

УДК 623.462.22

АНАЛИЗ РАБОТЫ РАДИОВЗРЫВАТЕЛЯ ЗЕНИТНОЙ УПРАВЛЯЕМОЙ РАКЕТЫ

АНИКЕЕВ С. В., КУРЕНЁВ В. А., БОРЗЕНКОВ А. В.

Военная академия Республики Беларусь
(г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: AnikeevSergeyV@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена анализу радиовзрывателя перспективной зенитной управляемой ракеты как совместного измерителя угловой координаты и дальности цели. Проведен анализ характеристик радиовзрывателей зенитных управляемых ракет. Предложен вариант возможной практической реализации измерителя радиовзрывателя.

Abstract. This article deals with the analysis of guided missile radiofuse angle-range measurer synthesis problem. Analysis of the anti-aircraft guided missiles radiofuse characteristics is carried out. Variant of the possible practical realization is performed.

Введение

Согласование области срабатывания радиовзрывателя (РВ) зенитной управляемой ракеты (ЗУР) с областью разлета осколочного поля боевой части (БЧ) является специфической задачей управления ЗУР, включающей в себя определение промаха ракеты, области срабатывания БЧ и области срабатывания РВ. Конкретное решение этой задачи зависит от типа РВ и условий встречи ракеты с целью (модуля вектора относительной скорости $V_{\text{отн}}$, угла встречи, дальности цели) [1, с. 266; 2]. Эффективность РВ определяется степенью согласования области срабатывания с областью поражения БЧ ракеты в заданном диапазоне условий встречи ракеты с целью. В общем случае в задачу РВ ЗУР входит измерение угловых координат и дальности цели или скорости сближения в системе координат, связанной с корпусом ракеты [3, с. 171].

Обоснование требований к измерительной системе РВ перспективной ЗУР (технически достижимой области срабатывания РВ) при заданном диапазоне реализованных характеристик БЧ осколочного типа (скорости $V_{\text{оск}}$ и угла разлета осколочного поля α_0 БЧ статической ракеты) является задачей, результаты решения которой характеризуют структуру и характеристики бортового устройства оценивания координат и параметров движения целей.

Анализ согласованности области срабатывания радиовзрывателя ЗУР

Скорость поражающих элементов не бесконечна $V_{\text{оск}} \neq \infty$, срабатывание РВ должно происходить с некоторым упреждением. Величина этого упреждения зависит от скорости поражающих элементов и вектора относительной скорости.

Анализ согласованности области срабатывания РВ 9Э316М-1 ЗУР 9М33М3 ЗРК 9К33М3 показал (рисунок 1), что оптимальное согласование осуществлено на неманеврирующую цель с углом наклона вектора относительной скорости $\gamma = 0^\circ$ при значении модуля этого вектора до 715 м/с, при $\gamma = 5^\circ$ в диапазоне изменения модуля вектора относительной скорости от 740 до 995 м/с, при $\gamma = 10^\circ$ – от 1100 м/с (рисунок 1, б). Срабатывание РВ при заданном угле между продольной осью ракеты и направлением на цель обеспечивается за счет установки угла наклона 67° к продольной оси ракеты и ширины 8° по уровню половинной мощности главного лепестка диаграммы направленности приемной антенной системы. Углы от 63° до 71° (рис. 1.) соответствуют границам области срабатывания РВ ЗУР 9М33М3. Варианты условий встречи ракеты с целью, находящиеся ниже штриховой линии, соответствующей 63° или выше 71° , являются «слепыми» областями для анализируемого и аналогичных РВ.

При разработке требований к измерительному устройству РВ перспективной ЗУР следует исходить из возможностей БЧ по созданию осколочного поля. Так, угол разлета осколков может находиться в диапазоне значений: $\alpha_0 = 20^\circ - 38^\circ$; биссектриса угла разлета осколков относительно продольной оси ракеты – $\varphi_0 = 85^\circ - 95^\circ$; $V_{оск} = (1200 - 2500) \text{ м/с}$.

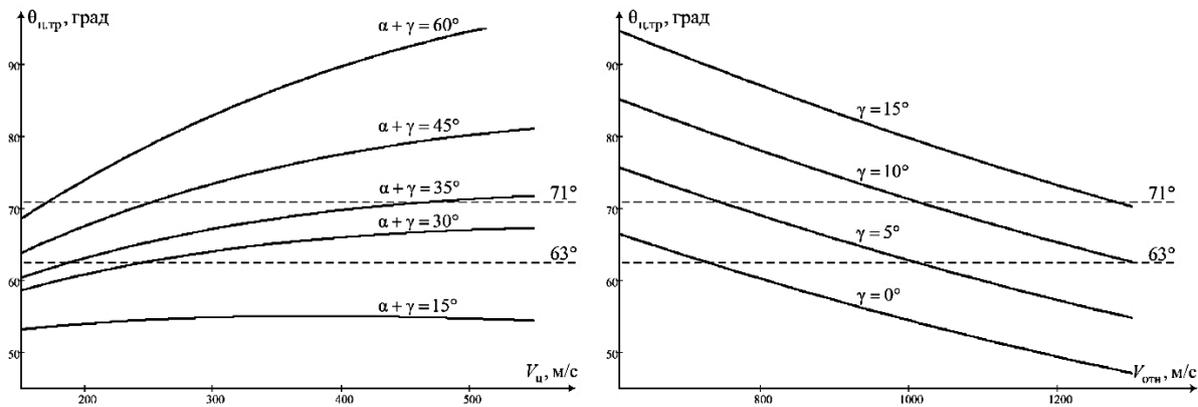


Рис. 1. Зависимость угла срабатывания радиовзрывателя от скорости цели (а) и от модуля вектора относительной скорости (б) при различных углах встречи ракеты с целью

Обоснование требований к измерителю угловой координаты и дальности цели радиовзрывателя ЗУР

В общем случае согласование области срабатывания РВ ЗУР с областью разлета осколочного поля БЧ осуществляется путем:

- переключения точек подрыва заряда БЧ;
- изменения различными техническими средствами угла срабатывания РВ ψ ;
- изменения задержки времени срабатывания РВ.

При подрыве БЧ должны быть выполнены два условия:

1. расстояние между ракетой и целью в момент подрыва должна быть меньше радиуса действия боевой части:

$$r_{ц} \leq R_{бч};$$

2. угол визирования цели в момент подрыва должен быть таким, чтобы область разлета осколков накрыла цель:

$$\theta_{ц} = \theta_{ц.тр}.$$

Требуемый угол визирования цели $\theta_{ц}$ [1, с. 269; 2, с. 37], используя рисунок 2:

$$\theta_{ц.тр} = \arctg(V_{оск} \cos \gamma / (V_{отн} + V_{оск} \sin \gamma)) - \gamma,$$

где $V_{оск}$ – модуль вектора начальной скорости осколков; γ – угол наклона вектора относительной скорости $\vec{V}_{отн}$ к продольной оси ракеты X_1 .

Оценивание угловой координаты радиовзрывателем ЗУР позволяет реализовать источник информации о промахе ракеты. Так как вся совокупность возможных траекторий относительного движения цели вблизи точки встречи образует «трубку промахов», то, если известны оценки углов $\theta_{ц1}$ и $\theta_{ц2}$ (рис. 2.) в моменты времени τ_1 и τ_2 , промах можно определить из следующего соотношения:

$$h = PB = \frac{(\tau_1 - \tau_2) \cdot V_{отн} \cdot \sin(\theta_{ц1}) \cdot \sin(\theta_{ц2})}{\sin(\theta_{ц2} - \theta_{ц1})}.$$

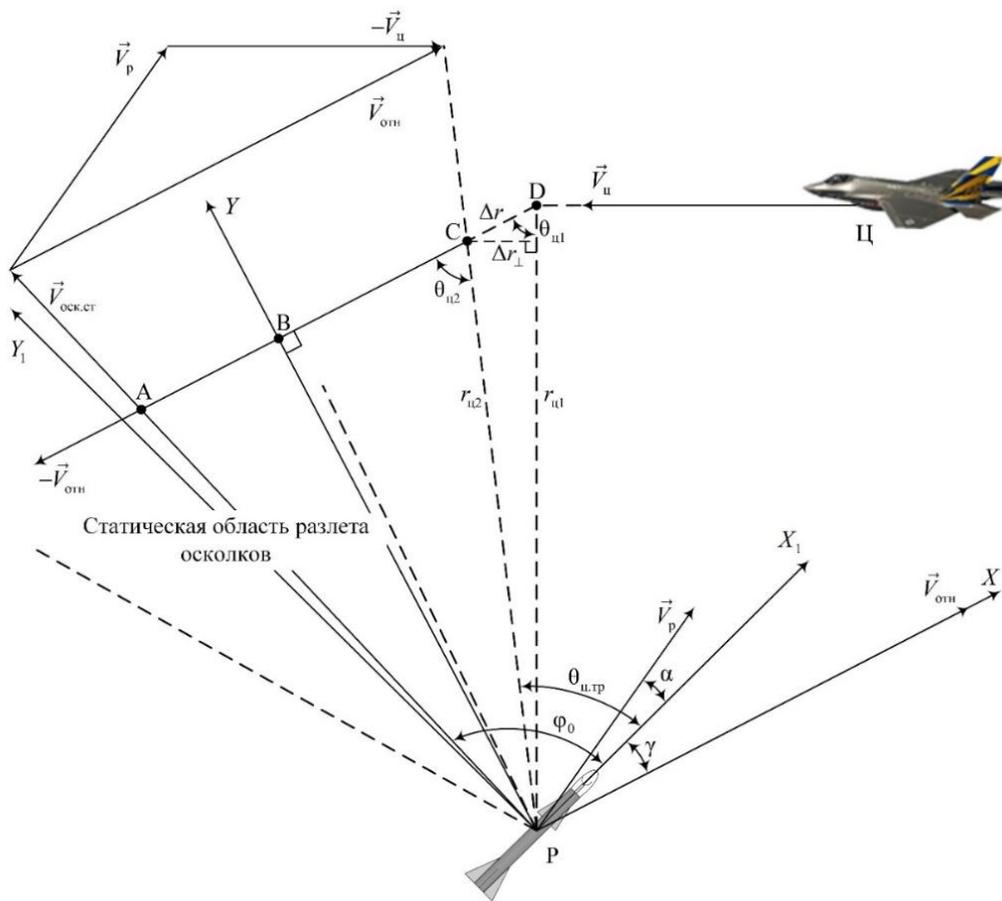


Рис. 2. Определение требуемого угла визирования цели в момент подрыва ракеты

С учетом существующей проблемы несрабатывания РВ при малых промахах и с учетом реализуемых характеристик БЧ в радиовзрывателе сканирование главного максимума приемной диаграммы направленности должно осуществляться в секторе $\Phi = 30^\circ$ от 45° до 75° .

Заключение

Измерение угловой координаты и дальности цели радиовзрывателем зенитной управляемой ракеты является необходимым условием формирования импульса подрыва в момент, обеспечивающий максимальное воздействие на цель поражающих факторов боевой части. Для выбора момента подрыва БЧ при сближении ракеты с целью в одной плоскости необходимо рассчитать $\theta_{ц.тр}$, оценивать в процессе сближения угол визирования цели $\theta_{ц}$ и дальность цели. Срабатывание радиовзрывателя в этих условиях будет иметь место при пересечении траектории цели с линией, соответствующей углу срабатывания радиовзрывателя $\theta_{ц.тр}$.

Список использованных источников

1. Архангельский, И. И. Проектирование зенитных управляемых ракет / И. И. Архангельский [и др.] ; под ред. И. С. Голубева, В. Г. Светлова. – М. : изд-во МАИ, 2001. – 732 с.
2. Кун, А. А. Основы построения систем управления ракетами : в 3 ч. / А. А. Кун, В. Ф. Лукьянов, С. А. Шабан. – Минск : Издание академии, 2001. – Ч. 3 : Комбинированные системы управления. Боевое снаряжение ракет. Синтез систем управления. – 89 с.
3. Неупокоев, Ф. К. Стрельба зенитными ракетами / Ф. К. Неупокоев. – М. : Воениздат, 1980. – 294 с.