

УДК 323.28:355.5

О.М. Жарик

Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПРИКРИТТЯ ВАЖЛИВИХ ДЕРЖАВНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ТЕРОРИСТИЧНИХ АКТИВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В статті запропонована методика оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів. Наведений порядок проведення розрахунків та запропонований вигляд представлення результатів у відповідності до визначених показника і критерію оцінки.

Ключеві слова: ППО ВДО, ефективність прикриття; показник і критерій ефективності, порядок розрахунку показника.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури.

В сучасних умовах, при зростанні терористичних загроз, основним завданням протиповітряної оборони (ППО) важливих державних об'єктів (ВДО) у мирний час є припинення терористичних актів з використанням літальних апаратів, але на час написання цієї статті у керівних документах не визначені показники та критерії оцінки ефективності ППО ВДО для мирного часу.

Розгляду питань вибору критеріїв і показників для оцінювання ефективності систем ППО присвячена значна кількість наукових робіт [1 – 10]. Але, існуючі критерії і показники оцінки ефективності систем ППО: розвідки, зенітного ракетного та винищувального авіаційного прикриття, управління більшою мірою відповідають завданням воєнного часу, до кінця не систематизовані і розрізнені по системам (родам військ), цілісна методика оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів від терористичних актів з використанням літальних апаратів також відсутня. Зазначенні питання набувають особливого значення в умовах кардинального реформування Збройних Сил України.

Автор пропонує свій варіант методики з використанням запропонованих раніше підходів до вибору єдиних показників і критеріїв оцінки ефективності функціонування ППО ВДО [11, 12].

Таким чином, метою цієї статті є розробка методики оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів. Також у статті наведені порядок проведення і приклади розрахунків за цією методикою.

Основна частина

Для вирішення завдання з оцінки ефективності прикриття ВДО у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів перш за все необхідно підготувати **вихідні данні**, які стосу-

ються зовнішніх та внутрішніх факторів функціонування ППО ВДО.

1. Данні щодо характеристик цілі:
 - ефективна відбиваюча поверхня (ЕВП) цілі та її тип;
 - швидкість польоту цілі;
 - висота польоту цілі.
2. Данні щодо характеристик об'єкту, що прикривається:

- координати центру об'єкту;
- радіус рубежу виконання цілями завдання терористичного акту (РВЗ). Цей рубіж визначається як рубіж застосування зброї (скидання саморобної бомби, отруйних речовин) або рубіж, з якого літальний апарат будучи навіть ураженим, здатний здійснити падіння в межах ВДО та спричинити масову загибель людей або техногенну катастрофу місцевого, регіонального, державного, міждержавного масштабу, руйнування об'єкту або його елементів (в загальному сенсі – здійснити ураження ВДО, чим виконати своє завдання).

3. Данні щодо характеристик фізико-географічних умов району розташування ВДО та часу доби:

- метеорологічних умов, для яких необхідно провести розрахунки (СМУ або ПМУ);
- визначення часу доби, для якого необхідно провести розрахунки (день або ніч);
- паперова або цифрова карта місцевості;
- картки кутів закриття позицій кожної з РЛС (РЛК) РТВ та ЗРК ЗРВ або плани позицій РЛС (РЛК) РТВ і підрозділів ЗРВ, в яких зазначені відстані до кожної перешкоди та їх висоти.

4. Данні щодо характеристик системи розвідки (виявлення цілей):

- радіус зони оповіщення (обмеження польотів), якщо така встановлена;
- координати кожної РЛС (РЛК) РТВ, що працює, її тип, наявність і висота насипної гірки для РЛС (РЛК);
- дальність до ближньої та дальньої межі зони виявлення РЛС (РЛК) літального апарата з відомою ЕВП на заданій висоті;

– координати кожної зони чергування в повітрі, в якій знаходиться літак ДРЛВіУ та його тип (якщо він є в наявності);

– дальність до ближньої та дальньої межі зони виявлення літаком ДРЛВіУ літального апарату з відомою ЕВП на заданій висоті;

– координати кожної РЛС виявлення ЗРВ та її тип, якщо вона включена та задіяна для розвідки повітряного простору (виявлення повітряних цілей), а також наявність і тип вишки (наприклад 40В6М);

– дальність до ближньої та дальньої межі зони виявлення літального апарату з відомою ЕВП РЛС виявлення ЗРВ на заданій висоті.

5. Данні щодо характеристик системи управління та зв'язку:

– час затримки по видачі радіолокаційної інформації на КП (ПНА) та вогневі засоби;

– час прийняття рішення на знищення цілі та доведення команд на вогневі комплекси (ВК).

6. Данні щодо характеристик систем зенітного ракетного та зенітного артилерійського прикриття (системи наземних ВК):

– координати кожного ЗРК, ЗРГК, ПЗРК, його тип, боекомплект, ступень готовності, в якій він знаходиться, варіант переводу в готовність №1 (прискорений або звичайний), а також наявність і висота насипної гірки або вишки;

– дальність до ближньої та дальньої межі зони виявлення літального апарату з відомою ЕВП РЛС кожного типу ЗРК і ЗРГК на заданій висоті;

– дальність виявлення оптичними та тепловізійними засобами ЗРК, ЗРГК, ПЗРК на заданій висоті в залежності від типу літального апарату та метеорологічних умов;

– дальність до ближньої та дальньої межі зони ураження та максимальний курсовий параметр кожного типу ЗРК, ЗРГК, ПЗРК;

– імовірність ураження однією ракетою ЗРК кожного типу, а також однією чергою з гармат ЗРГК кожного типу;

– рівень підготовки бойових обслуг по виконанню нормативів з переведення в готовність №1 та нормативів з бойової роботи відповідно до часових нормативів на оцінку 3, 4 або 5.

7. Данні щодо характеристик системи винищувального авіаційного прикриття та прикриття вертольотами (системи повітряних ВК):

– координати аеродромів зльоту винищувачів та майданчиків (аеродромів) зльоту вертольотів;

– тип винищувача, варіант його озброєння та заправки паливом;

– тип вертольота, варіант його озброєння та заправки паливом;

– класна кваліфікація льотчика;

– маса палива, що витрачається на землі;

– резерви палива (аварійний запас, навігацій-

ний запас, запас на чергування, резерв палива на ведення повітряного бою);

– висота та швидкість атаки цілі;

– висота та швидкість повернення на аеродром (майданчик) посадки;

– список дозволених для посадки аеродромів (майданчиків) та їх координати;

– час переводу в готовність № 1 та час зльоту з готовності № 1 для проведення розрахунків перехоплення з аеродрому (майданчика), ступінь готовності винищувачів (вертольотів);

– координати центру зон чергування у повітрі, висота та швидкість польоту до зони чергування і в зоні чергування для проведення розрахунків перехоплення з зон чергування у повітрі;

– імовірність ураження однією АКР кожного типу та імовірність ураження однією чергою з авіаційної гармати для винищувача та вертольота.

Зазначені вихідні данні є основними і дозволяють у подальшому проводити необхідні розрахунки у відповідності до запропонованої методики оцінки прикриття важливих державних об'єктів від терористичних актів з використанням літальних апаратів.

Загальна структура методики оцінки прикриття ВДО від терористичної атаки N цілей з висоти H та азимуту β зображена на рис. 1.

Розрахунки проводяться окремо для угруповань наземних та повітряних вогневих комплексів (ВК).

Для наземних ВК на рис. 1 наведено приклад коли цілі атакують з азимуту β_1 , а прядок розрахунку приведений на правій блок-схемі починаючи з низу вверх за напрямком стрілок.

На першому етапі на основі характеристик цілі (ефективної відбиваючої поверхні (ЕВП) цілі, її типу, швидкості та висоти польоту), координат кожної повітряної і наземної РЛС (РЛК), що працюють на виявлення цілей, їх типу, наявності і висот насипних гірок або вишок, кутів закриття позицій кожної наземної РЛС (РЛК) та рельєфу місцевості розраховується дальність виявлення кожної РЛС (РЛК) в залежності від азимуту (тобто розраховується дальність перетину зони виявлення РЛС (РЛК) на висоті польоту цілі H). *Об'єднуючі ці перетини зон виявлення отримуємо дальність перетину загальної зони виявлення угруповання, яка схематично відображена на рис. 1 зеленим кольором.*

На другому етапі для заданого азимуту β_1 знаходимо дальність виявлення цілі угрупованням.

На третьому етапі розраховуємо та відмічаємо на траєкторії польоту цілі відстань, яку вона подолає за час затримки РТВ.

На четвертому етапі порівнюємо час переведення ВК в готовність № 1 та час прийняття рішення на знищення цілі. Обираємо найбільший з них та відмічаємо на траєкторії польоту цілі відстань, яку подолає ціль за цей час.

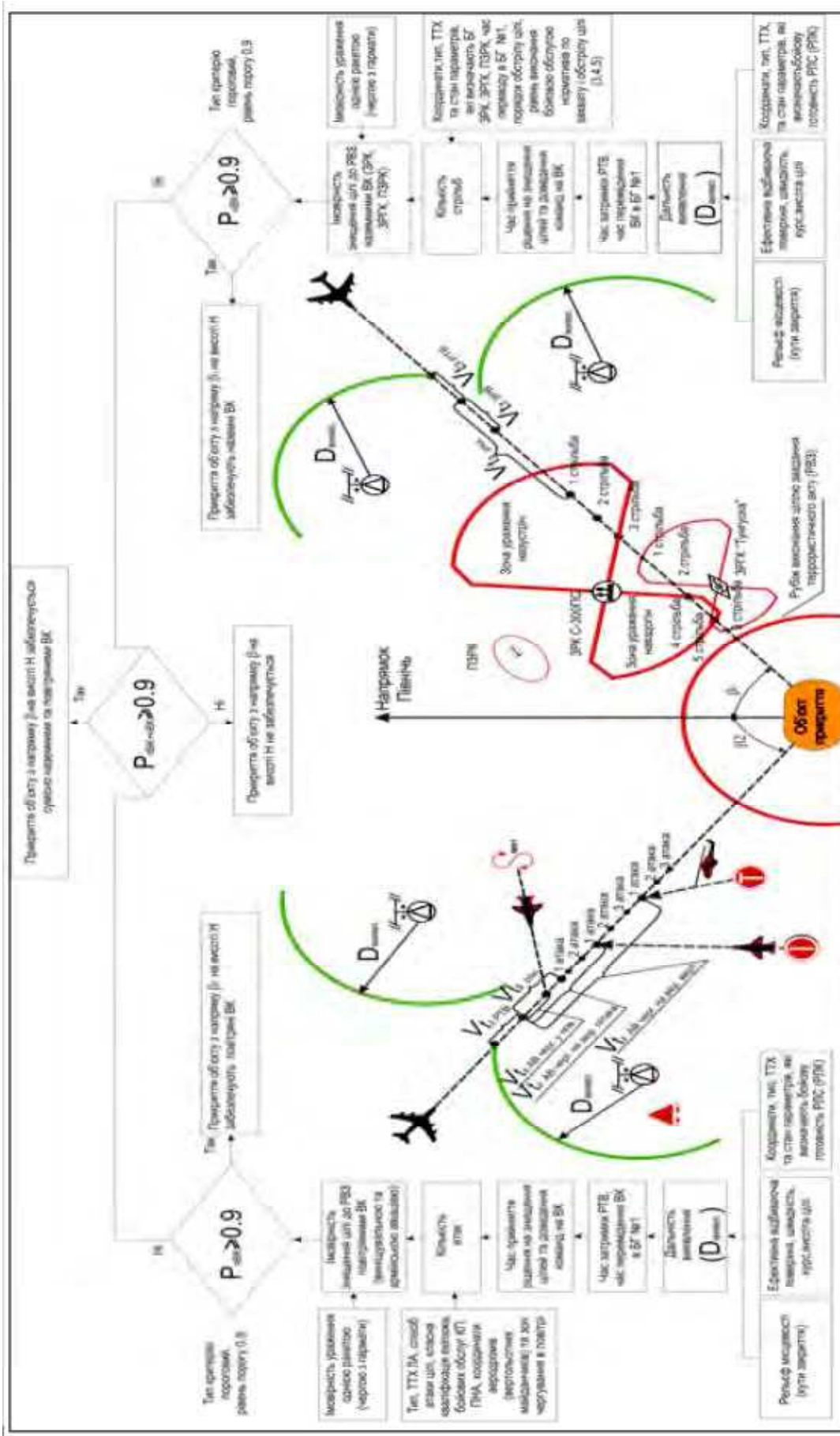


Рис. 1. Загальна структура методички об'єкту пріоритету в різних режимах об'єкту вліт в територію літальних апаратів

На п'ятому етапі визначаємо кількість стрільб, які може здійснити кожний ВК. Для цього спочатку проводимо відсіювання тих ВК, для яких параметр польоту цілі більший ніж максимально допустимий, тобто тих ВК для яких траєкторія польоту цілі не пересікає зону пуску (наприклад ПЗРК рис. 1). Якщо для даного ВК цілі буде знаходитися в зоні пуску (наприклад для ЗРК С-300ПС на рис. 1) то в цієї точці по ній буде здійснена перша стрільба, тобто перша стрільба буде здійснена не на дальній границі зони пуску. Далі відповідно до рівня підготовки бойових обслуг щодо виконання нормативів з захвату та обстрілу цілі, правил стрільби та боекомплекту даного ВК розраховуємо кількість стрільб.

На шостому етапі на основі кількості стрільб і імовірності ураження однією ракетою (однією чергою з гармат) розраховуємо імовірність знищення всіх цілей, які атакують ВДО.

На сьомому етапі у відповідності з пороговим критерієм проводимо порівняння розрахованої імовірності з порогом та робимо висновок щодо прикриття об'єкту з азимуту β_1 на висоті H .

Для повітряних ВК на рис. 1 наведено приклад коли повітряні цілі атакують з азимуту β_2 , а порядок розрахунку приведений на лівій блок-схемі починаючи з низу до верху за напрямком стрілок.

Перші три етапи виконуються аналогічно з етапами для наземних ВК.

На четвертому етапі порівнюємо час, який витрачає повітряний ВК на перехоплення цілі та час прийняття рішення командним пунктом (КП) на її знищення. Після обрання найбільших з них на траєкторії польоту цілі відмічаємо відстань, яку подолає цілі за цей час. Наприклад, на рис. 1 час, який витрачається винищувачем на перехоплення з положення чергування в повітрі, менший ніж час, який витрачається КП на прийняття рішення на знищення цілі, тому перша атака здійснюється не в точці перехоплення, а в точці, яку досягне цілі на момент прийняття рішення КП на знищення цілі. У випадках перехоплення з аеродрому та вертолітного майданчика навпаки більшим є час перехоплення, і тому саме він визначає точку першої атаки.

На п'ятому етапі визначаємо кількість атак та кількість стрільб, які може здійснити кожний винищувач та вертоліт виходячи з залишку пального, класності льотчика та наявних авіаційних засобів ураження (авіаційних керованих ракет (АКР) та боекомплекту авіаційної гармати).

На шостому етапі на основі кількості стрільб і імовірності ураження однією ракетою кожного типу (однією чергою з гармат) розраховуємо імовірність знищення всіх атакуючих цілей.

На сьомому етапі у відповідності з пороговим критерієм проводимо порівняння розрахованої імо-

вірності з порогом та робимо висновок щодо прикриття об'єкту з азимуту β_2 на висоті H .

У секторах, де встановлений розподіл зусиль повітряних та наземних ВК по рубежам, проводиться додаткова перевірка щодо імовірності знищення цілей спільними зусиллями та здійснюється порівняння з пороговою імовірністю для висновку про прикриття об'єкту спільними зусиллями.

Для оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів у відповідності до запропонованої методики пропонуються наступні **показник та критерій**.

При оцінюванні прикриття кожного ВДО від терористичних актів з використанням літальних апаратів показником ефективності прикриття ВДО є імовірність його збереження $P_{з\ ВДО}(N)$ при атаці його N літальними апаратами, які захоплені терористами (далі – цілями).

Цей показник розраховується за формулою

$$P_{з\ ВДО}(N) = 1 - P_{у\ ВДО}(N), \quad (1)$$

де $P_{у\ ВДО}(N)$ – імовірність ураження ВДО, яка в загальному вигляді розраховується як

$$P_{у\ ВДО}(N) = (1 - P_{РВЗ}(N)) \cdot P(N) \cdot P_{П}. \quad (2)$$

Складовими цієї формули є:

1. $P_{РВЗ}(N)$ – імовірність недопущення (ураження) N цілій до досягнення ними РВЗ;
2. $P(N)$ – імовірність влучення цілі у ВДО;
3. $P_{П}$ – імовірність того, що при влученні цілі у ВДО він буде уражений.

Методика враховує наступні особливості терористичних актів з використанням літальних апаратів:

1. Терористичні акти з використанням літальних апаратів ретельно готуються для створення передумов масової загибелі людей та інших гучних наслідків, тобто практично імовірність $P_{П} = 1$.

2. Зазвичай використовується таран, при якому льотчик-терорист здійснює наведення літального апарату на цілі до зіткнення з об'єктом, тому практично імовірність $P(N) = 1$.

Підставляючи ці значення у вирази (1) та (2) отримуємо.

$$P_{з\ ВДО}(N) = P_{РВЗ}(N). \quad (3)$$

Таким чином, імовірність збереження ВДО фактично дорівнює імовірності недопущення (ураження) N цілій до РВЗ.

Тому в подальшому в методиці будемо розраховувати $P_{РВЗ}(N)$.

Розрахунок імовірності $P_{РВЗ}(N)_{H_i, \beta_j}$ виконується згідно з функцією біноміального розподілу для кожної висоти H_i та азимуту β_j на основі кількості

стрільб $N_{st}(H_i, \beta_j)$, які можуть здійснити ВК кожним s -тим типом засобів ураження для даної висоти і азимута та імовірності ураження кожним s -м типом засобів ураження за одну стрільбу p_s .

Якщо використовується лише один тип засобу ураження (ЗКР, АКР або гармата), наприклад якщо ВДО прикривається однотипними ЗРК або перехоплення здійснює вертоліт, озброєний лише гарматою, імовірності поразки цілі при кожній стрільбі можна вважати однаковими та використовувати формулу

$$P_{PBZ}(N)_{H_i, \beta_j} = \sum_{i=N}^{N_{st}(H_i, \beta_j)} C_{N_{st}(H_i, \beta_j)}^i \cdot p^i \cdot (1-p)^{N_{st}(H_i, \beta_j)-i}, \quad (4, a)$$

де $C_{N_{st}(H_i, \beta_j)}^i = \frac{N_{st}(H_i, \beta_j)!}{i!(N_{st}(H_i, \beta_j)-i)!}$ – біноміальні кое-

фіцієнти; p – імовірність поразки цілі за одну стрільбу, $N_{st}(H_i, \beta_j)$ – кількість стрільб по цілях, які здійснили вогневі комплекси, що прикривають ВДО.

Якщо використовуються різні типи засобів ураження, наприклад винищувач здійснює пуск по цілям двох типів АКР (P-27EP, P-73) та стрільбу чергами з гармати, необхідно використовувати загальну формулу для K типів засобів ураження

$$P_{PBZ}(N)_{H_i, \beta_j} = \sum_{i_1=0}^{N_{st}(H_i, \beta_j)} \sum_{i_2=0}^{N_{st}(H_i, \beta_j) - i_1} \dots \sum_{i_K=0}^{N_{st}(H_i, \beta_j) - i_1 - i_2 - \dots - i_{K-1}} A \cdot P_1(i_1) \cdot P_2(i_2) \cdot \dots \cdot P_K(i_K), \quad (4, б)$$

де $A = \begin{cases} 1, & \text{якщо } N \leq i_1 + i_2 + \dots + i_K, \\ 0, & \text{якщо } N > i_1 + i_2 + \dots + i_K \end{cases}$;

$P_s(i_s) = C_{N_{st}(H_i, \beta_j)}^{i_s} \cdot p_s^{i_s} \cdot (1-p_s)^{N_{st}(H_i, \beta_j)-i_s}$; p_s – імовірність ураження S -тим типом засобу ураження; $N_{st}(H_i, \beta_j)$ – кількість стрільб S -тим типом засобу ураження.

Методика передбачає використання порогового критерію, та, якщо відповідним командиром (начальником) не задане інше значення, встановлює значення порогу $0,9$ ($P_{порогу} = 0,9$).

Якщо, при атаці об'єкту N цілей з азимуту β та на висоті H імовірність знищення всіх N цілей до моменту досягнення ними РВЗ перевищує встановлений поріг, то з цього азимуту та на цій висоті об'єкт вважається прикритим. В іншому випадку об'єкт з азимуту β та на висоті H вважається не прикритим.

Коефіцієнт прикриття об'єкту $K_{np}(N, P_{порогу})$ при забезпеченні заданої порогової імовірності ($P_{порогу}$) знищення не менш ніж N цілей до РВЗ виражається виразом

$$K_{np}(N, P_{порогу}) = \frac{1}{NORM} \cdot \sum_{i=1}^{H_n} \sum_{j=1}^{\beta_n} W_{H_i, \beta_j} \cdot K_{H_i, \beta_j}, \quad (5)$$

де $K_{H_i, \beta_j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } P_{PBZ}(N)_{H_i, \beta_j} \geq P_{порогу} \\ 0, & \text{якщо } P_{PBZ}(N)_{H_i, \beta_j} < P_{порогу} \end{cases}$ – признак

прикриття ВДО на висоті H_i та з азимуту β_j ;

W_{H_i, β_j} – коефіцієнт важливості прикриття на висоті H_i та з азимуту β_j (встановлюється при аналізі найбільш імовірних напрямків заходу цілі на ВДО, а у випадку якщо аналіз не проводився то дорівнює 1);

$NORM = \sum_{i=1}^{H_n} \sum_{j=1}^{\beta_n} W_{H_i, \beta_j}$ – коефіцієнт нормування,

якій дорівнює сумі коефіцієнтів важливості прикриття на всіх висотах та з усіх азимутів. Якщо всі висоти та азимуту рівно важливі, тобто всі W_{H_i, β_j} дорівнюють 1, то $NORM = H_n \cdot \beta_n$;

β_n – кількість азимутальних напрямків, що підлягають оцінці,

$\beta_j = j \cdot \Delta\beta$ – j -те значення азимуту, що підлягає оцінці,

$\Delta\beta = 360/\beta_n$ – шаг оцінки по азимуту,

H_n – кількість значень висот, що підлягають оцінці,

H_i – i -й елемент вектору висот, для яких проводиться оцінка прикриття

$H = [50\text{м}, 100\text{м}, 200\text{м}, 500\text{м}, 1\text{км}, 5\text{км}, 10\text{км}, 20\text{км}]$.

Рішенням відповідного командира (начальника) перелік висот, для яких проводиться оцінка може бути змінений.

Коефіцієнт прикриття об'єкту має наступний фізичний смисл – він вказує з якої частини азимутальних напрямків та висот з імовірністю не нижче порогової забезпечується збереження об'єкту якщо його атакує N цілей.

Якщо цей коефіцієнт перемножити на 100% то ми отримуємо відсоток напрямків, з яких забезпечується прикриття ВДО.

Якщо відсутні засоби обчислювальної техніки та наявний малий обсяг часу на виконання розрахунків можливо здійснити наступні експрес оцінки.

Встановлюємо значення порогу $P_{порогу} = 0,5$. При цьому, для біноміального розподілу, якщо $P_{PBZ}(N) = P_{порогу} = 0,5$, то $N \approx M$ з точністю до найближчого цілого, де M – математичне очікування. Таким чином формули (4, а), (4, б), 5 приводяться відповідно до (6, а), (6, б), 7.

$$M_{H_i, \beta_j} = N_{st}(H_i, \beta_j); \quad (6, a)$$

$$M_{H_i, \beta_j} = \sum_{s=1}^K N_{st}(H_i, \beta_j); \quad (6, б)$$

$$K_{np}(N) = \frac{1}{NORM} \cdot \sum_{i=1}^{H_n} \sum_{j=1}^{\beta_n} W_{H_i, \beta_j} \cdot K_{H_i, \beta_j}, \quad (7)$$

де $K_{H_i, \beta_j} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } M_{H_i, \beta_j} \geq N \\ 0, & \text{якщо } M_{H_i, \beta_j} < N \end{cases}$ – признак прикриття

тя ВДО на висоті H_i та з азимуту β_j ;

W_{H_i, β_j} – коефіцієнт важливості прикриття на висоті H_i та з азимуту β_j ;

$NORM = \sum_{i=1}^{H_n} \sum_{j=1}^{\beta_n} W_{H_i, \beta_j}$ – коефіцієнт нормування,

який дорівнює сумі коефіцієнтів важливості прикриття на всіх висотах та з усіх азимутів. Якщо всі висоти та азимуту рівно важливі, тобто всі W_{H_i, β_j} дорівнюють 1, то $NORM = H_n \cdot \beta_n$;

β_n – кількість азимутальних напрямків, що підлягають оцінці;

$\beta_j = j \cdot \Delta\beta$ – j -те значення азимуту, що підлягає оцінці,

$\Delta\beta = 360/\beta_n$ – шаг оцінки по азимуту;

H_n – кількість значень висот, що підлягають оцінці;

H_i – i -й елемент вектору

$H = [50\text{м}, 100\text{м}, 200\text{м}, 500\text{м}, 1\text{км}, 5\text{км}, 10\text{км}, 20\text{км}]$.

Коефіцієнт прикриття об'єкту для експрес оцінки має наступний фізичний смисл – він вказує з якої частини азимутальних напрямків та висот з імовірністю близько 0,5 забезпечується збереження об'єкту, якщо його атакує N цілей.

Оцінка ефективності прикриття важливих державних об'єктів у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів у відповідності до запропонованої методики з використанням зазначеного показника та критерію передбачає **проведення розрахунків кількості стрільб наземних та повітряних ВК**.

Розрахунки щодо кількості стрільб проводяться за допомогою паперової або цифрової карти місцевості.

Розрахунки проводяться окремо для угруповань наземних та повітряних ВК.

Для угруповань наземних ВК розрахунок кількості стрільб для кожної висоти H_i проводиться в наступній послідовності.

1. Визначаються зони виявлення на висоті H_i всіх наземних і повітряних РЛС, що застосовуються для виявлення повітряних цілей. Ці зони розраховуються з урахуванням ЕВП цілі і рельєфу місцевості. Зони виявлення уточнюються при наявності карток кутів закриття позицій кожної РЛС (РЛК) або планів позицій РЛС (РЛК), в яких зазначені відстані до кожної перешкоди та їх висоти, а також за результатами обльотів.

При цьому можливо використовувати для розрахунків на паперовій карті [13 – 20, 24], а при ви-

користанні цифрової карти місцевості – систему «Віраж-РД».

2. Відносно об'єкту прикриття для кожного азимуту $\beta_j = j \cdot \Delta\beta$ з діапазону азимутів $\beta \in [0^\circ \dots 360^\circ]$ з визначеним кроком $\Delta\beta$ (зазвичай $\Delta\beta = 1^\circ$) розраховується максимальна дальність виявлення повітряного об'єкта визначеним складом засобів радіолокації $D_{РЛ\beta_j}(H_i)$. З'єднуючи ці дальності для заданої висоти H_i отримуємо фактичний рубіж видачі радіолокаційної інформації (РЛІ) на висоті H_i , який відображаємо на карті (рис. 2).

3. Проводимо розрахунок фактичного рубежу знищення $D_{знищ.факт\beta_j}(H_i)$. При цьому використовується таке ж значення дискрету по азимуту $\Delta\beta$ як і при проведенні попереднього розрахунку.

Для кожного азимутального напрямку $\beta_j = j \cdot \Delta\beta$ задається початкове положення цілі, що дорівнює фактичному рубежу видачі РЛІ $D_{РЛ\beta_j}(H_i)$.

Для кожного вогневого комплексу (ВК) s -го типу з порядковим номером n , що приймає участь у розрахунку, виконуються наступні кроки.

Першим кроком, якщо задані складні метеорологічні умови або нічний час доби, визначаємо які ВК або засоби виявлення і наведення не можуть працювати.

Другим кроком визначається параметр цілі відносно ВК з номером n

$$P_{Ц}(\beta_j, n) = D_{ВК}(n) \cdot \sin(\Delta\beta_{ВК}), \quad (8)$$

де $D_{ВК}(n)$ – дальність від центра об'єкта прикриття до ВК з номером n ;

$\Delta\beta_{ВК}$ – найменший кут між азимутом польоту цілі (β_j) і азимутом на вогневий комплекс з номером n ($\beta_{ВК}(n)$).

Якщо, $P_{Ц}(\beta_j, n) > P_{\max}(s, H_i)$, де $P_{\max}(s, H_i)$ – максимальний параметр для ВК s -го типу на висоті H_i , то цей ВК не може обстрілювати цілі, що атакує з напрямку β_j , та в розрахунках по цьому напрямку участі не бере.

Третім кроком визначається час польоту цілі до об'єкта прикриття що залишився на момент початку роботи ВК по цілі

$$T_{\text{поч.роб}}(H_i, \beta_j, s, n) = T_{\text{пол}}(V_{Ц}, H_i, \beta_j) - T_{\text{РТВ}} - \max[T_{\text{БГ1}}(n), (T_{\text{рішення}} - T_{\text{роб}}(s))], \quad (9)$$

де $T_{\text{пол}}(V_{Ц}, H_i, \beta_j) = D_{РЛ\beta_j}(H_i)/V_{Ц}$ – підлітний час цілі (час польоту цілі від фактичного рубежу вияв-

лення до об'єкта прикриття), V_c – швидкість цілі, $T_{РТВ}$ – час затримки інформації при передачі її між підрозділами РТВ та РТВ і ЗРВ, $T_{БГ1}(n)$ – час пере-

воду ВК с номером n в готовність №1, $T_{роб}(s)$ – робітний час ВК s -того типу, $T_{рішення}$ – час прийняття рішення на знищення цілей.

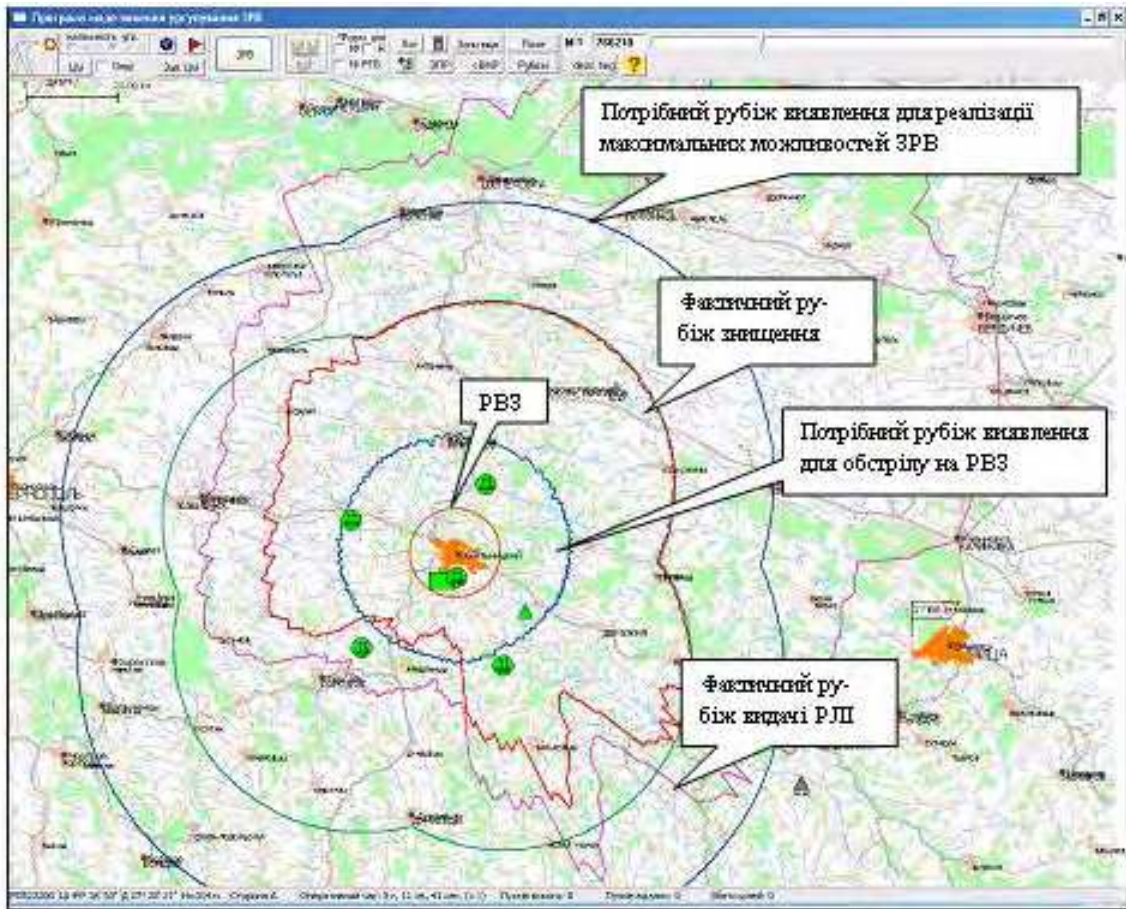


Рис. 2. Приклад розрахунку рубежів

Якщо $T_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) \leq T_{роб}(s)$, то на момент старту ракети ціль вже буде знаходитись над об'єктом, що прикривається. У цьому випадку для цього ВК $D_{зниц.факт}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) = 0$ та в подальших розрахунках по напрямку β_j він участі не бере.

Четвертим кроком визначається дальність початку роботи по цілі

$$D_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) = \min \times \left[D_{ЦВ.мах}(V_c, H_1, \beta_j, s, n), (V_c \cdot T_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n)) \right], \quad (10)$$

$$\text{де } D_{ЦВ.мах}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) = D_{пуск}(V_c, s, H_1, P_{Ц}(\beta_j, n)) + V_c \cdot T_{роб}(s) \quad \text{– відстань}$$

від об'єкта прикриття до точки, в якій необхідно видати цілевказівку для обстрілу цілі на дальній межі зони ураження, $D_{пуск}(V_c, s, H_1, P_{Ц}(\beta_j, n))$ – відстань від об'єкта прикриття до точки, де траса польоту цілі перетинає дальню межу зони пуску (зони вогню для гармат) на зустріч.

Проводиться перевірка на незатінення цілі рельєфом при її знаходженні в точці початку роботи. Якщо ціль затінена рельєфом, дальність початку роботи по цілі для поточного азимуту β_j поступово зменшується на задану величину ΔD (для ручних розрахунків приймається 1 км) поки не виповниться перевірка на незатінення цілі рельєфом

$$D_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) = D_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) - \Delta D. \quad (11)$$

П'ятим кроком визначається дальність першого пуску по цілі

$$D_{1.пуску}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) = D_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n) - V_c \cdot T_{роб}(s). \quad (12)$$

Проводиться перевірка на відсутність затінення цілі рельєфом на ділянці маршруту від $D_{поч.роб}(V_c, H_1, \beta_j, s, n)$ до $D_{1.пуску}(V_c, H_1, \beta_j, s, n)$.

Шостим кроком визначається дальність першого ураження цілі (дальність до фактичного рубежу ураження для ВК з номером n)

$$D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n) = D_{1.пуску} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n) - V_{ц} \cdot T_p (s). \quad (13)$$

де $T_p (s)$ – час польоту ракети до точки зустрічі з ціллю.

Проводиться перевірка на відсутність затінення цілі рельєфом на ділянці маршруту від $D_{1.пуску} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n)$ до $D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n)$.

Якщо

$$D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n) \leq 0$$

то $D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n) = 0$, тобто цей ВК не встигає обстрілювати ціль, що атакує з напрямку β_j , та в подальших розрахунках по цьому напрямку участі не бере.

Сьомим кроком визначаємо дальність фактичного рубежу знищення цілі що атакує об'єкт прикриття з напрямку β_j як максимальну дальність ураження серед усіх ВК

$$D_{зниц.факт\beta_j} (V_{ц}, H_i) = \max [D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n)]$$

та відображаємо його на карті (рис. 2).

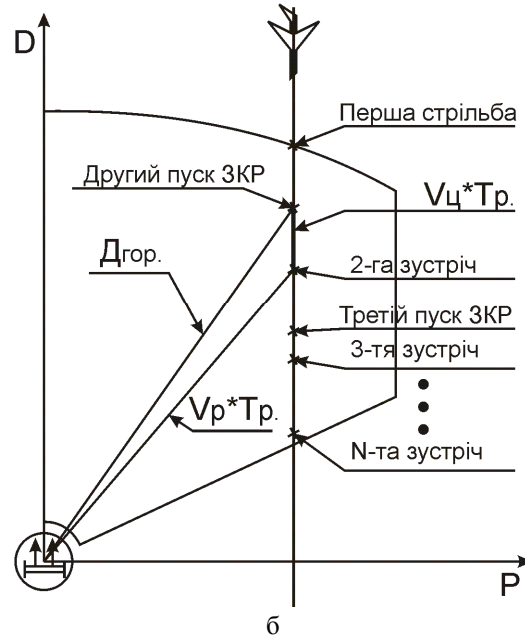
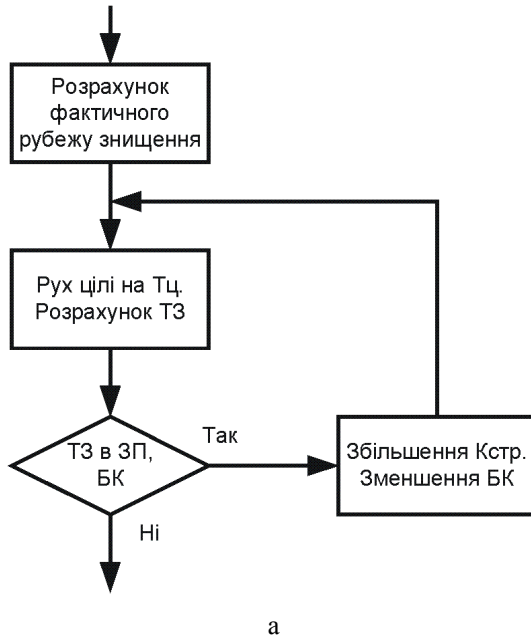


Рис. 3. Розрахунок кількості стрільб

4. Для кожного ВК фіксується фактична дальність знищення $D_{зниц.факт} = D_{1.ураж} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n)$ і розраховується кількість стрільб $N_{st} (V_{ц}, H_i, \beta_j, s, n)$. Для її розрахунку використовується наступна послідовність дій (рис. 3, а).

Від дальності рубежу фактичного знищення імітується продовження польоту цілі на час $T_{ц}$, що дорівнює сумі часу на оцінку результатів попередньої стрільби та підготовку до нового обстрілу цілі. Приймається, що в цей час відбувається пуск ракет наступної стрільби (рис. 3, б).

Далі необхідно розрахувати точку зустрічі ракети з ціллю. Трикутник, що зображено на рис. 4, б вирішується наступним чином: час польоту ракети (цілі) T_p до точки зустрічі виражається через теорему косинусів та потім вирішується квадратне рівняння.

Якщо точка зустрічі знаходиться в межах зони ураження і в підрозділі є достатня кількість ракет, то кількість стрільб для поточного підрозділу збільшу-

ється. Одночасно з цим боєкомплект ракет зменшується на кількість випущених ракет. Після чого проводиться наступна ітерація.

Аналогічним чином проводиться розрахунок кількості стрільб ВК навздогін.

Розрахунок для поточного азимуту припиняється при досягненні дальності що дорівнює радіусу РВЗ.

Для поточного азимутального напрямку кількість стрільб для угруповання по кожному s -тому типу ВК приймається як сума кількості стрільб для всіх ВК типу s .

Якщо відсутні засоби обчислювальної техніки та час на виконання розрахунків є замалим дозволяється виконувати наступні експрес оцінки кількості стрільб ВК.

Визначається максимальна кількість стрільб по боєкомплекту

$$N_{стр.БК} (s, n) = Q(s, n) / n_{р.ч} (s), \quad (14)$$

де $Q(s, n)$ – боєкомплект ВК; $n_{р.ч} (s)$ – кількість ракет в черзі при одній стрільбі.

Визначається максимальна кількість стрільб яку можливо здійснити за час перебування цілі в зоні пуску

$$N_{\text{стр.т}}(V_{\text{ц}}, H_i, \beta_j, s, n) = 1 + \text{ent}\left(k(s) \cdot T_{\text{пр}}(V_{\text{ц}}, H_i, \beta_j, s, n) / T_{\text{ц.сер}}(s)\right), \quad (15)$$

де $k(s)$ – кількість цільових каналів ВК, які задіяні в обстрілі цілей; $T_{\text{пр}}$ – час перебування цілі в зоні пуску ВК; $T_{\text{ц.сер}}(s)$ – середній цикл стрільби, $\text{ent}(\dots)$ – функція округлення до найменшого цілого.

Час перебування цілі в зоні пуску ВК визначається за формулою

$$T_{\text{пр}}(V_{\text{ц}}, H_i, \beta_j, s, n) = \frac{G(H_i, P_{\text{ц}}(\beta_j, n), s) - \Delta G_{D_{\text{л.пуску}}}(H_i, \beta_j, s, n) - \Delta G_{\text{РВЗ}}}{V_{\text{ц}}}, \quad (16)$$

де $G(H_i, P_{\text{ц}}(\beta_j, n), s)$ – загальна глибина зони пуску, яка визначається як сума відстаней від ближньої до дальньої межі зони пуску на зустріч та навздогін. Значення загальної глибини зони пуску в залежності від параметра та висоти цілі розраховують завчасно та заносять у відповідні таблиці для кожного ВК: величини $\Delta G_{D_{\text{л.пуску}}}(H_i, \beta_j, s, n)$ та $\Delta G_{\text{РВЗ}}$ визначаються по карті і характеризують втрати глибини зони пуску відповідно в наслідок входження точки першого пуску та РВЗ в межі зони пуску.

Кількість стрільб ВК визначається як мінімальна з кількості стрільб по боекомплекту та кількості стрільб, яку можливо здійснити за час перебування цілі в зоні пуску з урахуванням імовірності безвідмовної роботи техніки в процесі стрільби $P_{\text{спр}}$

$$N_{\text{ст}}(H_i, \beta_j, s, n) = P_{\text{спр}} \times \min\left[N_{\text{стр.БК}}(s, n), N_{\text{стр.т}}(H_i, \beta_j, s, n)\right]. \quad (17)$$

Для угруповань повітряних ВК розрахунок кількості стрільб для кожної висоти H_i проводиться в наступній послідовності.

1. По аналогії з порядком розрахунку для наземних ВК визначаються зони виявлення на висоті H_i всіх наземних і повітряних РЛС, що застосовуються для виявлення цілі.

2. По аналогії з порядком розрахунку для наземних ВК визначаємо фактичний рубіж видачі радіолокаційної інформації (РЛІ), який відображаємо на карті.

3. Проводимо розрахунок дальнього рубежу перехоплення $R_{\text{пер}}(V_{\text{ц}}, V_{\text{В}}, H_i, \beta_j, s, n)$ відповідно порядку виконання штурманських розрахунків [21 – 23]. Для зведення балансу по паливу та часу розрахунок може бути проведений ітераційним шляхом

чисельним методом відносно об'єкту прикриття для кожного азимуту $\beta_j = j \cdot \Delta\beta$ з діапазону азимутів $\beta \in [0^\circ \dots 360^\circ]$ з визначеним кроком $\Delta\beta$ (зазвичай $\Delta\beta = 1^\circ$) за наступним алгоритмом:

а) будується трикутник перехоплення та розраховуються координати точки зустрічі винищувача (вертольота) і цілі за умови: початкове положення цілі співпадає з точкою фактичного рубежу видачі РЛІ для азимуту β_j що аналізується; напрямком польоту цілі – об'єкт прикриття; початкове положення винищувача (вертольота) – аеродром (вертолітний майданчик) зльоту або центр зони чергування в повітрі. При розрахунках точки зустрічі враховується час на зліт літака (вертольота) з аеродрому (майданчика) виходячи із заданого ступеню готовності, час затримки видачі інформації в РТВ, час на прийняття рішення;

б) якщо умови наявності точки зустрічі не виконуються вважається, що з даного напрямку прикриття об'єкту не забезпечується. При наявності точки зустрічі винищувача (вертольота) та цілі аналізується її положення відносно визначеної раніше дальності дії винищувача (вертольота) «по паливу». Якщо точка зустрічі знаходиться всередині зони обмеження «по паливу», то її координати визначають точку рубежу перехоплення, що реалізується. Якщо точка зустрічі знаходиться поза зоною обмеження «по паливу», то точка рубежу перехоплення, що реалізується, визначається обмеженнями винищувача (вертольота) «по паливу».

При виконанні розрахунків для випадку чергування в повітрі, розраховуються обмеження «по паливу» на час початку та кінця чергування. Відповідно до цього розраховуються рубежі перехоплення що реалізуються на начало та кінець чергування.

4. Проводимо розрахунок кількості атак для кожного азимуту β_j .

Максимальна кількість атак обмежується трьома факторами: максимальним часом на ведення повітряного бою, наявністю палива та боекомплекту винищувача (вертольота).

Максимальний час на ведення повітряного бою визначається як

$$T_{\text{б}}(V_{\text{ц}}, V_{\text{В}}, H_i, \beta_j, s, n) = \left[R_{\text{пер}}(V_{\text{ц}}, V_{\text{В}}, H_i, \beta_j, s, n) - R_0(H_i, \beta_j) \right] / V_{\text{ц}}, \quad (18)$$

де $R_{\text{пер}}(V_{\text{ц}}, V_{\text{В}}, H_i, \beta_j, s, n)$ – розраховане значення дальнього рубежу перехоплення на висоті H_i в напрямку β_j повітряним ВК s -го типу з порядковим номером n ; $V_{\text{ц}}$ – швидкість цілі; $R_0(H_i, \beta_j)$ – ближній рубіж перехоплення. Ближній рубіж перехоплення у випадку якщо діє виключно авіація дорів-

ное рубежу виконання цілпо завдання терористичного акту, а у випадку спільних дій з наземними ВК дорівнює рубежу взаємодії, який, як правило, встановлюється по дальніх межах зон ураження наземних ВК та який для безпеки винищувач (вертоліт) не перетинає.

Максимальна кількість атак, виходячи з наявного балансу часу визначається

$$N_{A.T}(V_u, V_B, H_i, \beta_j, s, n) = T_6(V_u, V_B, H_i, \beta_j, s, n) / T_a(V_B, H_i, s, n), \quad (19)$$

де $T_a(V_B, H_i, s, n)$ – час, що потрібен на одну атаку.

Час однієї атаки

$$T_a(V_B, H_i, s, n) = T_{180}(V_B, H_i, s, n) + T_{pr}, \quad (20)$$

де $T_{180}(V_B, H_i, s, n)$ – час розвороту винищувача (вертольота) на 180° ; T_{pr} – час на прицілювання.

Час розвороту

$$T_{180}(V_B, H_i, s, n) = \pi \cdot V_B / \sqrt{n_y^2(H_i, G_B, s, n) - 1}, \quad (21)$$

де V_B – швидкість винищувача (вертольота),

$$n_y(H_i, G_B, s, n) = n_{y \max}(s) \cdot \frac{\rho(H_i)}{\rho(0)} \cdot \frac{G_{y \max}(s)}{G_B(n)} -$$

перенавантаження; $n_{y \max}(s)$ – максимальне перенавантаження що витримує винищувач (вертоліт) s -того типу при масі $G_{y \max}(s)$; $G_B(n)$ – маса винищувача (вертольота) з номером n ; $\rho(H_i)$ – щільність повітря на висоті H_i .

Час на прицілювання T_{pr} визначається класною кваліфікацією екіпажа (льотчика).

Максимальна кількість атак, виходячи з наявного балансу палива визначається

$$N_{A.T}(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = m_b(V_B, H_i, \beta_j, s, n) / m_a(V_B, H_i, \beta_j, s, n), \quad (22)$$

де $m_a(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = m_{180}(V_B, H_i, \beta_j, s, n) + m_{pr}$ – паливо, що витрачається на одну атаку, $m_{180}(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = Q_{pr} \cdot T_{180}(V_B, H_i, \beta_j, s, n)$ – маса палива, що витрачається на розворот винищувача (вертольота) на 180° , $m_{pr} = Q_{pr} \cdot T_{pr}$ – маса палива, що витрачається винищувачем (вертольотом) на етапі прицілювання, Q_{pr} – часові витрати палива на режимі роботи двигунів «повний форсаж»; Q_{gr} – часові витрати палива на режимі горизонтального польоту для визначених значень висоти, швидкості, маси та показника лобового опору.

Маса палива на ведення бою

$$m_b(V_B, H_i, \beta_j, s, n)$$

визначається по різному в залежності від того з аеродрому (майданчика) або з зони чергування здійснюється атака та скільки часу минуло з початку чергування.

При дії винищувача (вертольота) з аеродрому (майданчика) паливо на ведення бою визначається

$$m_b(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = m - m_z - m_a - m_n - m_p(V_B, H, \beta_j, s, n), \quad (23)$$

де m – маса заправки винищувача (вертольота); m_z – маса палива, що витрачається на землі; m_a – аварійний резерв палива; m_n – навігаційний резерв палива; $m_p(V_B, H, \beta_j, s, n)$ – паливо, що витрачається на політ до розрахованого рубежу перехоплення та повернення на аеродром (майданчик) з врахуванням заданих режимів польоту.

При дії винищувача (вертольота) з зони чергування в повітрі паливо на ведення бою на момент початку чергування визначається

$$m_b(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = m - m_z - m_a - m_n - m_{pz}(V_B, H, s, n) - m_p(V_B, H, \beta_j, s, n), \quad (24)$$

де $m_{pz}(V_B, H, s, n)$ – маса палива на політ винищувача (вертольота) з аеродрому (майданчика) до зони чергування; $m_p(V_B, H, \beta_j, s, n)$ – маса палива на політ з зони чергування до розрахованого рубежу перехоплення та повернення на аеродром (майданчик) посадки.

При дії винищувача (вертольота) з зони чергування в повітрі паливо на ведення бою на момент закінчення чергування визначається

$$m_b(V_B, H_i, \beta_j, s, n) = m - m_z - m_a - m_n - m_{pz}(V_B, H, s, n) - m_d(V_B, H, s, n) - m_p(V_B, H, \beta_j, s, n), \quad (25)$$

де $m_d(V_B, H, s, n)$ – паливо, що витрачається на політ в зоні чергування.

Слід зазначити, що наявні баланси по часу на ведення бою та паливо на ведення бою носять взаємно протилежний характер.

Якщо точка перехоплення буде максимально віддалена від визначеного рубежу знищення, баланс часу буде максимальним, але баланс по паливу мінімальним, та навпаки.

Максимальна кількість атак, виходячи з наявного боєкомплекту винищувача з одноканальним прицілом визначається

$$N_{A.BK}(s, n) = N_r(s, n) + N_g(s, n), \quad (26)$$

де $N_r(s, n)$ – кількість ракет «повітря-повітря» на винищувачі; $N_g(s, n)$ – максимальна кількість черг з гармати. Наявність відповідної зброї враховується тільки у випадках, коли імовірність поразки цілі більше нуля. Наприклад, ракети з інфрачервоною головкою самонаведення не можуть використовуватися по повітряним кулям. В цьому випадку кількість стрільб необхідно зменшувати на кількість ракет вказаного типу.

Кількість атак повітряного ВК визначається як мінімальна з кількості атак по боекомплекту, кількості атак, які можливо здійснити за час ведення повітряного бою, та кількості атак, які можливо здійснити по запасу палива з урахуванням імовірності правильного наведення КП (ПНА) $P_{\text{нав}}$.

$$N_A(V_u, V_B, H_i, \beta_j, s, n) = P_{\text{нав}} \cdot \min \begin{bmatrix} N_{A.БК}(s, n), \\ N_{A.Т}(V_u, V_B, H_i, \beta_j, s, n), \\ N_{A.м}(V_B, H_i, \beta_j, s, n) \end{bmatrix}. \quad (27)$$

5. Проводимо розрахунок кількості стрільб по кожному типу засобів ураження.

Для винищувачів з одноканальним прицілом $k(s)=1$ кількість стрільб N_{st} співпадає з кількістю атак, якщо їх кількість менше боекомплекту.

Винищувач, що має багатоканальний приціл $k(s)>1$, може в одній атаці обстріляти ракетами кількість цілей, яка дорівнює кількості каналів прицілу.

При застосуванні гармати в одній атаці уражається тільки одна ціль незалежно від можливостей прицілу.

Таким чином, кількість стрільб, що може бути здійснена винищувачем з багатоканальним прицілом може бути більше ніж кількість атак, але не більше боекомплекту.

Розрахунок проводиться з урахуванням імовірності безвідмовної роботи техніки при стрільбі $P_{\text{спр}}$.

$$N_{st}(V_u, V_B, \beta_j, s, n) = P_{\text{спр}} \times \min \begin{bmatrix} k(s) \cdot N_A(V_u, V_B, H_i, \beta_j, s, n), \\ N_{A.БК}(s, n) \end{bmatrix}. \quad (28)$$

Висновки

Таким чином, запропоновані: методика оцінки ефективності прикриття важливих державних об'єктів у мирний час від терористичних актів з використанням літальних апаратів, вигляд представлення результатів у відповідності до визначених показника і критерію оцінки, наведений порядок проведення розрахунків дозволяють проводити оці-

нювання ефективності виконання завдань різнорідними силами та засобами, а також виробляти відповідні рекомендації щодо підвищення якості прикриття об'єктів.

При цьому запропонований показник і критерій відповідає таким основним вимогам, як: критичність (чутливість до змін параметрів, які досліджуються); простота (зрозумілий фізичний зміст, зручність проведення розрахунків, графічного відображення та проведення аналізу); можливість врахування випадкових процесів.

В основу методики покладений логіко-математичний метод статистичних розрахунків.

В залежності від умов обстановки, матеріально-технічного забезпечення та наявного часу на проведення розрахунків методика передбачає проведення розрахунків як на паперовій топографічній карті за допомогою звичайного калькулятора, так і розрахунків на одній ПЕОМ або в локальній обчислювальній мережі з використанням спеціального програмного забезпечення (СПЗ) системи оперативно-тактичних розрахунків та імітаційного моделювання (ОТР і ІМ) «Віраж-РД».

Система ОТР і ІМ «Віраж-РД» дає можливість провести розрахунки за декілька хвилин для одного об'єкту прикриття.

Як правило, для збільшення точності і ретельності розрахунків слід використовувати СПЗ ОТР і ІМ «Віраж-РД», більш грубі, так звані експрес оцінки, які наведені в методиці, доцільно використовувати тільки при відсутності ПЕОМ.

Список літератури

1. Неупокоев Ф.К. Противовоздушный бой / Ф.К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 162 с.
2. Ковтуненко А.П. Основы теории построения и моделирования функционирования сложных систем вооружения / А.П. Ковтуненко, Н.А. Шеринев // Системы зенитного управляемого ракетного оружия: учен. – Х: Изд-во ВИРТА им. Л.А. Говорова, 1992. – 233 с.
3. Проектирование зенитных управляемых ракет: ученик / И.И. Архангельский, П.П. Афанасьев, Е.Г. Болотов, И.С. Голубев, А.М. Матвеев, В.Я. Мизрохи, В.Н. Новиков, В.Г. Светлов; под ред. И.С. Голубева и В.Г. Светлова; Изд. второе, перераб. и доп. – М: Изд-во МАИ, 2001. – 732 с/
4. Моделирование боевых дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): монограф. / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, С.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
5. Синтез адаптивних структур системи зенитного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів і військ та оцінка її ефективності: моногр. / А.Я. Торончин, І.О. Кириченко, М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха, М.П. Долина. – Х.: ХУПС, 2006. – 349 с.
6. Нестеров В.А. Основы проектирования ракет класса «воздух-воздух» и авиационных катапультных установок для них: ученик / В.А. Нестеров, Э.Е. Пей-

сах, А.Л. Рейдель; под. ред. В.А. Несторова. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 792 с/

7. Пестов М.Д. Боевая эффективность и надежность ЛА: Методы расчетов: учеб. пос. для лабораторных и курсовых работ / М.Д. Пестов – М.: Изд-во МАИ, 2002. – 100 с: ил.

8. Вибір показників ефективності для оцінки взаємодії зенітних ракетних військ та винищувальної авіації / С.І. Бурковський, М.О. Стахеев, О.М. Місюра, Ю.І. Опалев, Д.А. Півнів // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2007. – Вип. 5(63). – С. 15-18.

9. Актуальные вопросы оценки эффективности противоздушной боя / А.Б. Скорик, В.В. Воронин, А.А. Зверев, О.Ф. Галицкий // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил – Х.: ХУПС, 2010. – Вип. 3(25). – С. 8-14.

10. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. – М.: Сов. радио, 1964. – 388.

11. Жарик А.Н. Жарик Выбор единых показателей и критериев эффективности функционирования систем ПВО важных государственных объектов / А.Н. Жарик // Системи озброєння і військова техніка. – 2011. – № 2 (26). – С. 199-204.

12. Жарик О.М. Вибір показника і критерію оцінки якості прикриття об'єктів Євро-2012 від терористичних актів з використанням літальних апаратів / О.М. Жарик // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2012. – №2 (8). – С. 29-32.

13. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торпочин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.: МО України. – Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.

14. Методика розрахунку зон виявлення РЛС і радіолокаційного поля угруповання РТВ: затверджено начальником штабу Військ ППО України – першим заступником командувача Військ ППО України 01.10.1999. – К., 1999. – 41 с.

15. Инструкция по облету наземных радиолокационных станций, развернутых на боевых позициях. – М.: Военное издательство МО СССР, 1971. – 48 с.

16. Указания радиотехническим войскам противоздушной обороны. Выбор позиции радиотехнического подразделения. – М.: Военное издательство МО СССР, 1982. – 80 с.

17. Комплекс математических моделей №2. Боевые возможности радиотехнических войск объединения ПВО. – М., 1979. – 164 с.

18. Справочные материалы по оценке влияния реальных позиций на зоны видимости РЛС / под ред. Ф.Б. Черного. – Х.: ВИРТА ПВО, 1977. – 166 с.

19. Бахвалов Б.Н. Методика расчета и построения с помощью ЭВМ зон обнаружения радиолокационных станций на позициях со сложным рельефом местности: метод. разработка / Б.Н. Бахвалов. – Х.: ВИРТА ПВО, 1988. – 38 с.

20. Бахвалов Б.Н. Разработка штабной модели определения параметров радиолокационного поля частей и подразделений РТВ: метод. пособие / Б.Н. Бахвалов. – Х.: ВИРТА ПВО, 1990. – 72 с.

21. Руководство по расчету дальности и продолжительности полета самолета Миг-29 (изд.9-13) с двигателем РД-33. Введено в действие командиром в/ч 64190 13 марта 1987 г.

22. Миг-29. Боевое применение самолета. Утверждено заместителем главнокомандующего ВВС по боевой подготовке в качестве методического пособия. – М.: Военное издательство 1991. – 440 с.

23. Руководство по расчету дальности и продолжительности полета самолета Су-27. Введено в действие заместителем главнокомандующего ВВС по боевой подготовке 11 ноября 1985 г.

24. Справочник офицера противоздушной обороны / Г.В. Зимин, С.К. Бурмистров, Б.М. Букин и др. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1987. – 512 с.

Надійшла до редколегії 27.04.2012

Рецензент: д-р техн. наук, ст. наук. співр. В.О. Василець, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИКРЫТИЯ ВАЖНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А.Н. Жарик

В статье предложена методика оценки эффективности прикрытия важных государственных объектов в мирное время от террористических актов с использованием летательных аппаратов. Приведен порядок проведения расчетов и предложен вид представления результатов в соответствии с определенными показателями и критериями оценки.

Ключевые слова: ПВО ВДО, эффективность прикрытия; показатель и критерий эффективности, порядок расчета показателя.

A METHOD OF ESTIMATION OF PROTECTION OF IMPORTANT STATE OBJECTS IS FROM ASSASSINATIONS WITH THE USE OF AIRCRAFTS

O.M. Zharik

In the article the method of estimation of efficiency of protection of important state objects is offered in a peace-time from assassinations with the use of aircrafts. The order of conducting of calculations is resulted and the type of presentation of results is offered in accordance with certain index and criterion of estimation.

Keyword: Air DEFENCE of VDO, efficiency of protection; index and criterion of efficiency, order of calculation of index.