

УДК 303.443.2::623.418.2

С.П. Ярош, К.В. Закутін, В.В. Шулежко, В.В. Воронін, А.М. Савельєв, А.Ф. Макаров

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БОЙОВИХ ДІЙ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ПІДРОЗДІЛІВ, ОЗБРОЄНИХ РІЗНОТИПНИМИ ЗЕНІТНИМИ РАКЕТНИМИ (РАКЕТНО-ГАРМАТНИМИ) КОМПЛЕКСАМИ НА ОСНОВІ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

*У статті наведені результати порівняльного оцінювання ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами на основі імітаційного моделювання з застосуванням статистичного методу. Отримані результати дозволяють ранжувати зенітні ракетні (ракетно-гарматні) комплекси за ефективністю бойового застосування для надання пропозицій щодо формування перспективного парку зенітного ракетного озброєння.*

**Ключові слова:** зенітний ракетний комплекс, ефективність, моделювання, бойові дії, тактична ситуація, об'єкт, прикриття.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Зростаюча складність і важливість завдань, які вирішуються у всіх галузях людської діяльності, і в першу чергу у воєнних питаннях, зробила необхідним глибоке попереднє дослідження і обґрунтування рішень, що приймаються. Фізичне старіння озброєння і військової техніки зенітних ракетних військ, найновіше з якого датоване 1991 роком [3], призводить до необхідності його заміни або модернізації. У ряді країн розроблені зенітні ракетні комплекси, які потенційно можливо закупити для Збройних Сил України з метою заміни застарілих. Для вибору кращого ЗРК виникає необхідність порівняння заявлених виробником тактико-технічних характеристик, а також ефективності ведення бойових дій підрозділами, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами. Разом з цим, не всі типи комплексів, представлені на світовому ринку озброєння, мають досвід бойового застосування. У цій ситуації одним із можливих напрямків визначення найбільш ефективних ЗРК є проведення імітаційного моделювання їх бойового застосування.

**Аналіз літератури.** Проведений аналіз літератури показав, що робіт щодо порівняльного оцінювання ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами, розроблено та опубліковано незначна кількість [2, 4, 5, 7]. Всі ці та більшість інших робіт з зазначеного напрямку, висвітлюють результати бойового застосування підрозділів ЗРВ, озброєних різними типами ЗРС (ЗРК) у ході локальних війн і військових конфліктів, але, як правило, в цих роботах різні зенітні ракетні комплекси або не порівнюються взагалі, або здійснюється порівняння не більше 2 – 3 типів ЗРК [2, 4].

При цьому, в [7] описуються передові досягнення країн світу в галузі створення зенітного ракетного озброєння, в [5] наводяться тактико-технічні характеристики найбільш розповсюджених на світовому ринку озброєння ЗРС і ЗРК. Тобто, проаналізовані роботи не дають можливості надання пропозицій щодо найбільш ефективних комплексів для формування перспективного парку ЗРО.

**Метою статті** є висвітлення результатів порівняльного оцінювання ефективності ведення бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами на основі імітаційного моделювання.

### Основна частина

Ефективність ведення бойових дій підрозділами, озброєними різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами, відображає здатність підрозділів виконувати завдання, що стоять перед ними в заданих умовах. Визначення та порівняння ефективності бойового застосування зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами, пропонується проводити на основі результатів імітаційного моделювання типових тактичних ситуацій.

Під тактичною ситуацією розуміється комплекс умов, в яких відбувається бойове застосування підрозділів ЗРВ. До таких умов відносяться: склад частини (тактичного угруповання) ЗРВ; тип об'єкту, що прикривається; склад і типи засобів повітряного нападу, які наносять удар; характеристика удару повітряного противника (кількість напрямків удару, висота та швидкість ЗПН, щільність удару, наявність маневру та завад); характеристика фізико-географічних умов району бойових дій [5].

Моделювання по-черзі проводиться для різних типів ЗРК при фіксованих інших умовах тактичної

ситуації. У результаті моделювання для кожного типу ЗРК, що порівнюються, визначаються такі показники ефективності: ефективність прикриття об'єкту; кількість знищених ЗПН; кількість витрачених ЗКР; вартість відбиття удару та ін. В інших ситуаціях, коли частина ЗПН призначається для знищення підрозділів ЗРВ, як показник ефективності може додатково аналізуватися кількість знищених противником підрозділів ЗРВ.

Обчислювальний експеримент щодо оцінювання ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами, проводиться відповідно до схеми, наведеної на рис. 1 з використанням алгоритмів і програм, реалізованих на основі геоінформаційної системи (ГІС) Аргумент-2015" [6].

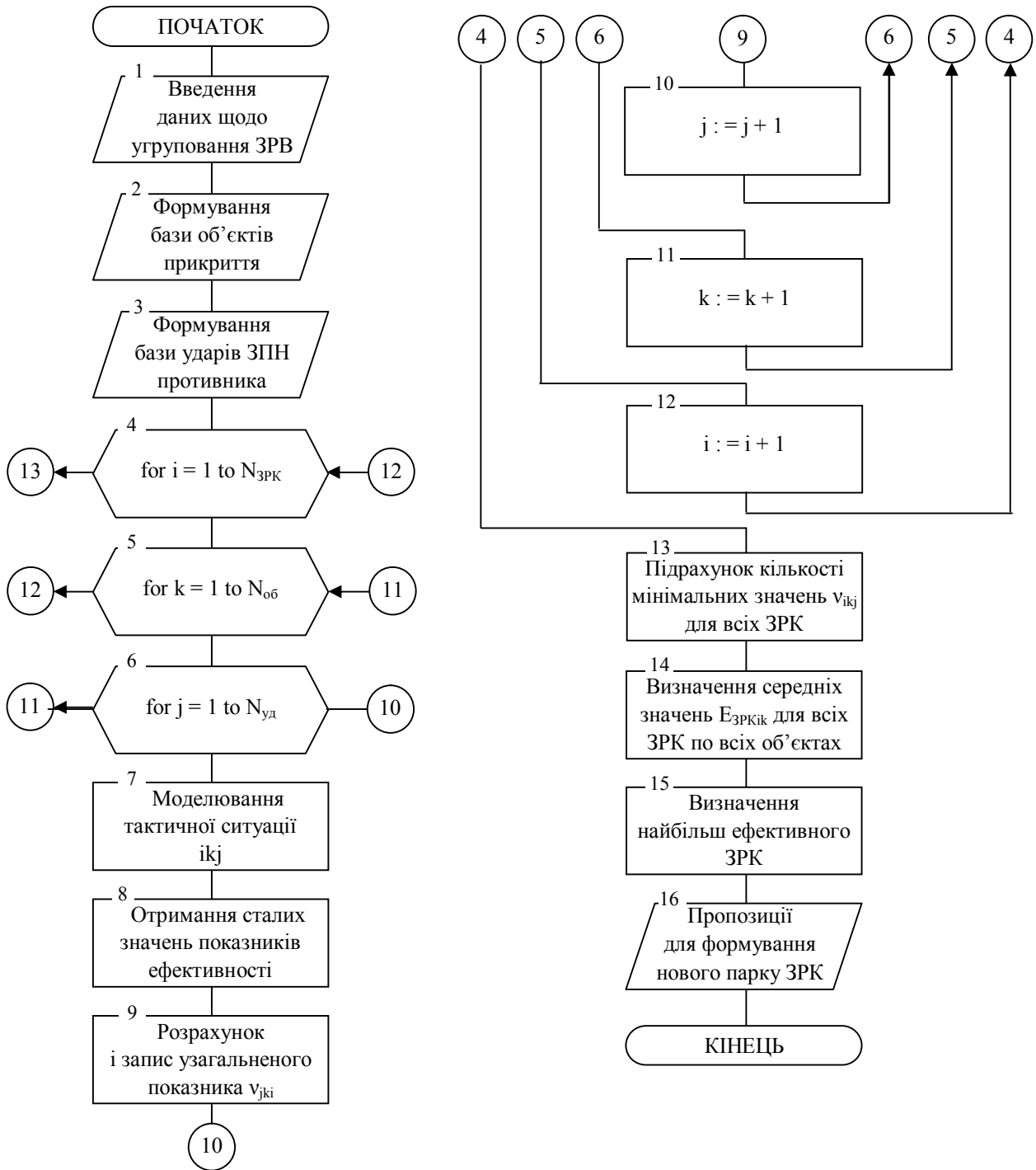


Рис. 1. Схема обчислювального експерименту щодо оцінювання ефективності бойових дій підрозділів, озброєних різнотипними ЗРК (ЗРГК)

Основні етапи обчислювального експерименту представлені на рис. 1 блоками.

Блок 1. Введення даних щодо підрозділів ЗРВ, озброєних і-м типом ЗРК (координати позицій КП групи зрдн (озрдн), зрдн (зрбатр), ТТХ ЗРК, ймовірність виявлення ЗРК засобами повітряної розвідки противника, робітний час зрдн, висота підйому антени ЗРК, наявний боєкомплект ЗКР). Загальна кількість ЗРК, що досліджуються, дорівнює  $N_{ЗРК}$ .

В умовах неповної визначеності щодо характеристик точок зон поразення, і багатьох інших характеристик іноземних ЗРК, можливо спиратися тільки на заявлені виробником характеристики, що певним чином впливає на адекватність результатів, отриманих у ході моделювання бойових дій підрозділів, що ними озброєні. Але при з'ясуванні нових даних результати можуть бути скореговані.

Блок 2. У ході виконання даного етапу формуються узагальнені об'єкти k-го типу на цифровій карті місцевості, а саме: місто першої категорії; АЕС; гребля Дніпровського каскаду; об'єкт хімічної промисловості; оперативне угруповання військ (ОУВ). Загальна кількість об'єктів прикриття, що досліджуються дорівнює  $N_{об.п.}$ .

Блок 3. Формування бази ударів ЗПН противника. При цьому формування бази здійснюється за j-ми сценаріями, розробленими для кожного типу об'єкту прикриття. Типами ЗПН, які розглядаються, є: крилаті ракети, стратегічні бомбардувальники, тактична авіація в різних сукупностях. Загальна кількість сценаріїв ударів, що розглядається, дорівнює  $N_{уд.}$ . Розглядаються випадки дії заданих типів ЗПН без прикриття завадами через відсутність відомостей про завадозахищеність зенітних ракетних комплексів, що розглядаються. На гранично малих висотах ЗПН діють з оглядом рельєфу місцевості.

Блоки 4 – 6. Організуються цикли моделювання за всіма і-ми типами ЗРК, k-ми типами об'єктів прикриття, j-ми варіантами ударів ЗПН.

Блок 7. У даному блоці проводиться імітаційне моделювання тактичної ситуації іkj з використанням алгоритмів і програм ГС "Аргумент-2015".

Блок 8. Отримання сталих значень показників ефективності: математичне сподівання ефективності ППО об'єктів ( $E_{ППО}$ ); математичне сподівання кількості поразених ЗРК ( $M[X_{ЗРК}^{пор}]$ ); математичне сподівання кількості поразених об'єктів ( $M[X_{об.п}^{пор}]$ ); математичне сподівання кількості поразених ЗПН ( $M[Y_{ЗПН}^{пор}]$ ); математичне сподівання кількості проведених стрільб ( $M[N_{стр}]$ ); математичне сподівання ефективності стрільб ( $M[E_{стр}]$ ); математичне сподівання кількості витрачених ракет ( $M[N_{ЗРК}]$ ); математичне сподівання вартості ППО

$$M[S_{ППО}] = M[N_{ЗРК}] S_{ЗРК i}, \quad (1)$$

де  $S_{ЗРК i}$  – вартість ЗКР ЗРК i-го типу.

Блок 9. Розрахунок математичних сподівань елементів масиву  $M[V_{ЗРК}]$  значень показника ефективності  $v_{kij}$  за формулою

$$M[v_{ikj}] = K_{ЗРК i} M[X_{ЗРК i}^{(пор)}] + K_{об.п.k} M[X_{об.п.k}^{(пор)}] - K_{ЗПН j} M[Y_{ЗПН j}^{(пор)}], \quad (2)$$

де  $K_{ЗРК i}$ ,  $K_{об.п.k}$ ,  $K_{ЗПН j}$  – коефіцієнти важливості i-го ЗРК, k-го об'єкту прикриття, j-го ЗПН (табл. 1), визначені за результатами бінарного порівняння [1].

Результати розрахунків, проведених на етапах позначених блоками 8 та 9 для ЗРК СД і МД, наведені відповідно у табл. 2, 3.

Таблиця 1

Результати бінарного порівняння важливості об'єктів

	Місто 1 категорії	АЕС	Гребля ДК	Об'єкт ХП	ОУВ	ЗРК ВД	ЗРК СД	ЗРК МД	СБ	ТПА	КР
Місто 1 категорії	1	1/2	1/3	1/6	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
АЕС	2	1	1/7	1/8	1/7	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
Гребля ДК	3	7	1	1/3	1/6	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9
Об'єкт ХП	6	8	3	1	1/5	1/7	1/8	1/9	1/7	1/8	1/9
ОУВ	7	7	6	5	1	3	2	1/5	4	1/3	1/8
ЗРК ВД	9	9	9	7	1/3	1	1/5	1/7	1/3	1/8	1/9
ЗРК СД	9	9	9	8	1/2	5	1	1/4	1/3	1/7	1/9
ЗРК МД	9	9	9	9	5	7	4	1	5	1/3	1/5
СБ	9	9	9	7	1/4	3	3	1/5	1	1/5	1/9
ТПА	9	9	9	8	3	8	7	3	5	1	1/3
КР	9	9	9	9	8	9	9	5	9	3	1
Важливість об'єкту ( $K_i$ )	0,1849	0,1963	0,1633	0,1384	0,0470	0,0924	0,0675	0,0259	0,0637	0,0142	0,0062

Таблиця 2

Узагальнені значення показників ефективності ЗРК СД,  
отримані за результатами імітаційного моделювання

Тип ЗРК	Показники ефективності бойових дій підрозділів ЗРВ, озброєних ЗРК СД, при прикритті певних типів об'єктів									
	Місто 1 категорії		Атомна електростанція		Гребля Дніпровського каскаду		Оперативне угруповання військ		Середнє значення за всі об'єкти	
	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$
	Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО	
“Spyder-MR”	-0,2158	0,9783	-0,0496	1	0,0444	0,75	-0,1917	0,699	-0,1032	0,8568
	28 620 000 \$		5 850 000 \$		4 200 000 \$		12 850 000 \$		12 880 000 \$	
Chu-SAM	-0,1342	0,8347	-0,0496	1	0,0444	0,75	-0,1514	0,5982	-0,0727	0,7957
	158 400 000 \$		36 000 000 \$		29 000 000 \$		81 666 667 \$		76 266 667 \$	
“Patriot”	-0,0328	0,577	-0,0496	1	0,1509	0,25	-0,3107	0,9869	-0,0606	0,7035
	113 100 000 \$		40 950 000 \$		8 775 000 \$		78 650 000 \$		60 368 750 \$	
“Бук-М2Э”	0,1205	0,2383	0,0057	0,8475	0,0444	0,75	-0,0091	0,3097	0,0404	0,5364
	14 280 000 \$		14 400 000 \$		10 800 000 \$		12 200 000 \$		12 920 000 \$	
“Kai-Shan”	0,1638	0,0946	0,0641	0,7375	0,1509	0,2314	-0,0523	0,3279	0,0816	0,3478
	7 200 000 \$		11 750 000 \$		4 000 000 \$		10 166 667 \$		8 279 167 \$	

Таблиця 3

Узагальнені значення показників ефективності ЗРК МД,  
отримані за результатами імітаційного моделювання

Тип ЗРК	Показники ефективності бойових дій підрозділів ЗРВ, озброєних ЗРК СД, при прикритті певних типів об'єктів									
	Атомна електростанція		Гребля Дніпровського каскаду		Об'єкт хімічної промисловості		Оперативне угруповання військ		Середнє значення за всі об'єкти	
	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$	$V_{ЗРК}$	$E_{ЗРК}$
	Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО		Вартість ППО	
NASAMS-HML	-0,0496	1	0,0444	0,75	-0,0248	1	-0,2851	0,9222	-0,0788	0,918
	13 500 000 \$		8 250 000 \$		5 250 000 \$		22 833 333 \$		12 458 333 \$	
IRIS-T-SLM	-0,0496	1	-0,0496	0,9969	-0,0248	0,9969	-0,1743	0,6665	-0,0746	0,9151
	13 195 000 \$		15 242 500 \$		5 915 000 \$		21 309 167 \$		13 915 417 \$	
VL MICA	-0,0496	1	-0,0496	1	-0,0248	1	-0,0802	0,4483	-0,0511	0,8621
	58 750 000 \$		45 825 000 \$		23 500 000 \$		63 058 333 \$		47 783 333 \$	
“Панцирь-С1Э”	-0,0496	0,9969	-0,0496	0,994	-0,0248	0,997	0,3767	-0,0657	-0,0474	0,8412
	2 050 000 \$		2 000 000 \$		1 150 000 \$		2 266 667 \$		1 866 667 \$	
“Тор-М2К”	-0,0496	1	-0,0496	1	-0,0248	1	-0,0579	0,3561	-0,0455	0,839
	1 850 000 \$		1 800 000 \$		950 000 \$		2 500 000 \$		1 775 000 \$	
“Стилет” (Т38)	-0,0496	0,9969	0,0444	0,75	-0,0248	1	-0,0641	0,3948	-0,0235	0,7854
	2 250 000 \$		1 900 000 \$		1 200 000 \$		3 116 667 \$		2 116 667 \$	
“Spyder-SR”	-0,0496	1	0,0444	0,75	-0,0248	1	-0,0641	0,3836	-0,0235	0,7834
	2 850 000 \$		2 250 000 \$		1 575 000 \$		3 925 000 \$		2 650 000 \$	

Блоки 10 – 12. Зміна порядкових номерів ЗРК ( $j := j + 1$ ), об'єкту прикриття ( $k := k + 1$ ), варіанту удару ЗПН ( $i := i + 1$ ) у циклах моделювання.

Блок 13. Даний блок ілюструє етап експерименту, на якому здійснюється аналіз розрахунків проведених у блоці 8, і підрахунок кількості мінімальних значень показника  $v_{ikj}$  для всіх ЗРК по кожному типу об'єктів, що прикриваються. З урахуванням значення даного показника визначається найкращий

ЗРК при прикритті кожного типу об'єктів.

Блок 14. На даному етапі визначаються середні за всіма варіантами дій ЗПН значення ефективності зенітного ракетного прикриття кожного з досліджуваних типів об'єктів ( $M[E_{ЗРКik}]$ ) підрозділами, озброєними різними типами ЗРК

$$M(E_{ЗРКik}) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{ЗРКikj}, \quad (3)$$

де  $E_{ЗРК_{kj}}$  – ефективність підрозділу ЗРВ, озброєного і-м типом ЗРК при прикритті k-го об'єкту в j-й тактичній ситуації;  $n$  – кількість тактичних ситуацій, що дорівнює сумі добутків кількості об'єктів і кількості варіантів дій ЗПН по кожному з об'єктів, для яких проводилось моделювання з метою визначення ефективності дій досліджуваного угруповання.

Блок 15. На даному етапі за результатами імітаційного моделювання з урахуванням прийнятих припущень і обмежень, і проведених у блоках 13 та 14 порівнянь, визначається найбільш ефективний ЗРК при прикритті всіх типів об'єктів.

Блок 16. За результатами проведеного експерименту з використанням методів імітаційного моделювання можуть бути сформовані такі пропозиції щодо найбільш ефективних комплексів для формування парку ЗРО:

– враховуючи обмежене коло пропозицій на світовому ринку в секторі ЗРК ВД і відсутність можливості придбання ЗРС С-300ПМУ-2 російського виробництва, який показав найкращу ефективність у ході моделювання, комплексом, який може розглядатися як претендент для формування перспективного парку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України є ЗРК FD-2000 китайського виробництва. Для комплексу SAMP/T моделювання не проводилося через обмеженість відкритих даних щодо його зон виявлення та поразення;

– серед ЗРК СД найкращу узагальнену ефективність при прикритті всіх типів об'єктів за результатами імітаційного моделювання показав ЗРК “Spyder-MR” (табл. 2);

– серед ЗРК МД найкращу узагальнену ефективність при прикритті всіх типів об'єктів за результатами імітаційного моделювання показав ЗРК NASAMS-HML (табл. 3).

У табл. 2 і 3 ЗРК розташовані в порядку убутання значень показників ефективності, визначених у ході імітаційного моделювання. При цьому в заштрихованих чарунках даних таблиць наведені значення мінімальної узагальноної за всіма об'єктами вартості їх ППО, організованої з застосуванням комплексів не російського виробництва, що аналізувалися.

Порівняння комплексів за співвідношенням показників ефективності та вартості може бути здійснене за значенням показника математичного сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, яка будується на основі певного типу ЗРК при витраті 1 млн \$. Даний показник може бути розрахований за формулою

$$M \left[ E_{\text{ППО ЗРК}_i}^{\text{пит}} \right] = \frac{M[E_{\text{ЗРК}_i}] \cdot 100\%}{M[S_{\text{ППО ЗРК}_i}]}, \quad (4)$$

де  $M[E_{\text{ЗРК}_i}]$  – математичне сподівання ефективності

і-го типу ЗРК при організації ППО об'єктів і військ;  $M[S_{\text{ППО ЗРК}_i}]$  – математичне сподівання вартості ППО, яка будується на основі і-го типу ЗРК.

Результати розрахунків математичного сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, яка будується на основі певного типу ЗРК середньої та малої дальності при витраті 1 млн \$, наведені відповідно у табл. 4, 5.

Таблиця 4

Результати розрахунків математичного сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, яка будується на основі певного типу ЗРК середньої дальності при витраті 1 млн \$ на її здійснення

Тип ЗРК	Математичне сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, %	Ранг комплексу
“Spyder-MR”	6,652	1
“Kai-Shan”	4,2	2
“Бук-М2Э”	4,151	3
“Patriot”	1,165	4
Chu-SAM	1,043	5

Таблиця 5

Результати розрахунків математичного сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, яка будується на основі певного типу ЗРК малої дальності при витраті 1 млн \$ на її здійснення

Тип ЗРК	Математичне сподівання питомої ефективності протиповітряної оборони, %	Ранг комплексу
“Тор-М2К”	47,267	1
“Панцирь-С1Э”	45,064	2
“Стилет” (Т38)	37,106	3
“Spyder-SR”	29,562	4
NASAMS-HML	7,369	5
RIS-T-SLM	6,576	6
VL MICA	1,804	7

У зазначених таблицях ЗРК ранжирувані в порядку погіршення значень показника, розрахованого за формулою (4).

## Висновки

1. Для порівняльного оцінювання ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів, озброєних різнотипними зенітними ракетними (ракетно-гарматними) комплексами, використані програми імітаційного моделювання протиповітряного бою, реалізовані на основі ГІС “Аргумент-2015”, які дозволяють отримувати статистично стійкі оцінки ефективності бойового застосування ЗРК.

2. Моделювання проведено для різних тактичних ситуацій, за яких за основні об'єкти прикриття були обрані: місто першої категорії; АЕС; гребля

Дніпровського каскаду; об'єкт хімічної промисловості та оперативне угруповання військ. Для дослідження були прийняті об'єкти з узагальненими розмірами та конфігурацією, визначеними в результаті аналізу всіх існуючих об'єктів даних типів в Україні. Розташування об'єкту було здійснено на фоні цифрової карти місцевості, що дозволило отримати результати зі значно кращим рівнем достовірності за рахунок урахування рельєфу місцевості в ході імітаційного моделювання.

Суть обчислювального експерименту полягала в почерговому визначенні ефективності бойових дій всіх ЗРК певного типу, які діяли з одних і тих самих позицій проти одного і того самого наряду ЗПН.

3. У результаті проведеного обчислювального експерименту визначено, що найкращими ЗРК за показниками ефективності бойового застосування при прикритті визначених об'єктів у своїх типах є: серед ЗРК ВД – ЗРК С-300ПМУ-2, виробництва РФ (другий – FD-2000, виробництва КНР); серед ЗРК СД – ЗРК “Spyder-MR” ізраїльського виробництва (другий – Chu-SAM, японського виробництва); серед ЗРК МД неросійського виробництва – кращий ЗРК NASAMS-HML норвезько-американського виробництва (другий – IRIS-T-SLM виробництва європейського консорціуму).

4. Після проведення оцінювання за показником “ефективність – вартість” з урахуванням результатів імітаційного моделювання визначено, що кращими в своїх типах, без урахування ЗРК російського виробництва, є: серед ЗРК СД – ЗРК “Spyder-MR” ізраїльського виробництва (другий ЗРК – “Kai-Shan” китайського виробництва); серед ЗРК МД – ЗРК “Стилет” білоруського виробництва з ракетою українського КБ “Луч” (другий ЗРК “Spyder-SR” ізраїльського виробництва).

## Список літератури

1. Більчук В.М. Прийняття рішень щодо визначення перспективних зразків озброєння при нечіткому опису їх інформаційного ресурсу / В.М. Більчук // Системи озброєння і військова техніка. – Х. : ХУПС, 2006. – № 4 (8). – С. 124-130.
2. Василюк Н.Я. Зенитные ракетные комплексы: справочное издание / Н.Я. Василюк, А.Л. Гуринович. – Мн.: Попурри, 2001. – 463 с.
3. Галушко Ю.І. Аналіз основних напрямків розвитку зенітних ракетних військ з позиції теорії управління вогнем / І.Ю. Галушко, С.П. Ярош // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ДП «ЦНДІ навігації та управління», 2009. – Вип. 3(11). – С. 169-172.
4. Куликов А. Операція ОВС НАТО “Решительная сила” (Югославия, 24 марта – 10 июня 1999 г.) / А. Куликов // Воздушно-космическое обозрение. – М.: Воениздат, 2007. – Вып. 3. – С. 20–27.
5. Ярош С.П. Обґрунтування підходу до розробки методики порівняльного оцінювання зенітних ракетних комплексів / С.П. Ярош // Збірник наукових праць ХУПС. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4 (41). – С. 3-7.
6. Ярош С.П. Оцінювання ефективності бойових дій підрозділів ЗРВ, озброєних іноземними ЗРК, з використанням імітаційних моделей, реалізованих на основі геоінформаційної системи “Аргумент-2015”: тези допов. XI наук. конф. [Новітні технології – для захисту повітряного простору], (Харків, 08 – 09 квітня 2015 р.) / С.П. Ярош, А.Ф. Макаров, А.М. Савельєв // Збірник тез доповідей Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – Х.: ХУПС, 2015. – С. 111.
7. Ярош С.П. Теоретичні основи побудови та застосування розвідувально-управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони: монографія / С.П. Ярош; за ред. І.О. Кириченко. – Х.: ХУПС, 2012. – 512 с.

Надійшла до редколегії 4.06.2015

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Національна академія Національної гвардії України МВС України, Харків.

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, ВООРУЖЕННЫХ РАЗНОТИПНЫМИ ЗЕНИТНЫМИ РАКЕТНЫМИ (РАКЕТНО-ПУШЕЧНЫМИ) КОМПЛЕКСАМИ НА ОСНОВАНИИ ИМТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

С.П. Ярош, К.В. Закутин, В.В. Шулежко, В.В. Воронин, А.М. Савельев, А.Ф. Макаров

*В статье приведены результаты сравнительной оценки эффективности боевых действий зенитных ракетных подразделений, вооружённых разнотипными зенитными ракетными (ракетно-пушечными) комплексами на основании имитационного моделирования с применением статистического метода. Полученные результаты позволяют ранжировать зенитные ракетные (ракетно-пушечные) комплексы по эффективности боевого применения с целью выработки предложений относительно формирования перспективного парка зенитного ракетного вооружения.*

**Ключевые слова:** зенитный ракетный комплекс, эффективность, моделирование, боевые действия, тактическая ситуация, объект, прикрытие.

### ESTIMATION OF EFFICIENCY OF BATTLE OPERATIONS OF THE ANTI-AIRCRAFT ROCKET DIVISIONS ARMED WITH POLYTYPIC ANTI-AIRCRAFT ROCKET (ROCKET-GUN) COMPLEXES ON THE BASIS OF SIMULATION MODELING

S.P. Yarosh, K.V. Zakutin, V.V. Shulezhko, V.V. Voronin, A.N. Savelyev, A.F. Makarov

*In article results of a comparative estimation of efficiency of operations of the anti-aircraft rocket divisions armed with polytypic anti-aircraft rocket (rocket-gun) complexes on the basis of imitating modeling with application of a statistical method are resulted. The received results allow to range anti-aircraft rocket (rocket-gun) complexes by efficiency of fighting application for the purpose of development of offers concerning formation of perspective park of anti-aircraft rocket arms.*

**Keywords:** anti-aircraft rocket complex, efficiency, modeling, battle operations, tactical situation, object, cover.