

## MILITARY AFFAIRS AND NATIONAL SECURITY

**Поплавець Сергій Іванович**

ORCID ID: 0000-0001-6874-1938

доктор філософії, доцент кафедри тактики та загальновійськових дисциплін  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

**Гишко Генадій Борисович**

ORCID ID: 0000-0002-2726-9152

кандидат військових наук доцент, доцент кафедри тактики та загальновійськових дисциплін  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

**Колмогоров Олексій Володимирович**

ORCID ID: 0000-0001-5702-9769

викладач кафедри тактики та загальновійськових дисциплін  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

**Шамрай Назар Миколайович**

ORCID ID: 0000-0001-8387-3277

науковий співробітник наукового центру  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

**Бабіч Олексій Вікторович**

ORCID ID: 0000-0003-4171-6008

науковий співробітник наукового центру  
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ РАДІАЦІЙНОГО, ХІМІЧНОГО, БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ**

*Анотація.* Проведена оцінка ефективності розробленої методики формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту з використанням відомих в теорії моделювання показників достовірності, оперативності і повноти, яка показує її більшу ефективність у порівнянні з методиками розрахунків, які існують на сьогодні і використовуються у військах.

*Ключові слова:* фактори, параметри, методика, оцінка ефективності, структура системи.

**Постановка проблеми.** Сучасні бойові дії, за досвідом локальних війн і збройних конфліктів [1 – 3] характеризуються високою динамічністю, маневреністю і різкими змінами обстановки, можуть вестися на широкому фронті і з застосуванням різних видів зброї. У результаті таких дій можливе навмисне або випадкове руйнування підприємств атомної енергетики та хімічної промисловості, що призведе до виникнення радіаційної та хімічної небезпечної (РХН) обстановки.

В наслідок руйнування радіаційних та хімічно-небезпечних (РХН) об'єктів важливо мати данні, які відповідають реальним умовам в певній точці, в масштабі реального часу, так як лише за допомогою вірних даних можна визначити реальне становище, що склалося після аварії і за допомогою отриманого прогнозу вибрати найбільш раціональний варіант дій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під час аналізу методичних вказівок та методик прогнозування і оцінки наслідків руйнувань (аварій) на підприємствах атомної енергетики та хімічної промисловості [4 - 7] розглядаються розрахунково-графічні способи прогнозування, які базуються на використанні таблиць і графіків, та за звичай здійснюються детермінованим методом і використовуються для визначення масштабів радіаційного та хімічного (РХ) зараження. В вищеперерахованих методиках отримуються різні масштаби зараження (забруднення).

Обґрунтування та вибір показників і критеріїв формування раціональної моделі та структури системи РХБ захисту [8, 9], інтегрування дифузійних процесів розповсюдження радіонуклідів та небезпечних хімічних речовин [10] до інформаційних моделей радіаційної та хімічної обстановки [11, 12] при формуванні структури системи РХБ захисту під час виникнення РХН обстановки [13 – 15], зумовлює необхідність провести оцінку ефективності існуючої на прикладі методик [4-7], які існують на сьогодні і використовуються у військах та другої - розроблених методик, що вказані в роботах [8 – 15].

**Метою** статті є визначення оцінки ефективності методики формування раціональної структури системи РХБ захисту.

**Виклад основного матеріалу.**

Оцінка ефективності методики формування раціональної структури системи РХБ захисту військ в умовах РХ зараження [13, 15] здійснюється згідно методики [16]. Спочатку визначають кожен з  $Q$  шуканих параметрів управління, які характеризуються своєю значущістю  $\alpha_k$  (вага фактору, пріоритетність при прийнятті рішення на формування системи РХБ захисту військ ПвК), оперативністю  $P_i(t)$  обчислення його значення (всі  $Q$  параметрів мають однакову величину показника оперативності з використанням тієї ж інформаційно-розрахункової задачі) та достовірністю  $R_{k_i}$  ( $i$  – значення номера методики).

Далі з урахуванням необхідності мати оцінку значень всіх параметрів до моменту прийняття рішення щодо варіанту структури шуканої системи розраховується величина:

$$Y_i(t) = P_i(t) \cdot \sum_{k=1}^Q (\alpha_k \cdot R_{k_i}), \quad (1)$$

яка приблизно характеризує внесок методики, що розглядається, у скорочення втрат ефективності по всім  $Q$  параметрам та, таким чином, має сенс ступеня очікуваної повноти для  $i$  - ї методики, що розглядається.

Узагальнений показник ефективності методики при порівнянні з відомою має вигляд:

$$W(t) = \frac{Y_2(t) - Y_1(t)}{1 - Y_1(t)}, \quad (2)$$

де  $Y_1(t)$ ,  $Y_2(t)$  – очікувана повнота урахування значущих факторів при використанні першої - існуючої (1) та другої - розробленої (2) методик.

Викладений підхід до порівняльного оцінювання ефективності різних методик апробований при вирішенні значної кількості практичних задач і показав спроможність давати коректні та задовільні для практики оцінки.

Ймовірність  $P_i(t)$ , яка по суті визначає оперативність одержання результату при відомих обмеженнях за часом  $t_i$ , що є у наявності (тривалість виявлення початку зараження, оповіщення особового складу та вжиття необхідних заходів захисту військ), та потрібним часом  $T_i$  (необхідним для вирішення задач управління в ПвК за умов РХ зараження) на проведення

моделювання або розрахунків, визначають наступним чином:

$$P_i(t) = 1 - \exp\left(-t_i/T_i\right). \quad (3)$$

Основні значущі фактори і параметри Q, які потрібно враховувати при оцінюванні методики формування структури системи РХБ захисту військ ПвК, та їх важливість (вага)  $\alpha_k$  представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Перелік значущих факторів і параметрів для оцінювання  
ефективності розробленої методики формування структури системи  
РХБ захисту військ ПвК**

№ з/п	Найменування факторів і параметрів, що враховуються в методиках	Вага ( $\alpha_k$ )		Способи і варіанти урахування			
		в балах	відносна	розроб. (2)	$\alpha_k \cdot \beta_j$ розроб. (2)	існ. (1)	$\alpha_k \cdot \beta_j$ існ. (1)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Угрупування військ противника, його склад, стан і характер дій	83	0,034199	н	0,000000	н	0,000000
2	Можливості по застосуванню ЗМУ, ВТЗ, зброї на нових фізичних принципах, запальної зброї	60	0,024722	к	0,024722	ф	0,014833
3	Наслідки руйнування РХНО	100	0,041203	ф	0,024722	ф	0,024722
4	Склад, стан і можливості підрозділів РХБ захисту	100	0,041203	ф	0,024722	ф	0,024722
5	Склад, стан і характер дій частини	68	0,028018	ф	0,016811	ф	0,016811
6	Місце частин (підрозділів) в оперативній побудові ПвК	90	0,037083	н	0,000000	н	0,000000
7	Можливості частин з РХБ захисту	91	0,037495	ф	0,022497	н	0,000000
8	Склад, стан і можливості підрозділів РХБ захисту частин (підрозділів)	59	0,024310	ф	0,014586	ф	0,014586
9	Забезпеченість частин (підрозділів) озброєнням РХБ захисту	100	0,041203	н	0,000000	н	0,000000
10	Рішення командира ПвК на бойові дії	50	0,020602	н	0,000000	н	0,000000
11	Склад, стан системи управління РХБ захистом частин (підрозділів)	100	0,041203	н	0,000000	п	0,018335
12	Укомплектованість і рівень підготовки органів управління	85	0,035023	ф	0,021014	ф	0,021014

## Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
13	Способи постановки завдань підрозділам РХБ захисту	82	0,033787	н	0,000000	ф	0,020272
14	Створена РЕО і заходи РЕЗ у підрозділах РХБ захисту	64	0,026370	ф	0,015822	п	0,011735
15	Порядок і способи отримання та обміну інформацією про загрозу РХ зараження	64	0,026370	ф	0,015822	п	0,011735
16	Склад, стан і можливості підрозділів РХБ захисту сусідів	100	0,041203	ф	0,024722	ф	0,024722
17	Термін готовності до виконання завдання	100	0,041203	н	0,000000	к	0,041203
18	Наявність часу для підготовки до виконання завдання	100	0,041203	н	0,000000	п	0,018335
19	Пора року і час доби	87	0,035847	н	0,000000	н	0,000000
20	Фізико-географічні умови району бойових дій	80	0,032963	н	0,000000	н	0,000000
21	Оперативне обладнання та інфраструктура району бойових дій	60	0,024722	п	0,011001	п	0,011001
22	Ступінь інженерного обладнання місцевості	68	0,028018	п	0,012468	н	0,000000
23	Властивості місцевості в районі бойових дій	42	0,017305	п	0,007701	п	0,007701
24	Можливі масштаби і наслідки застосування противником ЗМУ, ВТЗ	57	0,023486	п	0,010451	п	0,010451
25	Наявність РХНО у районі бойових дій, їх стан і ступінь небезпеки	100	0,041203	н	0,000000	н	0,000000
26	Визначені способи дій військ на зараженій місцевості	100	0,041203	н	0,000000	н	0,000000
27	Кліматичні і метеорологічні умови району бойових дій	92	0,037907	ф	0,022744	н	0,000000
28	Метеорологічна обстановка в районі виконання завдань РХБ захисту	100	0,041203	ф	0,024722	п	0,018335
29	Стан фактичної погоди під час дій та прогноз погоди на майбутні дії	95	0,039143	п	0,017419	ф	0,023486
30	Інші фактори	50	0,020602	ф	0,012361	п	0,009168

Урахування факторів у будь-якій методиці (розрахунковій задачі, моделі, методі) здійснюється різноманітними методами їх узагальнення, кожний з яких характеризується своїми методичними похибками і своїми значеннями відносної середньої похибки, що вноситься в розрахунки внаслідок неточного (узагальненого) урахування факторів. Значення цих похибок істотно залежать від способу узагальнення значущих факторів у інформаційно-розрахунковій задачі. У методиці [16], показано, що значення відносної похибки  $\beta_j$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) залежно від способу урахування факторів звичайно знаходиться в таких межах:

$\beta_1 = 0,0$  – при безпосередньому урахуванні фактора шляхом вводу його поточного значення, що відповідає значенню в реальному процесі;  $\beta_2 = 0,445$  – при простому узагальненні (заміні сукупності різноманітних, але однорідних за фізичним змістом факторів одним фактором);  $\beta_3 = 0,6$  – при функціональному і концептуальному узагальненні різнорідних факторів з метою відображення їх у задачі одною представницькою величиною;  $\beta_4 = 1,0$  – при непрямому або неявному урахуванні факторів.

Для визначення показника достовірності  $R_i$  результату, що одержують за допомогою відповідної методики при відомому способі врахування значущих факторів, використовують наступне співвідношення:

$$R_{k_i} = 1 - \beta_{k_i} \quad (4)$$

Проведені практичні розрахунки узагальненого показника ефективності розробленої методики  $W$  для існуючої та розробленої методики при визначеному наявному часі підтверджує перевагу останньої над існуючою (таблиця 2).

Таблиця 2

**Значення узагальненого показника ефективності  
розробленої методики при наявному часі**

t (наявний час)	1	60	120	180
W	0,004	0,197	0,298	0,336

На рисунку 1 приведено порівняння показників оперативності розробленої (M2) та існуючої (M1) методик.

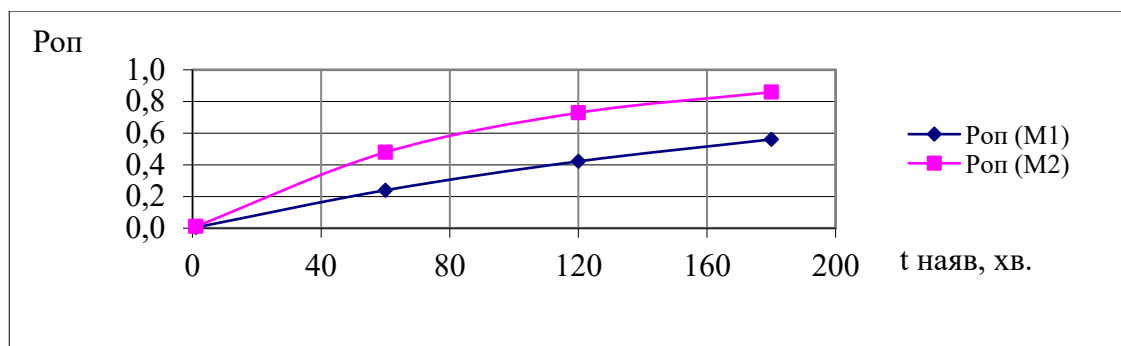


Рис. 1. Значення показника оперативності  $R_{оп}$  методик

На рисунку 2 приведено порівняння показників повноти розробленої (M2) та існуючої (M1) методик.

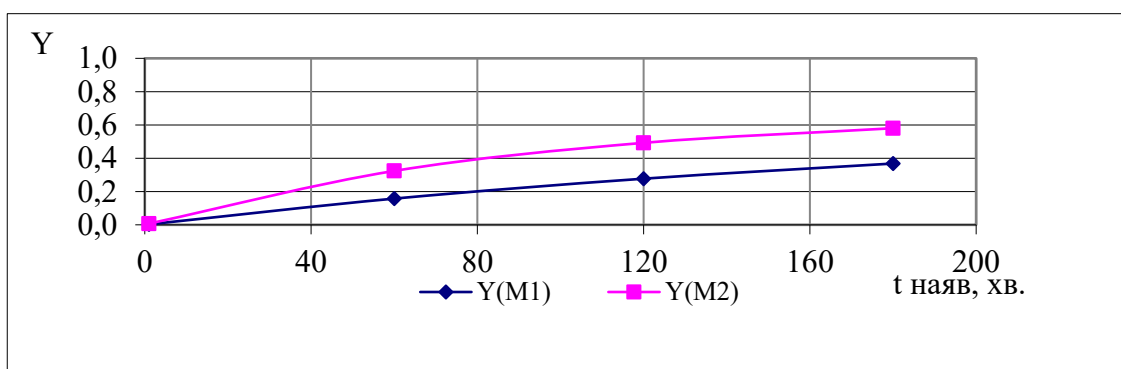


Рис. 2. Значення показника повноти  $Y$

На рисунку 3 приведено значення показника ефективності розробленої методики.

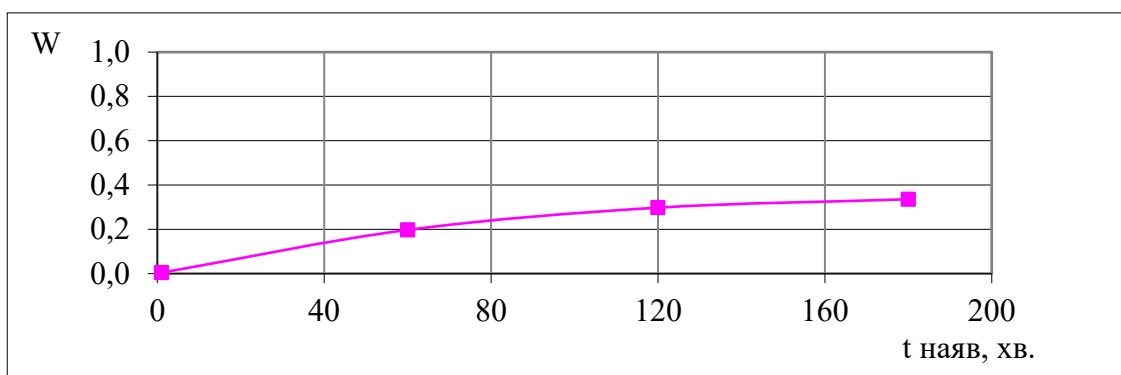


Рис. 3. Узагальнений показник  $W$  ефективності розробленої методики

Таким чином, оцінка ефективності розробленої методики з використанням відомих в теорії моделювання показників достовірності, оперативності і повноти показує її більшу ефективність (при наявному часі  $t_i = 2$  години - на 29,8 %) у порівнянні з методиками розрахунків, які існують на сьогодні і використовуються у військах.

#### Список джерел:

1. Пальчук М. М., Лобко М. М. Досвід бойового застосування військ, зброї і військової техніки в локальних війнах і збройних конфліктах — К. : НАОУ, 2001. —116 с.
2. Военне мистецтво в локальних війнах 90-х років ХХ - початку ХХІ століть: Навч. посіб. / М. І. Рибак, Р. М. Факадей, С. П. Мосов та ін. / Під ред. В. Б. Толубко. — К.: НАОУ, 2004. — 176 с.
3. Основні закономірності сучасних локальних війн та збройних конфліктів/ В.Б. Толубко, Ю.І. Бут, В.О. Косевцов: Навчальний посібник. — К.: НАОУ, 2002. — 68 с.
4. Методика прогнозирования и оценки последствий разрушений (аварий) атомных электростанций и предприятий химической промышленности – М. : Воениздат, 1991. – 92 с.
5. Кузьменко Л. Ф. Методика оцінки обстановки при аваріях на ПНО та екологічної обстановки на військовому об'єкті [Текст] : метод. посіб. / Л. Ф. Кузьменко, А. М. Блекот, О. В. Бацовский // – К.: НАОУ, 2001. – С. 23-35.
6. Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті // спільний наказ МНС України, Мінагрополітики, Мінекономіки, Мінекології № 73/82/64/122 від 27.03.2001 р. [електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту:<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0326-0>.
7. Про затвердження Методики прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті [Текст]: наказ Міністерства внутрішніх справ України від 29 лист. 2019 року № 1000. – К., 2019. – 67 с.
8. Поплавець С. І. Обґрунтування показників та критеріїв формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту / С. І. Поплавець, Г. Б. Гишко, Р. Ю. Кушпета, О. В. Колмогоров та ін. // Scientific Collection «InterConf», (46): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Current Issues and Prospects for the Development of Scientific Research» (March 19-20, 2021). Orléans, France: Epi, 2021. – P. 448-460.
9. Поплавець С. І. Вибір та обґрунтування показників і критеріїв формування раціональної моделі системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту / С. І. Поплавець, О. В. Колмогоров, О. Ю. Дріль, та ін. // Scientific Collection



- «InterConf», (51): with the Proceedings of the 9th International Scientific and Practical Conference «Science and Practice: Implementation to Modern Society» (April 18-19, 2021). Manchester, Great Britain: Peal Press Ltd., 2021. – P. 990-998.
10. Поплавець С. І. Інтегрування дифузійних процесів розповсюдження радіонуклідів та небезпечних хімічних речовин до інформаційних моделей хімічної та радіаційної обстановки / С. І. Поплавець, Г. Б. Гишко, О. В. Колмогоров, В. І. Лясковський, та ін. // Scientific Collection «InterConf», (42): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Theory and Practice of Science: Key Aspects» (February 19-20, 2021). Rome, Italy: Dana, 2021. – P. 1115-1126.
  11. Поплавець С. І. Формування інформаційної моделі радіаційної обстановки для генерування сценаріїв наслідків руйнування радіаційно-небезпечних об'єктів / С. І. Поплавець, Г. Б. Гишко, О. В. Овчаров та ін.] // Scientific Collection “InterConf”, (41): with the Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference «Scientific Horizon in The Context of Social Crises» (February 6-8, 2021). Tokyo, Japan: Otsuki Press, 2021. – P. 1206-1212.
  12. Поплавець С. І. Формування інформаційної моделі хімічної обстановки для генерування сценаріїв наслідків руйнування хімічно-небезпечних об'єктів / С. І. Поплавець, Г. Б. Гишко, С. В. Лазебник та ін.] // Debats scientifiques et orientations prospectives du developpement scientifique: collection de papiers scientifiques «ΛΟΓΟΣ» avec des matériaux de la 1 conference scientifique et pratique international (Vol. 2), Paris, 5 février 2021. Vinnytsia-Paris: Plateforme scientifique européenne & La Fedelta, 2021. – P. 123-130.
  13. Поплавець С. І. Моделі та методика формування раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування під час підготовки до бойових дій / С. І. Поплавець, С. В. Лазебник // Системи озброєння та військова техніка. Науковий журнал. – Х.:ХУПС. – 2019. – № 3 (59). – С.43-47.
  14. Поплавець С. І. Методика визначення раціонального складу сил та засобів радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування / С. І. Поплавець, // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Х., 2019. – № 3(61) – С.24-29.
  15. Поплавець С. І. Методика визначення раціональної структури системи радіаційного, хімічного, біологічного захисту повітряного командування / С. І. Поплавець, С. В. Лазебник, С. С. Ткачук, О. В. Рибкін, та ін. // Scientific Collection «InterConf», (35): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Experimental and Theoretical Research in Modern Science» (November 16-18, 2020). Kishinev, Moldova: Giperion Editura, 2020. – Output. № 2 (35). – P.699-707.
  16. Городнов В.П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений войск ПВО. – Харьков: ВИРТА ППО, 1987. – 383 с.