

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].

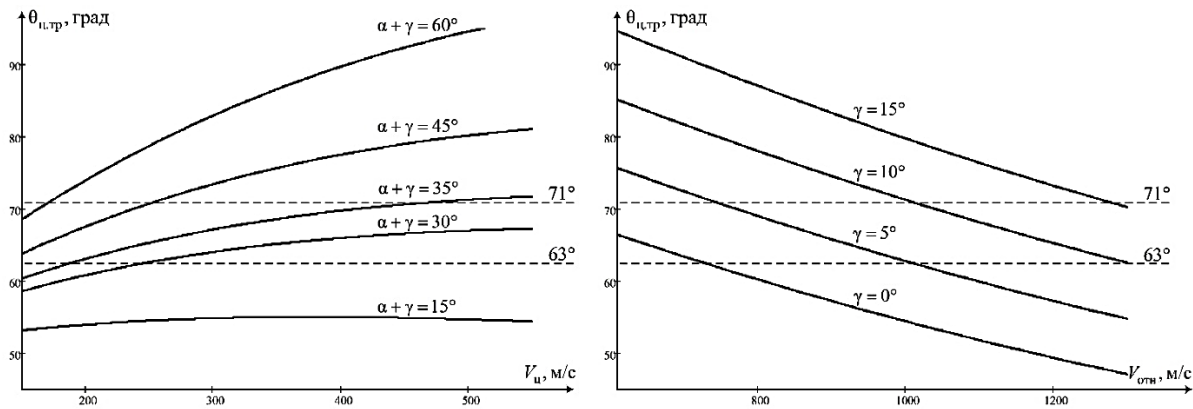
Обоснование требований к измерительной системе РВ перспективной ЗУР (технически достижимой области срабатывания РВ) при заданном диапазоне реализованных характеристик БЧ осколочного типа (скорости  $V_{\text{оск}}$  и угла разлета осколочного поля  $\alpha_0$  БЧ статической ракеты) является задачей, 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  $67^\circ$  к продольной оси ракеты и ширины  $8^\circ$  по уровню половинной мощности главного лепестка диаграммы направленности приемной антенной системы. Углы от  $63$  до  $71^\circ$  (рис. 1.) соответствуют границам области срабатывания РВ ЗУР 9М33М3. Варианты условий встречи ракеты с целью, находящиеся ниже штриховой линии, соответствующей  $63^\circ$  или выше  $71^\circ$ , 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  $\psi$ ;
- 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;  $\gamma$  – 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  $\tau_1$  и  $\tau_2$ , промах можно определить из следующего соотношения:

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

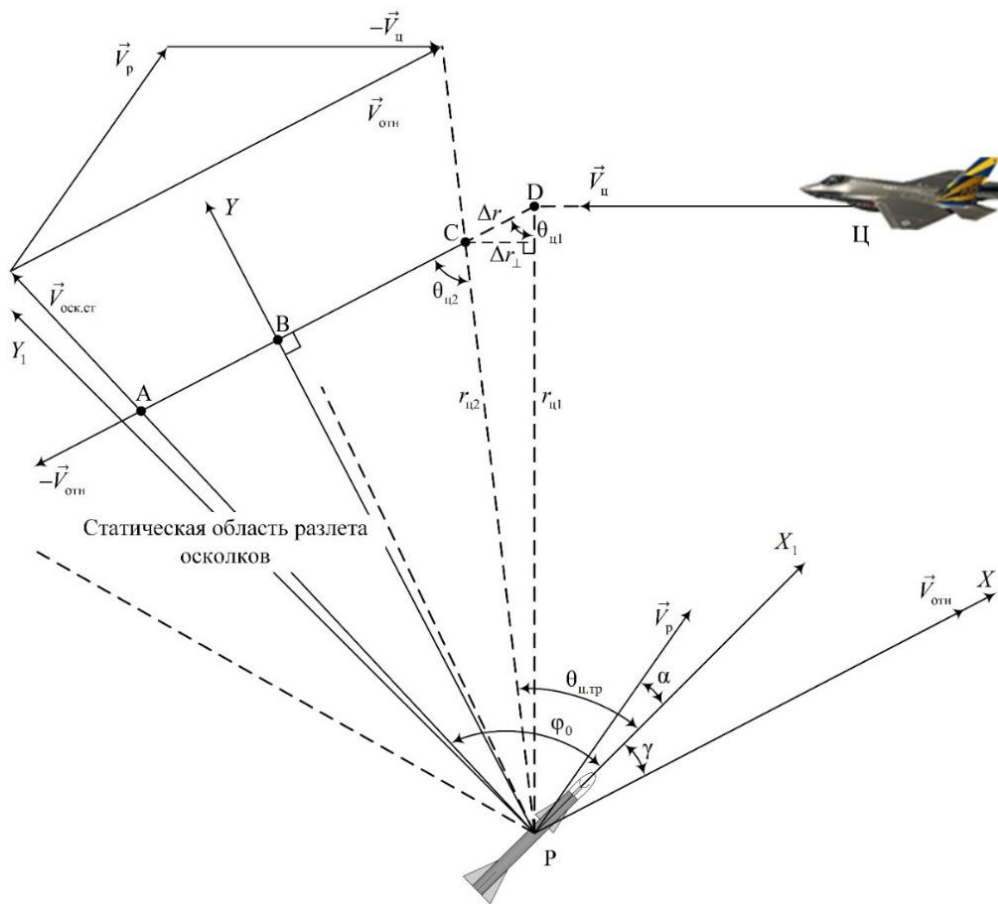


Рис. 2. Определение требуемого угла визирования цели в момент подрыва ракеты

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  $45^\circ$  до  $75^\circ$ .

### 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.