

# Військово-технічні проблеми

УДК 355.424.4

С.І. Онищенко<sup>1</sup>, О.М. Загорка<sup>2</sup>, В.В. Коваль<sup>1</sup>, В.В. Тюрін<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

<sup>2</sup>Національний університет оборони України, Київ

## ПРОГНОЗУВАННЯ ВТРАТ ВІЙСЬК І ОБ'ЄКТІВ ВІД АВІАЦІЙНИХ УДАРІВ ПРОТИВНИКА

*У статті приведені основні положення методики прогнозування дій авіації противника по наших військах і об'єктах.*

**Ключові слова:** авіаційний удар, втрати військових об'єктів, втрати об'єктів економіки і державного управління, прогнозування.

### Вступ

**Постановка завдання у загальному вигляді та його зв'язок із практичними заходами.** У ході оцінювання обстановки для вироблення замислу повітряної операції (бойових дій) необхідно не тільки прогнозувати масштаб, характер дій противника, а й оцінювати можливі втрати військ і об'єктів від його авіаційних ударів.

Результати такого прогнозування дозволяють визначити способи застосування зенітних ракетних військ (ЗРВ), радіотехнічних військ (РТВ) і авіації Повітряних Сил (ПС) в повітряній операції (під час ведення бойових дій), що і обумовлює актуальність даної статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів розглянуті у багатьох дослідженнях і публікаціях. Це насамперед обумовлюється необхідністю оцінювати вплив рекомендацій щодо удосконалення (організації) системи протиповітряної оборони на ефективність авіаційних ударів противника як під час проведення досліджень, так і в ході прийняття рішення на застосування Повітряних Сил. Стосовно цього питання заслуговують уваги праці [1 – 3].

Так, в [1] пропонується визначити математичне сподівання середнього збитку об'єктам, що обороняються, у припущенні, що збиток завдають всі атакуючі ударні засоби повітряного нападу (ЗПН) всім об'єктам, які прикриті протиповітряною обороною (варіант масованого авіаційного удару), а збиток, нанесений одним ЗПН, не залежить від збитку, який наносить інший ЗПН. У теперішніх умовах перше припущення є не зовсім коректним, тому що через обмежену кількість ЗПН удар може завдатися тільки по частині об'єктів.

В [2] пропонується ввести показник ефективності дій ЗПН як відношення кількості об'єктів, що знищені внаслідок ударів ЗПН, до вихідної кількості цих об'єктів перед початком бойових дій. При цьому не враховується важливість об'єктів, по яких

завдають удари ЗПН. За фізичним змістом цей показник можна характеризувати як середньостатистичну ймовірність знищення окремого об'єкту в ході удару з повітря.

Відома методика прогнозування параметрів масованого удару повітряного противника [3], яка базується на використанні полігонних нарядів авіації і дозволяє визначити кількість уражених об'єктів. Викладені в розглянутих працях методики і підходи не дозволяють визначити втрати військ і об'єктів від авіаційних ударів в єдиних умовних одиницях, що можливе при врахуванні коефіцієнтів важливості військових об'єктів і об'єктів економіки та державного управління.

Тому **метою статті** є розробка основних положень методики прогнозування втрат військ і об'єктів з врахуванням їх важливості від авіаційних ударів противника. У той же час при розробці методики використані методичні підходи, які приведені в [1 – 3].

### Виклад основних положень

Є очевидним, що противником при плануванні авіаційних ударів будуть призначатися полігонні наряди літаків для завдання ударів по військах і об'єктах. Кількість літаків в наряді залежить від потрібного ступеня ураження об'єкту. Це дає підставу використовувати для оперативних розрахунків щодо прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів, як і в [3], відомі наряди літаків для знищення або подавлення військових об'єктів та об'єктів економіки і державного управління. Полігонні наряди літаків тактичної авіації для ураження деяких типових об'єктів [3, 4] приведені у табл. 1.

Вважається, що при придушенні знищується 30% елементів об'єкта, при знищенні: 70 – 80%. При придушенні аеродромів знищується 70 – 80% злітно-посадкових смуг і засобів управління, руйнується 70% сховищ [3]. Приведені у табл. 1 наряди літаків можуть поділятися на наряди для ураження елементів, які є складовими цих об'єктів.

Полігонні наряди літаків тактичної авіації  
для ураження деяких типових об'єктів (літаки типа F – 16)

Завдання тактичної авіації	Об'єкти удару літаків	Ступінь ураження	
		Придушення	Знищення
Завоювання переваги у повітрі	Аеродром тактичної авіації	8	15
	Командний пункт оперативно-стратегічного об'єднання (захищений)	7	14
	Командний пункт оперативного, оперативно-тактичного об'єднання	4	8
	Командний пункт з'єднання (частини)	2	4
	Позиція РЛС ППО, засобів РЕБ	1	2
	Позиція ЗРК	2	3
	Бази, склади	1	2
	Вузол зв'язку	3	4
Підрив економічного потенціалу, деморалізація населення	Гребля, ГЕС, ТЕС, АЕС	12	20
	Нафтопровід	4	8
	Промисловий об'єкт	6	10
	Об'єкти тилу	8	12
	Адміністративно - промисловий центр	60	80
Ізоляція районів бойових дій	Вузли комунікацій	4	10
	Район дислокації військ	12	20
	Об'єкти тилу	2	4
	Резерв	20	30
Безпосередня авіаційна підтримка військ	Бригада механізована, танкова	16	24
	Артилерійська група	12	24

З аналізу табл. 1 випливає, що для знищення об'єктів потрібно приблизно у два рази більше літаків, чим для їх придушення. Тому при малій (обмеженій) кількості літаків удари переважно будуть завдаватися з метою придушення об'єктів.

Можна вважати також, що для початкового періоду характерним буде послідовний обмін авіаційними ударами по військах і об'єктах протидіючих сторін. Тактична авіація, у тому числі і ударні авіаційні компоненти протидіючих сторін в ході обміну ударами будуть нести втрати як у повітрі, так і на аеродромах базування авіації. Тому при прогнозуванні втрат військ і об'єктів від кожного авіаційного удару противника необхідно враховувати втрати літаків у попередніх ударах, а також необхідно передбачати і те, що частина літаків може виконувати завдання щодо ураження військ, а частина буде діяти по об'єктах економіки і державного управління.

Структурна схема методики прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів противника приведена на рис. 1.

За показники прогнозування прийнято: математичне сподівання величин відносних втрат військ і об'єктів економіки та державного управління від авіаційних ударів противника.

При цьому, кількість літаків, що можуть прийняти участь в авіаційному ударі по військах і об'єктах, визначається за формулою

$$N_{\text{літ}} = N'_{\text{літ}} (1 - K_p) K_r, \quad (1)$$

де  $N'_{\text{літ}}$  – кількість літаків, збережених до початку удару, що розглядається (враховуються втрати авіації у попередніх бойових діях);

$K_p$  – коефіцієнт резерву;

$K_r$  – коефіцієнт бойової готовності літаків.

При розрахунках, як правило, можна приймати  $K_p=0-0,1$ ;  $K_r=0,9-0,95$ .

Ураховуючи обмежену кількість літаків противника, що можуть прийняти участь у бойових діях доцільно не розглядати типову структуру побудови авіаційного удару, яка включає допоміжні групи літаків і групи літаків, які повинні відвертати увагу, ешелон придушення системи ППО, ударний ешелон. Однак вважається, що у складі авіаційного удару будуть діяти групи літаків ударної авіації, у тому числі для вирішення завдань придушення системи ППО, винищувачі супроводження, літаки-розвідники, літаки РЕБ.

В [3] відзначається, що при типовій структурі побудови масованого авіаційного удару і нормативних витратах літаків на один ударний літак необхідно мати один літак забезпечення. На теперішній час забезпечити виконання цієї вимоги проблематично. Тому враховуючи існуючі можливості противника щодо побудови авіаційних ударів, доцільно прийняти, що в авіаційному ударі ударні літаки можуть складати до 70%; винищувачі супроводження – до 15%; літаки розвідники – до 10%; літаки РЕБ – до 5% від загальної кількості літаків. Тобто  $N_{\text{уд.}}=0,7N_{\text{літ}}$ .

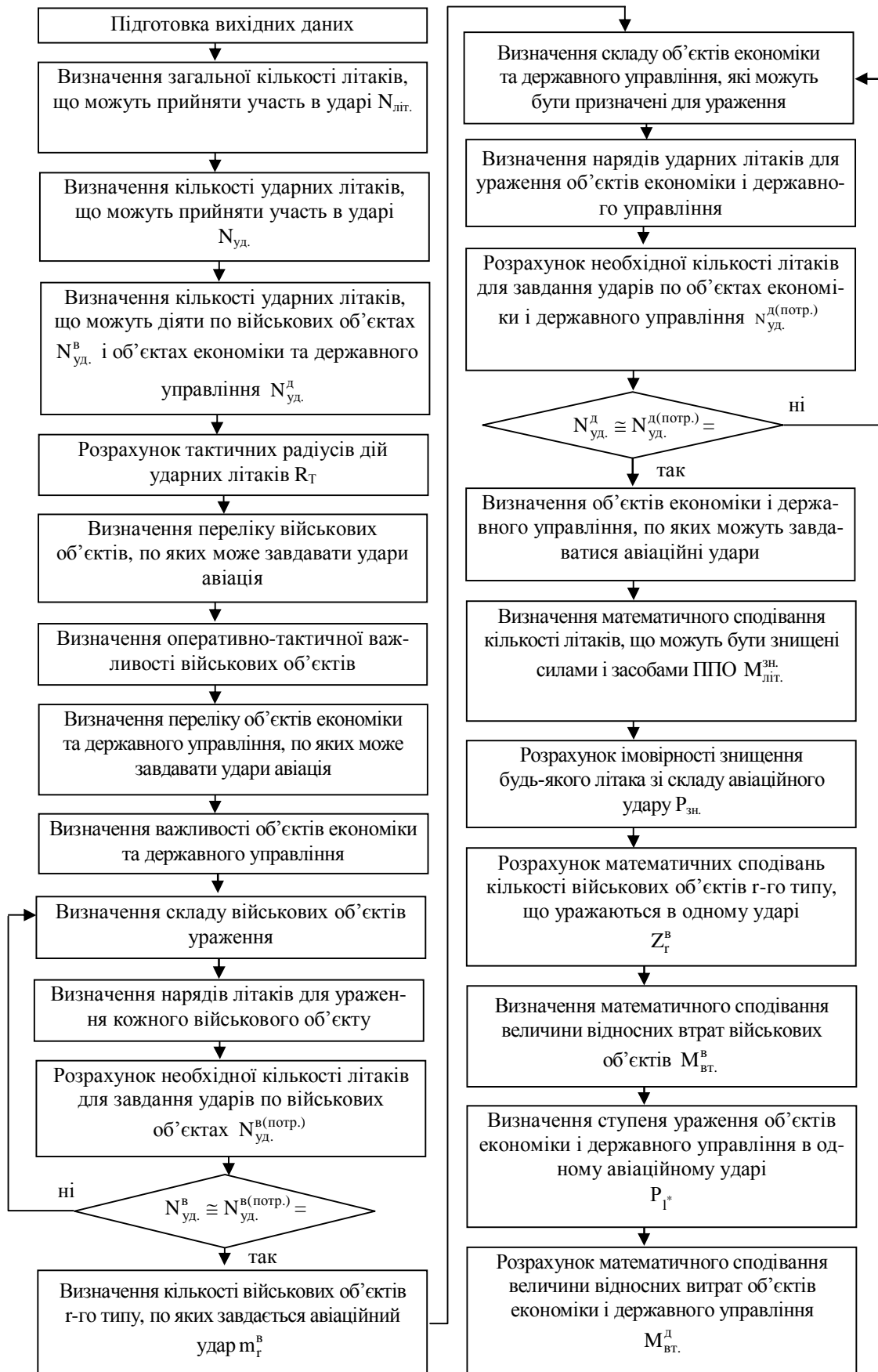


Рис. 1. Структурна схема методики прогнозування втрат військ і об'єктів від авіаційних ударів противника

Кількість ударних літаків, що можуть діяти по військах  $N_{уд.}^B$  і об'єктах економіки та державного управління  $N_{уд.}^D$  визначаються за формулами:

$$N_{уд.}^B = CN_{уд.};$$

$$N_{уд.}^D = (1-C)N_{уд.}, \quad 0 \leq C \leq 1, \quad (2)$$

де  $C$  – коефіцієнт, який визначає розподіл ударних літаків відповідно поставлених завдань (при  $C=1$  всі літаки призначаються для дій по військах, при  $C=0$  – по об'єктах економіки і державного управління).

Є очевидним, що ударний літак може діяти по об'єкту, коли його тактичний радіус  $R_T$  дорівнює або перевищує відстань від місця базування до об'єкта удару. При розрахунку тактичного радіуса дії літака використовується оптимальна тактична дальність

$$D_{опт} = 0,8D_{прат.}, \quad (3)$$

де  $D_{прат.}$  – практична дальність польоту літака.

Приблизне значення тактичного радіуса за умовою польоту літака на оптимальній висоті [3]

$$R_T = 0,5D_{опт.} \text{ або } R_T = 0,4D_{прат.} \quad (4)$$

Перелік військових об'єктів і об'єктів економіки та державного управління, що передбачає уражати противник, визначається відповідно завдань тактичної авіації в операції (під час ведення бойових дій) з врахуванням важливості об'єктів. Для військових об'єктів визначаються кількість об'єктів за типами, які планується уражати, для об'єктів економіки та державного управління – конкретні об'єкти.

Рішення про можливість застосування ударного літака по конкретному об'єкту приймається, коли виконується умова

$$R_T \geq D_б., \quad (5)$$

де  $D_б$  – відстань об'єкту від аеродрому базування авіації.

Таке порівняння зручно виконувати на топографічній карті.

Для визначення коефіцієнтів оперативнотактичної важливості військових об'єктів і коефіцієнтів важливості об'єктів економіки та державного управління доцільно використовувати метод аналізу ієрархій (MAI) [5]. Метод полягає у декомпозиції проблеми (її ієрархічному зображенні) на більш прості складові частини і подальшій обробці послідовності суджень експертів попарним порівнянням..

Ієрархічні зображення задач визначення коефіцієнтів оперативнотактичної важливості військових об'єктів і коефіцієнтів важливості об'єктів економіки та державного управління (варіанти) приведені на рис. 2, 3 відповідно. Важливість об'єктів оцінюється експертами за їх впливом на бойові дії угруповання військ (сил) і на функціонування економіки та системи управління державою. Обчислювальна процедура використання MAI для порівняння альтернатив докладно приведена в [5, 6] і не потребує подальшого розгляду.

Як приклад, на рис. 4 приведені результати визначення коефіцієнтів оперативнотактичної важливості військових об'єктів відповідно ієрархічного зображення задачі на рис. 2.

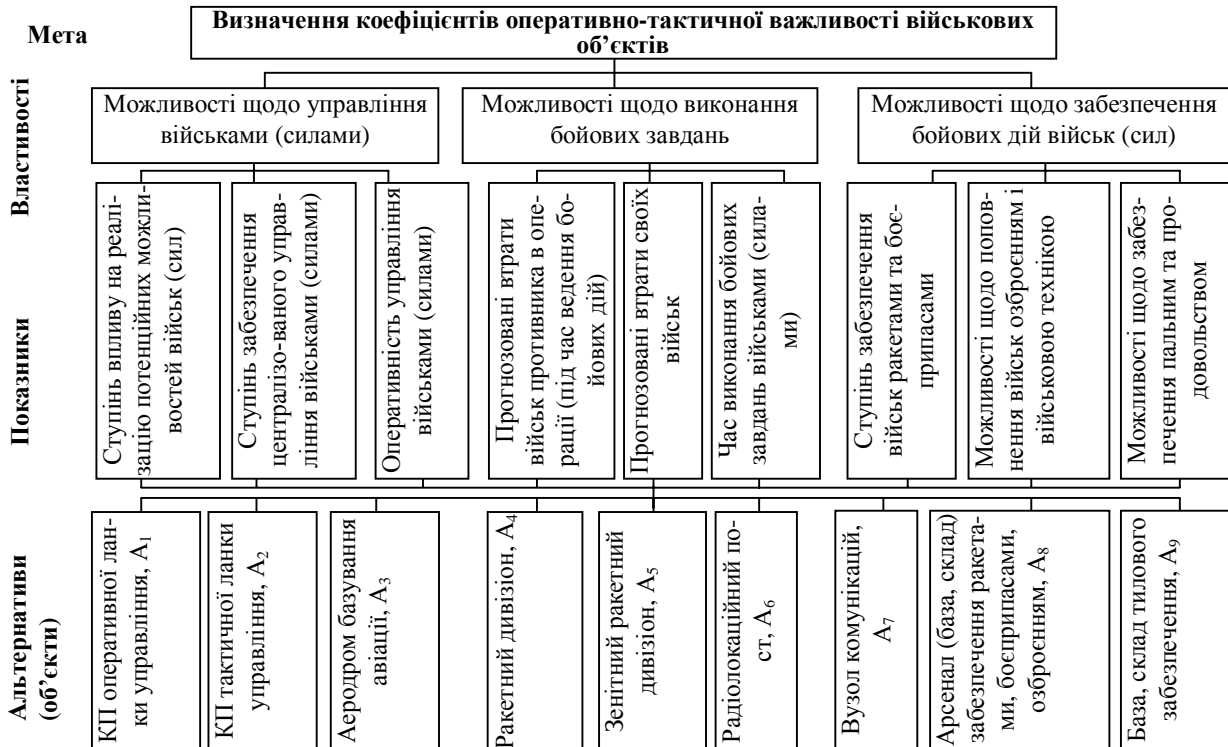


Рис. 2. Ієрархічне зображення задачі визначення коефіцієнтів оперативно-тактичної важливості військових об'єктів (варіант)

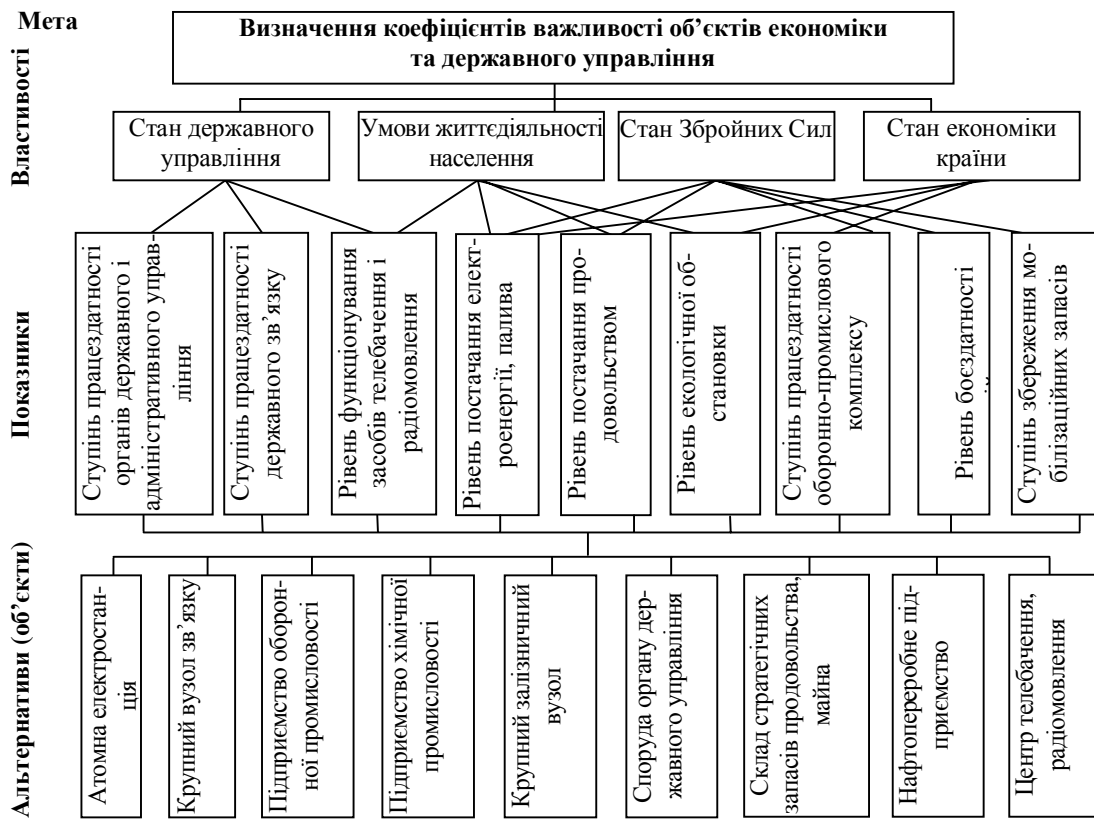


Рис. 3. Ієрархічне зображення задачі визначення коефіцієнтів важливості об'єктів економіки і державного управління (варіант)

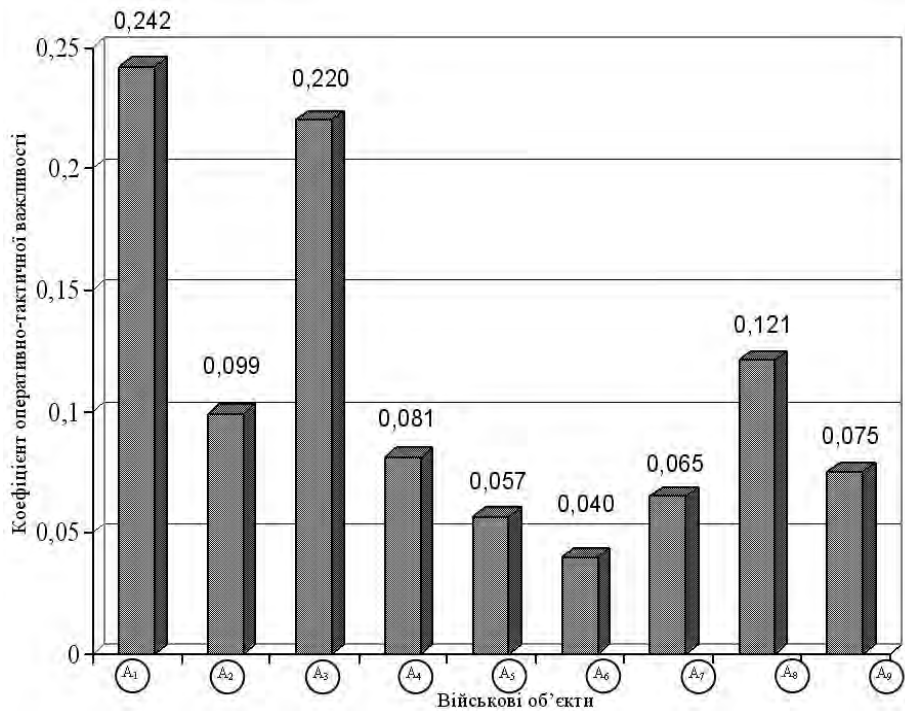


Рис. 4. Значення коефіцієнтів оперативно-тактичної важливості військових об'єктів

Запропонована методика, структурна схема якої приведена на рис. 1, містить дві ітераційні про-

цедури: перша – для визначення кількості військових об’єктів; друга – для визначення об’єктів економіки і державного управління, по яких можуть завдаватися авіаційні удари.

У першій процедурі необхідна (потрібна) кількість ударних літаків для завдання ударів по військових об’єктах визначається за формулою

$$N_{уд.}^{B(потр.)} = \frac{1}{1 - P_{пор.}} \sum_r n_r^B m_r^B, \quad r = \overline{1, R}, \quad (6)$$

де  $P_{пор.}$  – імовірність ураження літака системою ППО (для орієнтовних оцінок можна прийняти  $P_{пор.}=0,5$ );

$n_r^B$  – полігонний наряд ударних літаків для ураження військового об’єкта  $r$ -го типу;

$m_r^B$  – кількість військових об’єктів  $r$ -го типу, що плануються для ураження;

$R$  – кількість типів військових об’єктів, що розглядаються.

Кількість ударних літаків, призначених для ураження військових об’єктів  $N_{уд.}^{B(потр.)}$ , не повинна перевищувати кількість ударних літаків  $N_{уд.}^B$ . Якщо ця умова не виконується, здійснюється уточнення складу військових об’єктів, по яких противник може завдавати удари. У більшості випадків потрібна кількість літаків буде перевищувати кількість наявних літаків. Тому, при здійсненні ітерацій виключаються об’єкти, які мають меншу оперативно-тактичну важливість.

За результатами ітерацій отримується склад військових об’єктів, по яких можуть завдаватися авіаційні удари  $m_r^B (r = \overline{1, R})$ . Загальна кількість військових об’єктів, по яких може противник завдавати удари визначається за формулою:

$$m^B = \sum_r m_r^B, \quad r = \overline{1, R}. \quad (7)$$

Відповідно схеми наведеної на рис. 1, аналогічно визначається склад об’єктів економіки та державного управління, по яких можуть завдаватися

Відповідно схеми наведеної на рис. 1 аналогічно визначається склад об’єктів економіки та державного управління, по яких можуть завдаватися удари тактичної авіації противника. Необхідна (потрібна) кількість літаків для завдання ударів по об’єктах економіки та державного управління визначається за формулою

$$N_{уд.}^{D(потр.)} = \frac{1}{1 - P_{пор.}} \sum_{\ell} n_{\ell}^D, \quad \ell = \overline{1, L}, \quad (8)$$

де  $n_{\ell}^D$  – полігонний наряд ударних літаків для ураження  $\ell$ -го об’єкта економіки та державного управ-

ління;

$L$  – кількість об’єктів економіки та державного управління, по яких противник може завдавати авіаційні удари.

За результатами ітерацій визначаються номери об’єктів економіки та державного управління  $\ell^*$ , по яких противник може завдати авіаційні удари.

Смуга і глибина авіаційного удару визначаються за розташуванням на місцевості об’єктів ураження. Це дає змогу визначити склад наших сил і засобів ППО, які можуть діяти по літаках противника під час завдання авіаційного удару по військах і об’єктах.

Математичне сподівання кількості літаків, що можуть бути знищені силами і засобами ППО  $M_{літ.}^{зн.}$  при відбитті авіаційного удару може бути визначено за відомими методиками [3], які ґрунтуються на використанні аналітико-стохастичних моделей. Імовірність знищення будь-якого літака зі складу удару силами і засобами ППО визначається за формулою

$$P_{зн.} = \frac{M_{літ.}^{зн.}}{N_{літ.}}. \quad (9)$$

Відповідно (6, 8) необхідна кількість літаків для завдання ударів по об’єктах визначалась з урахуванням імовірності ураження літаків  $P_{пор.}$ . Ця імовірність може бути більше або менше імовірності  $P_{зн.}$ . Полігонні наряди літаків призначаються з врахуванням заданої імовірності ураження об’єктів  $W_{зад.}$

Математичне сподівання кількості військових об’єктів  $r$ -го типу, що уражаються, визначається за формулою:

$$Z_r^B = W_{зад.} \left( \frac{1 - P_{зн.}}{1 - P_{пор.}} \right) m_r^B, \quad \left[ W_{зад.} \left( \frac{1 - P_{зн.}}{1 - P_{пор.}} \right) \right] \leq 1. \quad (10)$$

При  $P_{пор.}=P_{зн.}$

$$Z_r^B = W_{зад.} m_r^B. \quad (11)$$

Аналогічно коригуються імовірності (ступені) ураження об’єктів економіки та державного управління.

Імовірність ураження  $\ell$ -го об’єкта економіки або державного управління:

$$P_{\ell}^* = W_{зад.} \left( \frac{1 - P_{зн.}}{1 - P_{пор.}} \right), \quad \left[ W_{зад.} \left( \frac{1 - P_{зн.}}{1 - P_{пор.}} \right) \right] \leq 1. \quad (12)$$

Математичне сподівання величини відносних втрат військових об’єктів від авіаційного удару визначається за формулою:

$$M_{вт.}^B = \frac{\sum_r a_r^B Z_r^B}{\sum_r a_r^B S_r^B}, \quad r = \overline{1, R}, \quad (13)$$

де  $a_r$  – коефіцієнт оперативно-тактичної важливості військового об'єкту  $r$ -го типу (визначається з використанням МАІ);

$S_r^B$  – кількість військових об'єктів  $r$ -го типу, що знаходяться в зоні дій авіації противника.

У формулі (13)  $Z_r^B = 0$ , коли по  $r$ -му типу об'єкта авіація противника не застосовується.

Математичне сподівання величини відносних втрат об'єктів економіки і державного управління, які завдаються ударною авіацією противника

$$M_{вт.}^D = \frac{\sum_l a_l^D P_{l^*}}{I^*}; \quad I^* = \overline{1, L^*}; \quad (14)$$

$$I^* \in 1,$$

де  $a_l^D$  – коефіцієнт важливості  $l$ -го об'єкта економіки або державного управління (визначається з використанням МАІ);

$L^*$  – кількість об'єктів економіки і державного управління, що уражаються в авіаційному ударі.

У знаменнику виразу (14) приведена сумарна важливість об'єктів економіки і державного управління, що знаходяться в зоні дій авіації противника.

Математичні сподівання величин відносних втрат військових об'єктів і об'єктів економіки та державного управління за операцію визначаються шляхом підсумовування результатів, отриманих при оцінюванні ефективності кожного авіаційного удару противника.

### Висновки та напрями подальших досліджень

Запропонована методика дозволяє прогнозувати втрати військ і об'єктів від авіаційних ударів противника. На відміну від існуючих методик втрати військ і об'єктів визначаються з врахуванням їх важливості в єдиних умовних одиницях. Методика

також може бути використана для оцінювання ефективності авіаційних ударів нашої авіації по військах і об'єктах противника, тобто для прогнозування дій нашої авіації.

У подальшому методика може бути удосконалена шляхом врахування дій по військах і об'єктах ударних літаків різного типу.

### Список літератури

1. Моделирование боевых действий войск (сил) противовоздушной обороны та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): моногр. / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004. – 410 с.
2. Синтез адаптивних структур системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття об'єктів військ та оцінка її ефективності: моногр. / А.Я. Торпчин, І.О. Курченко, М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха, М.П. Долина. – Х.: ХУ ІС, 2006. – 349 с.
3. Городнов В.П. Методики прогноза ефективності групувань родов войск ПВО / В.П. Городнов. – Х.: ХВУ, 1999. – 32 с.
4. Єрмошин М.О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ : [навчальний посібник] / М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха – Х.: ХВУ, 2004. – 259 с.
5. Саати Т. Аналитическое планирование: Организация систем / Т. Саати, К. Кернс; пер. с англ. Р.Г. Вачнадзе. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.
6. Самохвалов Ю.Я. Экспертное оценивание: Методический аспект / Ю.Я. Самохвалов, Е.М. Науменко. – К: «Видавництво ДУІКТ», 2007. – 263 с.

Надійшла до редколегії 12.05.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.В. Певцов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ВОЙСК И ОБЪЕКТОВ ОТ АВИАЦИОННЫХ УДАРОВ ПРОТИВНИКА

С.І. Онищенко, А.Н. Загорка, В.В. Коваль, В.В. Тюрін

*В статьях приводятся основные положения методики прогнозирования действий авиации противника по нашим войскам и объектам.*

**Ключевые слова:** авиационный удар, потери военных объектов, потеря объектов экономики и государственного управления, поние.

### PROGNOSTICATION OF TROOPS AND OBJECTS LOSSES FROM THE AVIATION SHOTS OF OPPONENT

S.I. Onischenko, A.N. Zagorka, V.V. Koval', V.V. Tyurin

*In the articles resulted substantive provisions of method of prognostication of actions of aviation of opponent are on our troops and objects.*

**Keywords:** aviation blow, losses of military objectives, loss of objects of economy and state administration, prognostication.