

## БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТАНИЯ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЩИТЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Николаев А.В.<sup>\*</sup>, Пашко А.Д.<sup>\*\*</sup>

*Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина,  
ул. Старых Большевиков, 54а, Воронеж, 394064, Россия*

*<sup>\*</sup>e-mail: andrew.nikolaev@rambler.ru*

*<sup>\*\*</sup>e-mail: leha.pashko@yandex.ru*

---

Исследуется алгоритм работы системы защиты летательного аппарата от воздействия управляемых авиационных ракет с использованием активных элементов защиты. Алгоритм позволяет спрогнозировать параметры движения активного элемента защиты и траекторию управляемой авиационной ракеты. Рассматривается подход, при котором повышается защищенность обороняемого летательного аппарата, благодаря нейтрализации управляемой ракеты активными элементами защиты.

*Ключевые слова:* система защиты летательного аппарата, управляемая авиационная ракета, активный элемент защиты.

---

Современный авиационный комплекс представляет собой систему, основными элементами которой являются самолет-носитель, его бортовое навигационно-прицельное оборудование и управляемые авиационные ракеты.

В настоящее время развитие управляемых ракет (УР) идет в направлении расширения областей их применения: ракет средней дальности — на большие дальности; ракет малой дальности — на средние дальности. Расширение областей применения УР малой и средней дальности приводит к появлению понятия ракет двойного назначения — малой/средней дальности и средней/большой дальности. Считается необходимым их эффективное применение по объектам за пределами визуальной видимости, поскольку сближение на дальности визуальной видимости в современных условиях считается значительным риском, для чего в США и ряде других ведущих стран на протяжении последних 10 лет впервые в мировой практике широко внедряются тепловизионные координаторы систем наведения УР. Наибольшее распространение получили считающиеся устройства с цифровой обработкой изображения и применением волоконной оптики [1].

Основными преимуществами тепловизионных головок самонаведения (ГСН) являются значитель-

ное поле обзора в режиме сканирования, составляющее  $\pm 90^\circ$ , и увеличенная максимальная дальность захвата цели 10—15 км. Кроме того, возможна работа в нескольких участках инфракрасного диапазона длин волн, а также реализация режимов автоматического распознавания объектов и выбора точки наведения, в том числе в сложных метеоусловиях и ночью. Использование матричного оптического приемника снижает вероятность одновременного вывода из строя всех чувствительных элементов активными системами противодействия.

Ближняя перспектива развития тепловизионных ГСН состоит в создании матричных фотоприёмных устройств (ФПУ) с количеством элементов от  $128 \times 128$  и более и цифровой обработкой сигнала для повышения помехозащищенности и распознавания объектов. Это направление уже реализуется при создании ракет ASRAAM, AIM-9X, IRIS-T и других перспективных ракет малой дальности и двойного назначения [1]. Это влечет за собой необходимость совершенно нового подхода к построению комплексов защиты, в том числе способных нейтрализовать УР.

Для современных самолетов характерно наличие функциональной связи бортового комплекса обороны с другими бортовыми комплексами лета-

тельного аппарата (ЛА) в целом. Различные устройства могут использоваться при решении задач навигации, связи и наведения. В интегрированном радиоэлектронном комплексе (ИРЭК) ресурсы различных комплексов и систем будут перераспределяться в интересах выполнения конкретной задачи [2].

Однако существующий комплекс ИРЭК не решает задачи обороны ЛА с помощью активной защиты. В результате возникла необходимость создания образцов техники, способной с большой вероятностью нейтрализовать УР, так как штатные средства защиты оказались неэффективными при действии по высокоскоростным, малоразмерным объектам.

Для решения задачи нейтрализации УР предлагается использовать способ воздействия, имеющий целью вывести из строя основные элементы УР на безопасном расстоянии от обороняемого ЛА. Для этого разработан алгоритм работы системы активной защиты ЛА (рис. 1).

Наведение УР представляет собой процесс управления относительным движением ракеты путем целенаправленного изменения вектора собственного ускорения ракеты с целью достижения определенного результата — минимизации вектора промаха [3].

Зная заданное методом наведения направление вектора  $\vec{V}_p$ , а также скорость  $V_p$  ракеты, можно сравнительно просто рассчитать и построить тра-

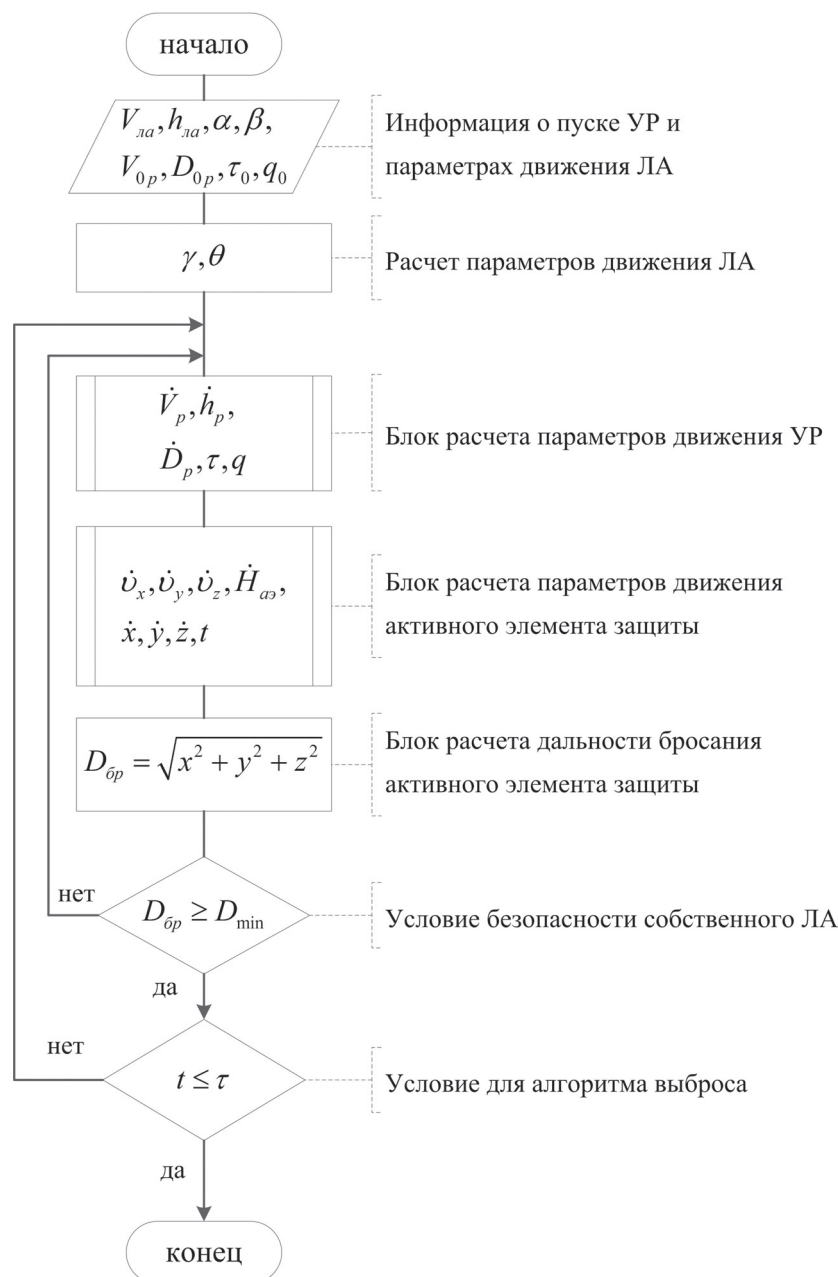


Рис. 1. Блок-схема алгоритма работы системы активной защиты ЛА

екторию движения центра массы ракеты при точном выполнении идеальной связи [3].

Ввиду того что на борту обороняемого ЛА не всегда возможно определение типа УР, целесообразно применять комбинированное воздействие путем создания помеховой обстановки ГСН ракеты и воздействия активных элементов защиты [4]. Для этого предлагается использовать выбрасываемый элемент, который обеспечит перекрытие области разлета частей расколовшегося корпуса активного элемента защиты (АЭЗ). Наличие на борту обороняемого ЛА информационных средств позволяет сопровождать и прогнозировать траекторию ракеты. Это дает возможность реализации алгоритма активной защиты ЛА, для чего необходимо наличие на борту устройства, способного выбрасывать АЭЗ в требуемом направлении относительно обороняемого ЛА.

Описание алгоритма работы системы активной защиты рассмотрим согласно блок-схеме, представленной на рис. 1:

1) от бортовых датчиков и бортовой информационной системы поступает информация о положении ЛА в пространстве и параметрах его движения: высоте  $h_{ла}$ , скорости  $V_{ла}$ , углах атаки  $\alpha$ , скольжения  $\beta$ , тангажа  $\theta$  и крена  $\gamma$ , а от бортового комплекса обороны поступает информация о начальных условиях пуска УР;

2) производится расчет траектории УР согласно алгоритму, представленному на рис. 2.

Алгоритм расчета траектории УР заключается в следующем:

а) от бортовых датчиков, бортовой информационной системы поступает информация о положении ЛА в пространстве и параметрах его движения, а от бортового комплекса обороны поступает информация о начальных условиях пуска УР;

б) при помощи уравнений, описывающих движение ракеты, производится расчет координат, скорости, времени полета УР согласно методу наведения, используемому в системе наведения ракеты;

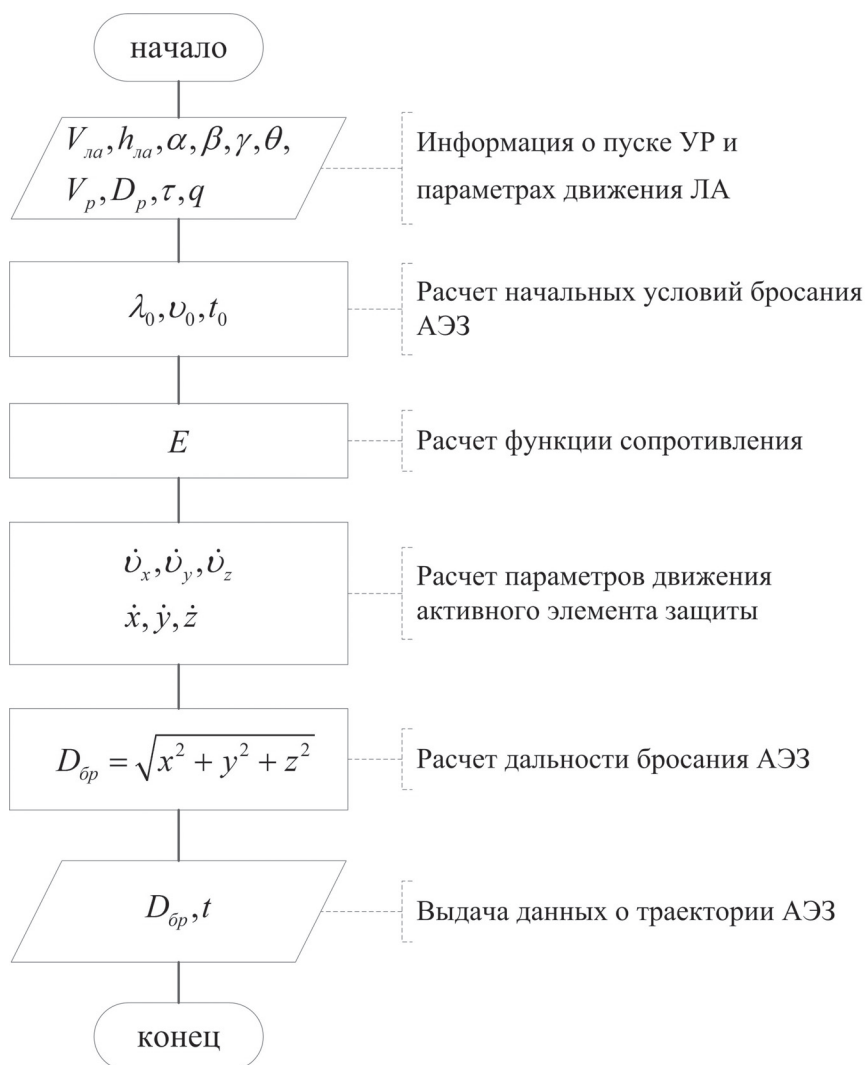


Рис. 2. Блок-схема алгоритма расчета траектории УР

- в) вычисляется дальность до УР в каждый момент времени, и строится возможная траектория ее полета;
- г) выдаются данные о траектории УР;
- 3) производится расчет параметров движения АЭЗ согласно алгоритму, представленному на рис. 3.

- ж) производится анализ соблюдения условий безопасности для обороняемого ЛА, рассчитанных в блоке расчета параметров движения АЭЗ. В случае соблюдения условия  $D_{бр} \geq D_{min}$  производится переход к условию по времени полета АЭЗ  $t$ ;

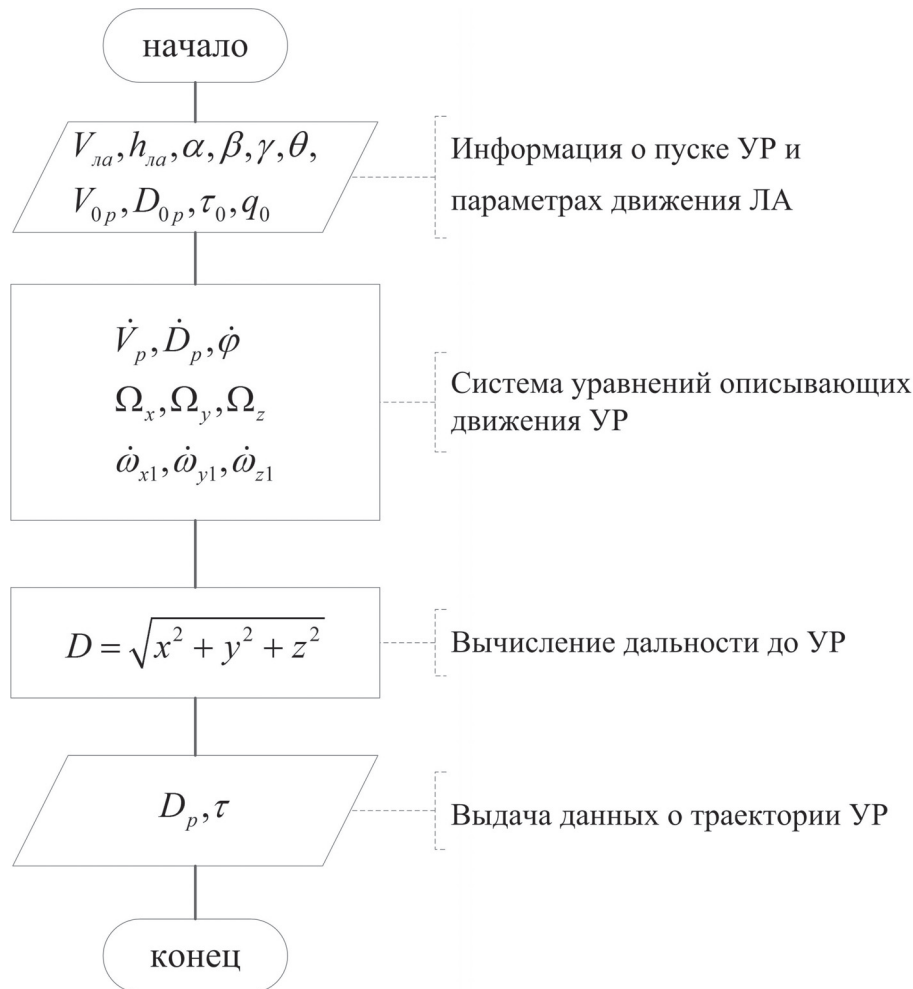


Рис. 3. Блок-схема алгоритма расчета параметров движения АЭЗ

Алгоритм расчета параметров движения АЭЗ заключается в следующем:

- а) от бортовых датчиков и бортовой информационной системы поступает информация о положении ЛА в пространстве и параметрах его движения, а из блока расчета параметров движения УР поступает информация о траектории УР;
- б) производится расчет начальных условий бросания АЭЗ;
- в) рассчитывается функция сопротивления  $E$ ;
- г) рассчитываются параметры движения АЭЗ на участке траектории, необходимом для встречи с УР;
- д) рассчитывается дальность бросания АЭЗ;
- е) выдаются данные о траектории и параметрах бросания АЭЗ;

- 4) производится анализ соблюдения условий по времени полета АЭЗ  $t$  и времени полета УР  $\tau$ . В случае соблюдения условия  $t \leq \tau$  подается команда на отстрел АЭЗ.

**Выводы**

В статье предложен алгоритм работы системы активной защиты ЛА для перспективных авиационных комплексов. Алгоритм позволяет спрогнозировать параметры движения АЭЗ и траекторию УР. С использованием вычислительных возможностей прицельно-навигационного комплекса, а также систем бортового комплекса обороны, производится расчет времени сближения УР с обороняемым ЛА, после чего отрабатывается алгоритм расчета пара-

метров движения АЭЗ. По мере приближения ракеты к ЛА, на траектории её движения создается облако частей расколовшего корпуса АЭЗ. При встрече ракеты с облаком частей АЭЗ происходит нейтрализация УР, тем самым повышается защищенность обороняемого ЛА.

### Библиографический список

1. *Ольгин С.А.* Проблемы оптоэлектронного противодействия // Зарубежное военное обозрение. 2002. №9. С. 35-41.
2. *Леньшин А.В.* Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления. — Воронеж: Научная книга, 2014. — 590 с.
3. *Абрычкин А.Н., Ашурков А.А., Ашурков П.А., Балаян С.Т., Сазонов В.М.* Управляемые авиационные ракеты. Устройство управляемых авиационных ракет: Учебное пособие. — Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2014. — 169 с.
4. *Вакин С.А., Шустов Л.Н.* Основы радиоэлектронной борьбы: учебное пособие. — М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1998. Ч.1. — 118 с.
5. *Должиков В.И., Николаев А.В.* Определение аэродинамических характеристик вращающегося летательного аппарата при неуправляемом полёте с помощью систем инженерного анализа // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. №3. С. 47-53.
6. *Захаров И.В., Трубников А.А., Решетников Д.А.* Программно-методическая система оценки влияния технического состояния управляемой авиационной ракеты класса «воздух—воздух» на точность ее наведения // Вестник Московского авиационного института. 2016. Т. 23. № 1. С. 9-18.
7. *Комиссаренко А.И.* Аналитическое определение углового положения ракеты с учетом упругих колебаний // Вестник Московского авиационного института. 2015. Т. 22. №2. С. 36-41.
8. Научно-техническая информация «Авиационные системы» // НИЦ ГосНИИАС. 1999. № 6. С. 20-22.

## ACTIVE PROTECTING ELEMENTS CAST BALLISTIC SUPPORT WHILE SMALL-SIZED HIGH-SPEED OBJECTS OPERATION

**Nikolaev A.V.\* , Pashko A.D.\*\***

*Air force academy named after professor N.E. Zhukovskii and Yu.A. Gagarin,  
54a, Starykh Bol'shevikov str., Voronezh, 394064, Russia*

*\* e-mail: andrew.nikolaev@rambler.ru*

*\*\* e-mail: leha.pashko@yandex.ru*

### Abstract

The article analyses the state-of-the-art of aviation guided missiles development. Today guided missiles guidance systems thermal imaging coordinators have widespread application. Reading units with digital image processing and fiber optics gain maximum acceptance.

The problem of guided missile neutralizing at a safe distance from the defended aircraft was solved. An approach allowing increase the safety of a defended aircraft through ballistic support of active protecting elements casting was considered.

This method employs the automatic ejection unit allowing ejection of active protecting elements in the required direction. Furthermore, the on-board information systems, computer, mother ship measurement sensors and ejecting unit are integrated into unified complex.

A model of active protecting element movement for on-board ballistic algorithms synthesis was created. It allows develop mathematical tools defending complex dataware while active protecting elements implementation, scientific and methodological tools for

their effectiveness evaluation. Rational implementation of active protecting elements as a part of aircraft system was substantiated. The developed algorithm allows realize the conditions of active protecting element implementation in real technical applications, operating within the aviation system.

While determining the parameters of guided missile movement relative to an aircraft, the trajectory of the rocket movement was predicted according to the guidance mode employed by the missile. For this purpose the guidance system obtains the information on coordinates and other aircraft and missile movement patterns at every time instant. It sets the character of their interrelation, determines the degree of this interrelation disruption. Based on this information it forms the parameters and control signals, providing the required movement of a rocket to an aircraft.

Using navigation and weapon-aiming system computing capabilities, together with on-board defensive systems the time of a missile closing-in with and aircraft was computed. Ballistic model of active protecting

element casting ensuring its encounter with a guided missile was developed.

The result of the algorithm operation provides neutralizing of a rocket in the air, thus preserving an aircraft performance ability.

**Keywords:** aircraft protection system, airborne guided missile, active protection element.

## References

1. Ol'gin S.A. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*, 2002, no. 9, pp. 35-41.
2. Len'shin A.V. *Bortovye sistemy i komplekсы radioelektronnogo podavleniya* (Onboard systems and complexes of radio-electronic suppression), Voronezh, Nauchnaya kniga, 2014, 590 p.
3. Abrychkin A.N., Ashurkov A.A., Ashurkov P.A., Balanyan S.T., Sazonov V.M. *Upravlyaemye aviatsionnye rakety. Ustroistvo upravlyaemykh aviatsionnykh raket* (Guided airborne missiles. The device of guided airborne rockets), Voronezh, VUNTs VVS "VVA", 2014, 169 p.
4. Vakin S.A., Shustov L.N. *Osnovy radioelektronnoi bor'by* (Electromagnetic warfare basics), Moscow, VVIA im. prof. N.E. Zhukovskogo, 1998, part 1 - 118 p.
5. Dolzhikov V.I., Nikolaev A.V. *Vestnik moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 47-53.
6. Zakharov I.V., Trubnikov A.A., Reshetnikov D.A. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 9-18.
7. Komissarenko A. I. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2015, vol. 22, no. 2, pp. 36-41.
8. Nauchno-tehnicheskaya informatsiya «Aviatsionnye sistemy», *NITs GosNIAS*, 1999, no. 6, pp. 20-22.