitel' i patentoobladatel' VUNC VVS «VVA» im. prof. N.E. Jukovskogo i YU.A. Gagarina (g. Voronej), № 2016117490; zayavl. 04.05.2016g., opubl. 11.10.2017, Byul. №29. - 8s.
5. Nikolaev A.V., Pashko A.D. Ballisticheskoe obespechenie metaniya aktivny'h e'lementov zasch'ity' pri deystvii malorazmerny'h vy'sokoskorostny'h ob`ektov // Vestnik moskovskogo aviacionnogo instituta, 2016, Tom 23, №3. - S. 96-101.

© Лебедев В.В., Беличук А.А., Пашко А.Д., 2018

Лебедев Вадим Владимирович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры специального вооружения, 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, vaiu@mil.ru

Беличук Александр Александрович, адъюнкт кафедры специального вооружения, 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, vaiu@mil.ru

Пашко Алексей Дмитриевич, кандидат технических наук, преподаватель кафедры восстановления авиационной техники, 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, vaiu@mil.ru