

## ГРАФОАНАЛІТИЧНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ

М.Ф. Пічугін, к.в.н. В.В. Обрядін  
(подав д.в.н., проф. І.О. Кириченко)

*Приведена графоаналітична методика, яка без використання ПЕОМ при наявності відпрацьованого графічного матеріалу й карти у польових умовах дозволяє провести оцінку вогневих можливостей системи ППО з урахуванням створеної системи управління вогнем та системи розвідки повітряного противника.*

Прийняття рішення на відбуття удару повітряного противника або ведення вогню по повітряних цілях у смузі оборони механізованої бригади передбачає попередню багатосмну роботу щодо оцінки розвідувальних і вогневих можливостей сил та засобів ППО, а також оцінки можливостей створеної системи управління вогнем.

Відомі аналітичні вирази [1, 2], які дозволяють визначити ближній або дальній рубіж постановки вогневої задачі зенітній частині, підрозділу або окремому зенітно-ракетному комплексу (ЗРК). При русі цілі з нульовим курсовим параметром відносно обраного ЗРК (командного пункту, пункту управління) вирази мають наступний вигляд:

$$\mathbf{d}_{\text{бпз}} = \mathbf{d}_6 + \mathbf{V}_ц (\tau_{\Sigma\text{кп}} + \tau_{\text{ппс}} + \tau_{\text{бпс}} + \tau_{\text{рб}}); \quad (1)$$

$$\mathbf{d}_{\text{дпз}} = \mathbf{d}_д + \mathbf{V}_ц (\tau_{\Sigma\text{кп}} + \tau_{\text{ппс}} + \tau_{\text{бпс}} + \tau_{\text{рд}}), \quad (2)$$

де  $\mathbf{d}_{\text{бпз}}$  ( $\mathbf{d}_{\text{дпз}}$ ) – горизонтальна відстань до ближнього (дального) рубіжу постановки вогневої задачі;  $\mathbf{d}_6$  ( $\mathbf{d}_д$ ) – горизонтальна відстань до ближньої (дальної) границі зони поразки обраного ЗРК;  $\mathbf{V}_ц$  – прогнозована швидкість повітряної цілі, яка входить до складу ударної групи;  $\tau_{\Sigma\text{кп}}$  – сумарний час роботи всіх командних пунктів та пунктів управління ППО, які утворюють ланцюг централізованого управління вогнем;  $\tau_{\text{ппс}}$  – час, який витрачається на попередню підготовку до стрільби підрозділу, ЗРК;  $\tau_{\text{бпс}}$  – час, який витрачається на безпосередню підготовку ЗРК до стрільби;  $\tau_{\text{рб}}$  ( $\tau_{\text{рд}}$ ) – час руху зенітної керованої ракети до ближньої (дальної) границі зони поразки.

Наведені вирази дозволяють проводити розрахунки горизонтальних відстаней для конкретних висот польоту цілей. На підставі визначених рубіжів можливо зробити висновки щодо порядку та послідовності використання зенітних засобів для ведення вогню по цілях.

Між тим, визначені рубіжі постановки вогневих задач не дають уявлення про реалізацію вогневих можливостей сил та засобів ППО без

врахування створеного радіолокаційного поля і витрат часу на управління вогнем. З метою компенсації цього недоліку пропонується графоаналітична методика (рис. 1), яка дозволяє знайти відповіді на питання, що стосуються управління вогнем та підготувати пропозиції щодо організації протиповітряної оборони.

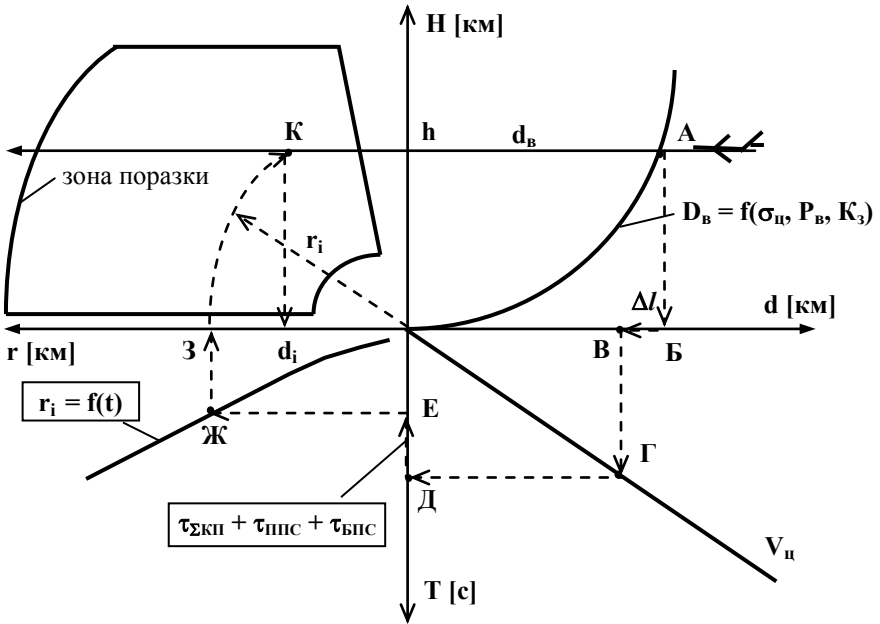


Рис. 1. Графоаналітична методика оцінки вогневих можливостей системи протиповітряної оборони

В основу методики покладені рівняння (1, 2), в яких у лівій частині стоїть величина горизонтальної дальності виявлення цілі ( $d_B$ ), а у правій частині замість горизонтальних відстаней до границь зон поразки записана невідома горизонтальна відстань до точки зустрічі ракети з ціллю ( $d_i$ ) та невизначений час польоту ракети ( $\tau_{pi}$ ) до цієї точки:

$$d_B = d_i + V_{ц} (\tau_{\Sigma КП} + \tau_{ППС} + \tau_{БПС} + \tau_{pi}). \quad (3)$$

На рис. 1 у першому квадранті будуються криві виявлення цілей ( $D_B = f(\sigma_{ц}, P_B, K_3)$ ) на відповідних висотах з урахуванням тактико-технічних характеристик РЛС, ефективної поверхні розсіювання цілі ( $\sigma_{ц}$ ); потрібного значення ймовірності виявлення цілі ( $P_B$ ), коефіцієнта зниження зони виявлення ( $K_3$ ) в умовах завад різної щільності.

При рівномірному русі цілі на висоті  $h$  вона увійде у зону виявлення у точці А. Якщо від точки А до горизонтальної прямої  $OB$  опустити перпен-

дикуляр  $\mathbf{AB}$  ( $\mathbf{AB} = \mathbf{h}$ ), то останній відсіче на прямій відрізок  $\mathbf{OB}$ , який буде дорівнювати величині горизонтальної дальності виявлення цілі ( $\mathbf{d}_b$ ). Отриманий відрізок збільшується або зменшується на величину  $\Delta l$ , яка відповідає значенню відстані ЗРК від РЛС (знак “+” береться, якщо ЗРК розташований по курсу цілі поза РЛС, знак “-” – в іншому випадку):

$$\mathbf{d}_b \pm \Delta l = \mathbf{d}_i + V_{\Pi} (\tau_{\Sigma\text{КП}} + \tau_{\text{ППС}} + \tau_{\text{БПС}} + \tau_{\text{Рі}}). \quad (4)$$

У подальшому ліва і права частини виразу (4) діляться на швидкість цілі. На рис. 1 ця дія відбувається у четвертому квадранті (перпендикуляр  $\mathbf{ВГ}$  та  $\mathbf{ГД}$ ), де побудовані функції визначення підльотного часу ( $\mathbf{t}$ ) цілі до ЗРК в залежності від її швидкості:

$$\mathbf{t} = (\mathbf{d}_b \pm \Delta l) / V_{\Pi}.$$

Тоді вираз (4) перепишемо у вигляді

$$\mathbf{t} = \frac{\mathbf{d}_i}{V_{\Pi}} + \tau_{\Sigma\text{КП}} + \tau_{\text{ППС}} + \tau_{\text{БПС}} + \tau_{\text{Рі}}. \quad (5)$$

Далі уздовж прямої  $\mathbf{OT}$  відкладаються відомі інтервали часу, які витрачаються при управлінні вогнем (на рис. 1 відрізок  $\mathbf{ДЕ} = \tau_{\Sigma\text{КП}} + \tau_{\text{ППС}} + \tau_{\text{БПС}} + \tau_{\text{Рі}}$ ). Вираз (5) після віднімання часу приймає вигляд

$$\mathbf{t} = \mathbf{d}_i / V_{\Pi} + \tau_{\text{Рі}}. \quad (6)$$

Час польоту ракети (у секундах) до невідомої точки зустрічі із ціллю за допомогою емпіричного виразу, який наведений у посібниках з вивчення правил стрільби [3], перепишемо у вигляді

$$\tau_{\text{Рі}} = \mathbf{K} \cdot \mathbf{r}_i, \quad (7)$$

де  $\mathbf{r}_i$  – похила відстань до невідомої точки зустрічі ракети з ціллю (вимірюється у кілометрах);  $\mathbf{K}$  – коефіцієнт пропорційності, має певне значення для кожного типу ЗРК.

З урахуванням того, що

$$\mathbf{d}_i = \sqrt{\mathbf{r}_i^2 - \mathbf{h}^2} \approx \mathbf{r}_i \cdot \left( 1 - \frac{\mathbf{h}^2}{2 \cdot \mathbf{r}_i^2} \right), \quad (8)$$

вираз (6) запишемо у вигляді

$$\mathbf{t} = \mathbf{r}_i \cdot \left( 1 - \frac{\mathbf{h}^2}{2 \cdot \mathbf{r}_i^2} \right) / V_{\Pi} - \mathbf{K} \cdot \mathbf{r}_i. \quad (9)$$

Відповідно до рівняння (9) у третьому квадранті (рис. 1) побудована нелінійна функція виду

$$\mathbf{r}_i = \mathbf{f}(\mathbf{t}). \quad (10)$$

За допомогою цієї функції для відомого значення залишку часу (точка  $\mathbf{E}$ ), який потрібен ракеті, щоб долетіти до точки зустрічі, і цілі, щоб потрапити у цю точку, на осі  $\mathbf{Or}$  знаходимо значення похилої відстані

( $r_i$ ) до невідомої точки зустрічі (точка **З**). У подальшому, розхилом циркуля, що дорівнює  $r_i$ , з точки **О** проводимо коло до перетинання його з курсом цілі на висоті **h**. Точка перетину (точка **К**) є шукана точка зустрічі ракети з ціллю. Вона лежить у площині вертикального зрізу зони поразки ЗРК у другому квадранті (рис. 1).

Перпендикуляр, проведений з точки **К** на вісь **Or**, дає змогу знайти горизонтальну відстань ( $d_i$ ) до точки зустрічі ракети з ціллю.

Приведену графоаналітичну методику можна проводити й у зворотному порядку. Тобто для наперед заданої горизонтальної дальності до точки зустрічі ракети з ціллю можна знайти бажану точку входу цілі у зону виявлення РЛС.

Таким чином надана графоаналітична методика дозволяє:

1) оцінити можливості створеної системи розвідки щодо своєчасного та надійного виявлення різнотипних засобів повітряного нападу з метою їх наступного обстрілу у межах зони поразки ЗРК (враховані параметри: **h**,  $\sigma_{ц}$ , **P<sub>v</sub>**, **K<sub>3</sub>**);

2) визначити віддалення ( $\Delta l$ ) стартових позицій ЗРК від РЛС або визначити координати (за допомогою карти) позиції РЛС, від якої буде надходити радіолокаційна інформація;

3) визначити тип та характеристики (**h**,  $\sigma_{ц}$ , **V**) літальних апаратів, з якими спроможна вести боротьбу створена система ППО;

4) визначити можливості системи управління вогнем (відрізок **ДЕ**) та системи вогню щодо своєчасного ( $d_0 < d_i < d_0$ ) обстрілу цілі;

5) проводити оцінку використання чергових сил та засобів ППО, які знаходяться у різних ступенях бойової готовності;

6) підготувати пропозиції щодо організації та використання системи розвідки, системи управління вогнем та системи вогню як складових частин системи ППО механізованої бригади.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Неупокоев Ф.К. Противовоздушный бой. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.
2. Мальгин А.С. Управление огнём зенитных ракетных комплексов. – М.: Воениздат, 1976. – 143 с.
3. Зимин Г.В., Бурмистров С.К., Бунин Б.М. и др. Справочник офицера противовоздушной обороны. – М.: Воениздат, 1987. – 570 с.

Надійшла 27.08.2002

**ПІЧУГІН Михайло Федорович**, заступник начальника ХВУ. У 1979 році закінчив Київську ВА ПВО СВ. Область наукових інтересів – військова кібернетика.

**ОБРЯДІН Володимир Владиславович**, канд. воєнних наук, начальник кафедри ХВУ. У 1982 році закінчив Київську ВА ПВО СВ. Область наукових інтересів – військова кібернетика.