

Олексій Миколайович Загорка (доктор військових наук, професор)

Сергій Васильович Поліщук (кандидат військових наук)

Ірина Олексіївна Загорка

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УРАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПРОТИВНИКА, ЩО ПРИХОВУЮТЬСЯ ХИБНИМИ ЦІЛЯМИ

Планування вогневого ураження противника здійснюється на підставі результатів оцінювання очікуваної ефективності знищення його об'єктів. Противник часто застосовує хибні цілі для приховування своїх об'єктів. Це обумовлює необхідність урахування особливостей виявлення і розпізнавання хибних цілей засобами розвідки під час оцінюванні ефективності ураження об'єктів, що розглянуто у статті.

Прийнято, що процес ураження об'єкта містить послідовне виконання завдань виявлення, розпізнавання і знищення об'єкта, які характеризуються відповідними ймовірностями. За показник ефективності прийнято математичне сподівання кількості уражених об'єктів.

У статті наведена методика оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями. Виявлення об'єкта (хибної цілі) в районі розвідки має випадковий характер. Тому при визначенні ймовірності виявлення необхідно ураховувати ймовірність отримання контакту засобу розвідки з об'єктом або хибною ціллю. У розробленій методиці ймовірність отримання контакту засобу розвідки із об'єктом (хибною ціллю) пропонується визначати із урахуванням енергетичного коефіцієнта, який залежить від дальності виявлення об'єкта (хибної цілі) і висоти польоту розвідника. Це дає можливість більш обґрунтовано визначати ймовірність виявлення об'єктів (хибних цілей) засобом розвідки. Ймовірність розпізнавання об'єктів і хибних цілей у методиці вважаються заданими. Ймовірність ураження об'єкта визначається із урахуванням кількості боєприпасів, що призначається на один об'єкт.

Також методика дозволяє оцінювати витрати боєприпасів для ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями. Показана суттєва залежність витрат боєприпасів від ймовірності розпізнавання хибних цілей та кількості їх використання для приховування об'єктів.

Розроблену методику більш доцільно застосовувати під час обґрунтування нарядів засобів для ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями. Методика також може використовуватися для обґрунтування вимог до засобів розвідки і визначення їх характеристик. Працездатність методики показана на прикладі оцінювання ефективності ураження об'єктів противника, що приховуються хибними цілями, при застосуванні для їх розвідки безпілотного літального апарату.

Ключові слова: ефективність ураження об'єктів, хибні цілі, виявлення, розпізнавання, витрати боєприпасів.

Вступ

Постановка проблеми. Використання хибних цілей для приховування військових об'єктів є одним із ефективних способів забезпечення їх збереження від вогневого ураження під час ведення бойових дій. При плануванні вогневого ураження противника зазвичай оцінюється ефективність вогневого ураження його об'єктів, зокрема ударною авіацією, ракетними військами і артилерією, яка залежить від застосування хибних цілей, а саме від їх виявлення і розпізнавання засобами розвідки. Урахування можливої кількості хибних цілей для приховування об'єктів військових формувань, можливостей щодо їх виявлення і розпізнавання засобами розвідки дозволяє обґрунтовано визначати при плануванні наряди засобів для ураження військових формувань противника з потрібною ефективністю.

Оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями, також

необхідне при визначенні вимог до засобів розвідки щодо їх виявлення і розпізнавання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виявлення наземних (надводних) об'єктів з метою їх ураження може здійснюватися різними засобами розвідки, а саме літаками – розвідниками, безпілотними літальними апаратами та ін. Методичні положення щодо оцінювання можливостей виявлення об'єктів засобами розвідки розглянуті у багатьох працях.

Залежності для визначення ймовірності виявлення об'єкта із урахуванням енергетичного контакту наведено у працях [1 – 4]. Однак при визначенні ймовірності отримання контакту із об'єктом не у повній мірі ураховується енергетичний потенціал засобу розвідки.

У праці [3] в основному розглядається виявлення повітряних об'єктів. При цьому методичним положенням щодо оцінювання можливостей виявлення наземних (надводних) об'єктів приділяється недостатньо уваги.

Методичні положення оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховані хибними цілями, розвідувально-ударними (розвідувально-вогневыми) комплексами приведені у праці [4]. Однак ці методичні положення потребують удосконалення для більш обґрунтованого визначення імовірності виявлення об'єктів (хибних цілей) засобами розвідки та урахування їх розпізнавання. У праці [4] приведена методика оцінювання впливу вірогідності розвідувальних даних на ефективність ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями. У той же час в методиці не враховуються характеристики засобу розвідки при визначенні імовірності виявлення об'єктів (хибних цілей).

З аналізу розглянутих праць випливає, що існуючі методичні підходи і методики потребують уточнення і удосконалення.

Мета статті полягає в удосконаленні методичних положень оцінювання ефективності ураження об'єктів противника, що приховуються хибними цілями.

Виклад основного матеріалу дослідження

При проведенні дослідження прийнято, що процес ураження об'єкта містить послідовне виконання трьох завдань: виявлення об'єкта засобом розвідки, його розпізнавання засобом розвідки і знищення об'єкта засобами ураження. У такому випадку ефективність ураження об'єкта можна визначити за формулою

$$E = P_B P_{розп}^{об} W_{зн}, \quad (1)$$

де P_B – імовірність виявлення об'єкта засобом розвідки;

$P_{розп}^{об}$ – імовірність розпізнавання об'єкта;

$W_{зн}$ – умовна імовірність знищення об'єкта засобом ураження.

Схема локації наземних об'єктів літаком-розвідником (варіант) показана на рис. 1.

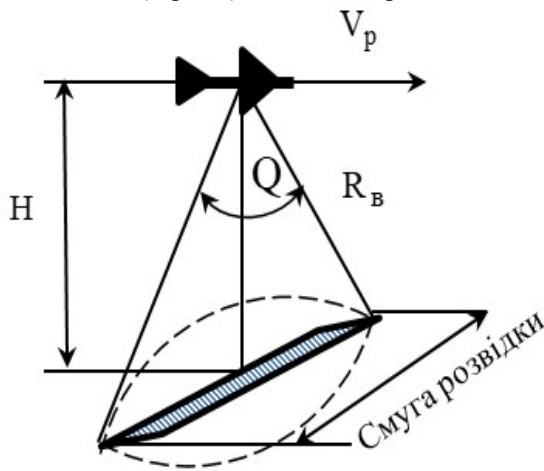


Рис. 1. Схема локації наземних об'єктів

При визначенні імовірності виявлення P_B приймається, що об'єкти і хибні цілі знаходяться у

смугі розвідки та можуть з однаковою імовірністю розміщуватись у будь-якому місці заданого району розвідки. Відповідно до схеми на рис. 1 ширина смуги розвідки ($Ш$) визначається за формулою

$$Ш = 2H \frac{Q}{2}, \quad (2)$$

де H – висота польоту розвідника;

Q – сектор огляду місцевості у вертикальній площині.

Виявлення об'єкта (хибної цілі) в районі розвідки має випадковий характер. Тому при визначенні імовірності виявлення (P_B) необхідно урахувати імовірність отримання енергетичного контакту (P_K) з об'єктом або хибною ціллю [1]. Імовірність залежить від середньої дальності виявлення об'єкта (хибної цілі) (R_B), сектора огляду (Q), швидкості польоту розвідника (v_p), часу огляду заданого сектора ($T_{огл}$). При визначенні імовірності P_K ураховується співвідношення площі, що проглядається засобом розвідки за цикл огляду ($S_{пр}$), і площі можливого розташування об'єкта (хибної цілі) за той же період часу (S_o).

Середня дальність виявлення об'єкта (хибної цілі) R_B відповідно до рис. 1 повинна бути не менше $H / \cos \frac{Q}{2}$. У той же час при круговому секторі огляду місцевості площа, що проглядається засобом розвідки за один цикл дорівнює

$$S_{пр} = \pi \left(H \operatorname{tg} \frac{Q}{2} \right)^2, \quad (3)$$

При дальності виявлення $R_B > H / \cos \frac{Q}{2}$ (підвищенні енергетичних можливостей засобу розвідки) сектор огляду місцевості умовно може бути збільшений до величини $2 \arccos H / R_B$, що приведе відповідно до збільшення площі $S_{пр}$. Тому підвищення можливості отримання енергетичного контакту з об'єктом (хибною ціллю) можна характеризувати коефіцієнтом $K_{ен}$, який визначається співвідношенням площі $S_{пр}$ при збільшенні дальності виявлення R_B і площі $S_{пр}$ при $R_B = H / \cos \frac{Q}{2}$.

Для заданих значень сектору огляду Q і висоти польоту розвідника коефіцієнт $K_{ен}$ із урахуванням [3] визначається за формулою

$$K_{ен} = \left(\frac{\operatorname{tg} \arccos H / R_B}{\operatorname{tg} Q / 2} \right)^2, \quad R_B \geq H / \cos \frac{Q}{2}. \quad (4)$$

При $R_B = H / \cos \frac{Q}{2}$ $K_{ен} = 1$.

На рис. 2 показано характер змінювання коефіцієнта $K_{ен}$ у залежності від дальності виявлення об'єкта (хибної цілі) R_B розвідником.

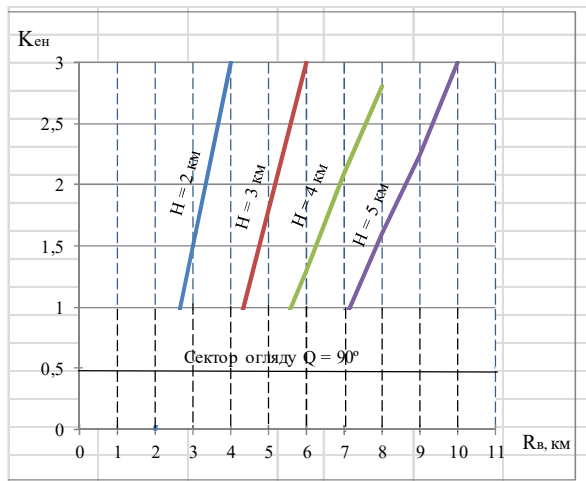


Рис 2. Характер змінювання енергетичного коефіцієнта $K_{ен}$

Відповідно до рис. 2 залежність має лінійний характер змінювання.

Площа S_o визначається за формулою

$$S_o = 2H \operatorname{tg} \frac{Q}{2} V_p T_{огл} \quad (5)$$

З урахуванням праці [1] і коефіцієнта $K_{ен}$ імовірність отримання енергетичного контакту з об'єктом (хибною ціллю) визначається наступним чином

$$P_k = 1 - \exp \left(- \frac{S_{пр} K_{ен}}{S_o} \right) = 1 - \exp \left[-1,57 \frac{H \left(\operatorname{tg} \arccos \frac{H}{R_в} \right)^2}{\operatorname{tg} \frac{Q}{2} V_p T_{огл}} \right] \quad (6)$$

Відповідно до праць [1, 3] імовірність виявлення об'єкта (хибною ціллю) визначається за формулою

$$P_в = 1 - \exp \left(- \frac{2H \operatorname{tg} \frac{Q}{2} V_p T_p}{S_p} P_k \right), \quad (7)$$

де T_p – час розвідки об'єктів;

S_p – задана площа розвідки.

На рис. 3 приведені результати розрахунків імовірностей виявлення об'єкта (хибною ціллю) для сектора огляду $Q = 90^\circ$, висоти розвідки $H = 2$ км, швидкості польоту розвідника $V_p = 150$ км/год часу огляду сектора $T_{огл} = 0,02$ год, дальності виявлення об'єкта (хибною ціллю) $R_в = 3$ км при змінюванні часу розвідки T_p і площі району розвідки S_p .

Наведені залежності дозволяють визначати потрібний час пошуку об'єктів у заданому районі розвідки.

Імовірності розпізнавання об'єктів $P_{розп}^{об}$ і хибних цілей $P_{розп}^{хц}$ визначаються для конкретних типів об'єктів.

При оцінюванні ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями,

приймається, що у районі розвідки може перебувати визначена кількість об'єктів ($N_{об}$) і хибних цілей ($N_{хц}$). Імовірність виявлення об'єкта і хибної цілі засобом розвідки вважається однаковою.

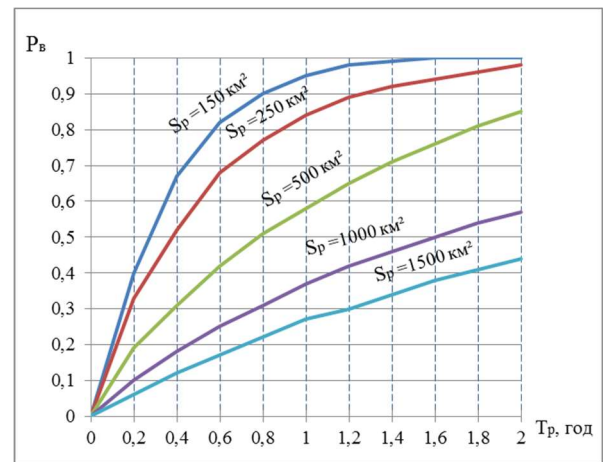


Рис. 3. Змінювання імовірності виявлення об'єкта (хибною цілю) у залежності від часу розвідки

Математичне сподівання уражених об'єктів ($M_{об}$) визначається за формулою

$$M_{об} = EN_{об} = P_в P_{розп}^{об} [1 - (1 - P_1)^n] N_{об}, \quad (8)$$

де P_1 – імовірність ураження об'єкта при застосуванні одного боєприпаса (ракети, авіаційної бомби), або серії боєприпасів (снарядів);

n – кількість боєприпасів, що призначається для ураження об'єкта.

Витрати боєприпасів для ураження об'єктів ($\Theta_{об}$) складають

$$\Theta_{об} = n P_в P_{розп}^{об} N_{об}. \quad (9)$$

Математичне сподівання кількості хибних цілей, що прийняті за об'єкт і можуть бути призначені для ураження

$$M_{хц} = P_в (1 - P_{розп}^{хц}) N_{хц}. \quad (10)$$

Невиправдані витрати боєприпасів складають

$$\Theta_{об} = n P_в (1 - P_{розп}^{хц}) N_{хц}. \quad (11)$$

Частка витрати боєприпасів для ураження об'єктів (q) дорівнює

$$q = \frac{\Theta_{об}}{\Theta_{об} + \Theta_{хц}} = \frac{P_{розп}^{об} N_{об}}{P_{розп}^{об} N_{об} + (1 - P_{розп}^{хц}) N_{хц}}. \quad (12)$$

З аналізу формул (8, 9, 11) випливає, що математичне сподівання кількості уражених об'єктів і витрати боєприпасів лінійно залежить від імовірності виявлення об'єктів (хибних цілей) та імовірності їх розпізнавання.

При відсутності розпізнавання об'єктів і хибних цілей можна розглядати два підходи до призначення об'єктів для ураження:

для ураження призначаються всі виявлені об'єкти і хибні цілі;

об'єкти і хибні цілі для ураження

призначаються випадково (імовірності розпізнавання $P_{розп}^{об} = P_{розп}^{хц} = 0,5$).

При ідеальному розпізнаванні $P_{розп}^{об} = P_{розп}^{хц} = 1$ для ураження призначаються всі виявленні об'єкти.

Структурна схема методики оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями, наведена на рис. 4.

Відповідно до методики при $M_{об} < M_{потр}$ необхідно удосконалювати організацію розвідки об'єктів противника, а саме змінювати висоту і швидкість польоту розвідника, а також час розвідки заданого району. Можуть також уточнюватися вимоги до ефективності ураження об'єктів противника.

У табл. 1, як ілюстративний приклад, наведені результати оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями.

Розвідка об'єктів противника здійснюється безпілотним літальним апаратом.

Розрахунки виконані при таких вихідних даних:

кількість об'єктів $N_{об} = 10$;

кількість хибних цілей $N_{хц} = 5, 10, 15, 20$;

площа розвідки $S_p = 500 \text{ км}^2$;

імовірність виявлення об'єкта (хибної цілі) (рис.

3) $P_v = 0,833$;

імовірність розпізнавання об'єкта (хибної цілі)

$P_{розп}^{об} = P_{розп}^{хц} = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$;

імовірність ураження об'єкта одним боєприпасом $P_1 = 0,7$;

кількість боєприпасів, що призначається для ураження об'єкта $n = 2$;

потрібна ефективність ураження об'єкта

$M_{потр} = 0,6$.

Математичне сподівання уражених об'єктів суттєво залежить від імовірності їх розпізнавання. З табл. 1 потрібна ефективність ураження об'єктів досягається при імовірності їх розпізнавання

$P_{розп}^{об} = 0,8$.

За умови відсутності обмежень щодо засобів ураження і боєприпасів математичне сподівання

кількості уражених об'єктів не залежить від кількості хибних цілей. У той же час від кількості хибних цілей і та імовірності їх розпізнавання суттєво залежать витрати боєприпасів.

На рис. 5 показаний характер змінювання частки витрат боєприпасів для ураження об'єктів q у залежності від імовірності розпізнавання хибних цілей.

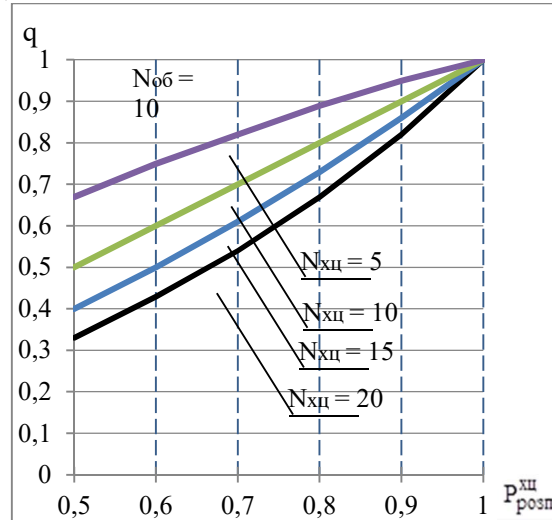


Рис.5. Характер змінювання частки витрат боєприпасів для ураження об'єктів у залежності від імовірності розпізнавання хибних цілей

При використанні 20 хибних цілей для приховування 10 об'єктів і імовірності їх розпізнавання 0,8 частка витрати боєприпасів для ураження об'єктів складає 67 % від загальних витрат, 33 % боєприпасів використовуються невиправдано. При імовірності розпізнавання хибних цілей 0,7 ці показники складають 54 % та 46 % відповідно.

У випадку застосування противником хибних цілей для планування вогневого ураження об'єктів необхідно збільшувати наряди засобів для їх ураження. При цьому необхідно враховувати прогнозовану кількість хибних цілей, які можуть використовуватися противником для приховування об'єктів.

Таблиця 1

Результати оцінювання ефективності ураження об'єктів

Імовірність розпізнавання $P_{розп}^{об} = P_{розп}^{хц}$	$M_{об}$	$\Theta_{об}$	Кількість хибних цілей							
			5		10		15		20	
			$M_{хц}$	$\Theta_{хц}$	$M_{хц}$	$\Theta_{хц}$	$M_{хц}$	$\Theta_{хц}$	$M_{хц}$	$\Theta_{хц}$
0,5	3,79	8,33	2,08	4,16	4,16	8,33	6,25	12,50	8,33	16,66
0,6	4,55	10,00	1,66	3,33	3,33	6,66	5,00	10,00	6,66	13,33
0,7	5,31	11,66	1,25	2,50	2,50	5,00	3,75	7,50	5,00	10,00
0,8	6,06	13,33	0,83	1,66	1,67	3,33	2,50	5,00	3,33	6,66
0,9	6,82	14,99	0,42	0,84	0,83	1,67	1,25	2,50	1,67	3,33
1,0	7,58	16,66	0	0	0	0	0	0	0	0

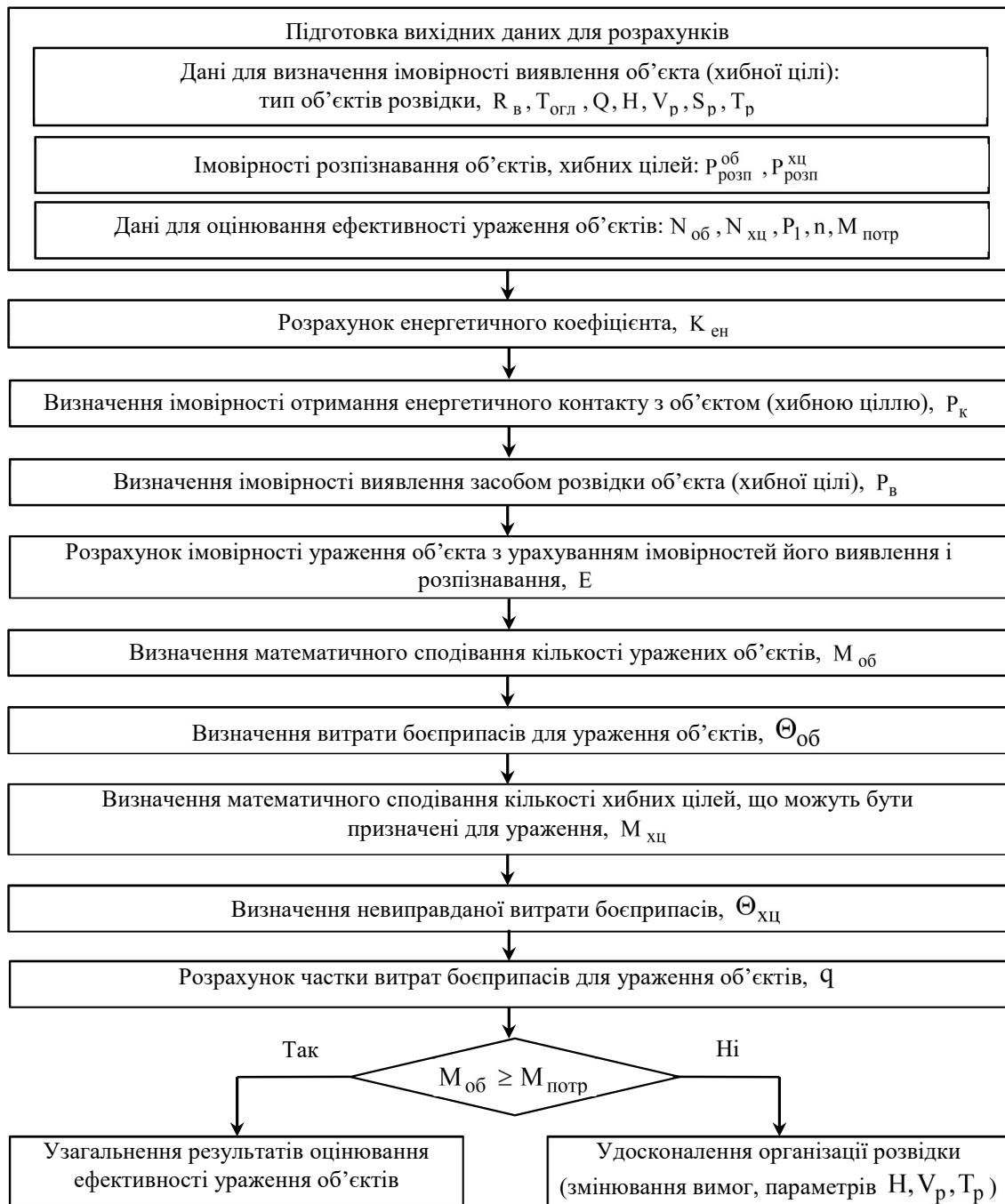


Рис. 4. Структурна схема методики оцінювання ефективності ураження об'єктів, що приховуються хибними цілями

Висновки й перспективи подальших досліджень

Розроблено методику оцінювання ефективності ураження об'єктів противника, для приховування яких використовуються хибні цілі. На відміну від існуючих у методиці застосовується удосконалений підхід до визначення імовірності виявлення засобом розвідки об'єктів (хибних цілей), який полягає в урахуванні при визначенні імовірності отримання контакту з об'єктом (хибною ціллю) енергетичного коефіцієнта у залежності від дальності виявлення об'єкта (хибною ціллю) засобом розвідки.

Методика дозволяє оцінювати:

імовірність виявлення засобом розвідки об'єкта (хибною ціллю) у залежності від площі розвідки місцевості, часу розвідки, висоти і швидкості польоту розвідника;

математичне сподівання кількості уражених об'єктів у залежності від імовірності їх виявлення і розпізнавання;

витрати боєприпасів у залежності від кількості хибних цілей, що використовуються для приховування об'єктів, імовірностей їх виявлення та розпізнавання.

У подальшому наведенні методичні положення можуть використовуватися для обґрунтування вимог до засобів розвідки наземних (надводних) об'єктів і оптимізації їх характеристик.

Література

1. **Абчук В.А.** Поиск объектов / Абчук В.А., Суздаль В.Г. – М.: “Сов. радио”, 1977. – 336 с. 2. **Абчук В.А.** и др. Справочник по исследованию операций / под общ. ред. Ф.А. Матвейчука. – М.: Воениздат, 1979. – 368 с. 3. **Волков О.І.,** Певцов Г.В., Клиниченко В.А., Ситник Ю.Б. Оцінювання ефективності повітряної розвідки при плануванні бойового застосування її засобів / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2010. – №2(4). – С. 35-40. 4. **Тарасов В.М.** Розвідувально-ударні, розвідувально-вогневі комплекси (принципи побудови в умовах реалізації концепції мережецентричних війн, оцінка ефективності бойового застосування): монографія / за заг. Ред. Телелима В.М. / Тарасов В.М., Тимошенко Р.І., Загорка О.М. – К.: НУОУ, 2015. – 184 с. 5. **Козирецкий Ю.Л.,** Кассели К.Г., Матушкин В.В. Об оценке влияния достоверности разведывательных данных на эффективность поражения объектов ограниченным количеством высокоточных боеприпасов / Военная мысль. – 2008. – №9. – С. 55-59.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE DAMAGE OF THE ENEMY OBJECTS HIDDEN BY FALSE TARGETS

Oleksii Zahorka (Doctor of Military Sciences, Professor)

Serhii Polishchuk (Candidate of Military Sciences)

Iryna Zahorka

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine

The planning of fire damage to the enemy is carried out on the basis of the results of the assessment of the expected effectiveness of the destruction of his objects. The enemy often uses false targets to hide their targets. This determines the need to take into account the features of detection and recognition of false targets by means of intelligence during the assessment of the effectiveness of damage to objects, which is considered in the article.

It is assumed that the process of destroying the object includes the sequential performance of the tasks of detection, recognition and destruction of the object, which are characterized by the corresponding probabilities. The mathematical expectation of the number of affected objects is taken as an indicator of efficiency.

The article provides a method for assessing the effectiveness of hitting objects that are hidden by false targets. Detection of an object (false target) in the reconnaissance area is random. Therefore, when determining the probability of detection, it is necessary to take into account the probability of obtaining contact with an object or a false target of the intelligence tool. In the developed methodology, the probability of contact with an object (false target) of a reconnaissance vehicle is proposed to be determined taking into account the energy coefficient, which depends on the range of their detection and the height of the scout's flight. This makes it possible to more reasonably determine the probability of detection of objects (false targets) by means of reconnaissance. The probability of object recognition and false targets in the methodology are considered given. The probability of hitting an object is determined taking into account the amount of ammunition assigned to one object.

Also, the technique allows estimating the amount of ammunition for hitting objects hidden by false targets. The significant dependence of the number of ammunition used to hit objects on the number of false targets and the probability of their recognition is shown.

The developed methodology is more expedient to use when substantiating the number of means for damaging objects hidden by false targets. The methodology can also be used to substantiate the requirements for intelligence tools and determine their characteristics. The effectiveness of the technique is shown on the example of evaluating the effectiveness of hitting enemy targets hidden by false targets when using an unmanned aerial vehicle for their reconnaissance.

Keywords: *effectiveness of hitting objects, false targets, detection, recognition, ammunition consumption.*

References

1. **Abchuk V.A.** Object search / V.A. Abchuk, V.G. Suzdal - M.: "Sov. radio", 1977. - 336 p. 2. **Abchuk V.A.** and others. Reference book for the study of operations / pod obsch. ed. F. Matveychuk - M.: Voensizdat, 1979. - 368 p. 3. **Volkov O.I.,** Pevtsov G.V., Klinchenko V.A., Sytnyk Yu.B. Evaluation of the effectiveness of aerial reconnaissance when planning the combat use of its means / Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. – 2010. – No. 2(4). - P. 35-40. 4. **Tarasov V.M.** Reconnaissance-strike, reconnaissance-fire complexes (principles of construction in the context of the implementation of the concept of network-centric wars, assessment of the effectiveness of combat use): monograph / by general Ed. Telelyma V.M. / Tarasov V.M., Tymoshenko R.I., Zagorka O.M. - K.: NUOU, 2015. - 184 p. 5. **Yu.L. Kozyretskyi,** K.G. Kasseli, V.V. Matushkin. On the assessment of the influence of the reliability of intelligence data on the effectiveness of the destruction of objects limited by the amount of high-precision ammunition / Military thought. – 2008. – No. 9. - pp. 55-59.