

**Потеряйко С. П.**

*к.військ.н., доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ, Україна;  
e-mail: sergiy\_kiev@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3787-0929*

**Бєлікова К. Г.**

*д.держ.упр., с.н.с., Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ, Україна;  
e-mail: acutus@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7475-2115*

**Твердохліб О. С.**

*д.держ.упр., доцент, Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, м. Київ, Україна;  
e-mail: osio@i.ua; ORCID: 0000-0002-1502-2937*

**Орлова Н. С.**

*д.держ.упр., професор, Харківський національний економічний університет імена Семена Кузнеця, м. Харків, Україна;  
e-mail: nsorlova78@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0785-751X*

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗНОГО ОЦІНЮВАННЯ ДІЄВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЄДИНОЇ ДЕРЖАВНОЇ СИСТЕМИ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ**

**Анотація.** *На підставі економіко-математичного моделювання проведено оцінювання дієвості функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в умовах надзвичайних ситуацій на основі прогнозу, що є актуальним питанням. Запропоновано метод експертних оцінок для прогнозування дієвості функціонування зазначеної системи. Розроблено етапи дослідження, що включають відбір фахівців-експертів, організацію їхньої роботи, опрацювання результатів, визначення чисельних значень узагальнених показників дієвості функціонування системи та критерію її дослідження. Використано метод ранжування показників для визначення коефіцієнта їх відносної важливості в аспекті оцінювання дієвості функціонування зазначеної системи. Визначено інтегральні показники оцінювання дієвості функціонування єдиної державної системи цивільного захисту у поточному та прогнозованому станах. Сформульовано критерій дослідження цієї системи – умову (необхідну обставину), коли відношення між інтегральними показниками оцінювання поточного стану системи до прогнозованого складає менше одиниці. Здійснено розрахунки середнього значення показників дієвості системи у зазначених станах, отримано чисельні значення інтегральних показників оцінювання та досягнення критерію дослідження. Розроблено розрахункову задачу, за допомогою якої отримано результати оцінювання дієвості функціонування єдиної державної системи цивільного захисту у поточному та прогнозованому станах, отримано чисельні значення показників. Визначено лінгвістичні параметри оцінювання дієвості функціонування системи у поточному та прогнозованому станах, чисельне значення підвищення дієвості функціонування зазначеної системи.*

*Доведено, що одержані результати придатні до імплементації на практиці, що в підсумку дозволяє досягти прогнозованого показника покращення дієвості функціонування системи в середньому на 34 %.*

**Ключові слова:** *державна безпека, дієвість функціонування системи, економіко-математичне моделювання, надзвичайні ситуації, єдина державна система цивільного захисту, прогноз.*

Формул: 12; рис.: 2; табл.: 3; бібл.: 13

**Poteriaiko S. P.**

*PhD (Military Sciences), Associate Professor, Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;*

*e-mail: sergiy\_kiev@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-0929>*

**Bielikova K. H.**

*D.Sc. (Public Administration), Senior Researcher, Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;*

*e-mail: acutus@ukr.net; ORCID: 0000-0001-7475-2115*

**Tverdokhlib O. S.**

*D.Sc. (Public Administration), Associate Professor, Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;*

*e-mail: osio@i.ua; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1502-2937>*

**Orlova N. S.**

*D.Sc. (Public Administration), Professor, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine;*

*e-mail: nsorlova78@gmail.com; ORCID: 0000-0003-0785-751X*

## **ECONOMICALLY-MATHEMATICAL MODELING OF ACTIVITY EFFICIENCY FORECAST EVALUATION OF THE INTEGRATED STATE CIVIL PROTECTION SYSTEM**

**Abstract.** *Based on economically-mathematical modeling, activity efficiency evaluation of the integrated state civil protection system under emergencies was carried out, using forecast methodology which is a pressing problem. The method of expert estimations for forecasting the specified system's activity efficiency is offered. Stages of research have been developed, which include selection of experts, organization of their work, processing of results, determination of numerical values of generalized indicators for system's activity efficiency as well as criteria of its research. The method of ranking indicators is used to determine the coefficient of their relative importance in terms of evaluation for the specified system's activity efficiency. Integrated indicators for activity efficiency evaluation of the integrated state civil protection system in current and forecasted conditions are determined. The criterion of this system's research is elaborated, which is a condition (necessary circumstance) when the relation between integral indicators of a current system's condition evaluation to the forecasted one makes a number less than unity. The calculations of the average value of the system's efficiency indicators in the described conditions were performed, the numerical values of the integrated evaluation indicators as well as the attainment of the research criterion were obtained. The calculation sum was developed, due to which the results of activity efficiency evaluation of the integrated state civil protection system in current and forecasted conditions are obtained, as well as numerical values of mentioned indicators. The linguistic parameters of the system's activity efficiency evaluation in current and forecasted conditions, the numerical value of the specified system's activity efficiency increasing are determined.*

*It is proved that the obtained results are suitable for implementation in practice, which ultimately allows to achieve the forecasted indicator of improving the system's activity efficiency by an average of 34%.*

**Keywords:** *public security, system's activity efficiency, economically-mathematical modeling, emergencies, integrated state civil protection system, forecast.*

*Formulas: 12; fig.: 2; tabl.: 3; bibl.: 13*

**Вступ.** *Захищеність національних інтересів значною мірою залежить від надійності та стабільності функціонування системи забезпечення національної*

безпеки, яка має бути спроможною реагувати на виклики та загрози сучасного динамічного й мінливого світу. Водночас вагомим значенням набуває аналіз та прогнозування стану зовнішнього та внутрішнього безпекових середовищ, що мають як прямий, так і опосередкований вплив на функціонування й подальший розвиток людини, суспільства, держави.

Раптові зміни стану безпекового середовища вимагають оперативного та адекватного реагування на надзвичайні ситуації (далі – НС), розроблення та імплементації стратегії розвитку національної безпеки країн світу, зважаючи на зовнішні та внутрішні чинники.

Джерелом загроз незалежності країн, їх суверенітету і демократії загалом залишається недостатня ефективність роботи державних органів, що ускладнює вироблення та реалізацію ефективної політики, зміцнення безпекового середовища [1].

З урахуванням вищевикладеного вважаємо стрижневим завданням науковців розроблення та обґрунтування підходів до оцінювання стану єдиної державної системи цивільного захисту (далі – ЄДСЦЗ) і прогнозування дієвості її функціонування.

Тому вважаємо актуальним питанням дослідження методів оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ як у поточному, так і в прогнозованому станах. У представленому рукописі наведено результати дослідження дієвості функціонування ЄДСЦЗ як невід’ємної складової сфери національної безпеки держави.

У тексті роботи ми послуговуємося такими базовими категоріями, як:

НС – обставини, що характеризуються порушенням нормальних умов життєдіяльності населення та можуть призвести до виникнення загрози життю або здоров’ю населення [2]. ЄДСЦЗ – сукупність органів управління, сил і засобів центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підприємств, установ та організацій, що забезпечують реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту [3]. Прогнозне оцінювання вживаємо у розумінні прогнозування в державному управлінні, під яким розглядаємо процес отримання науково обґрунтованих імовірнісних оцінок можливих шляхів і результатів розвитку об’єктів державного управління, а також потрібних для цього ресурсів і організаційних заходів [4, 5].

**Аналіз досліджень та постановка завдання.** У роботі [6] на основі проведеного довгострокового прогнозу наводяться дані про те, що міжнародне співробітництво у сфері безпеки на 2050 рік буде залежати від наступних криз та стихійних лих, війн та воєнних конфліктів. Вважаємо справедливими твердження вченого про те, що наявна архітектура міжнародної безпеки залишається бездіяльною та не спроможною повною мірою гарантувати безпеку країнам, які не входять до складу регіональних об’єднань колективної безпеки.

Варіантом подолання відповідних труднощів може бути підхід, розглянутий в роботі [7], в якій резюмується, що ризики та невизначеність є невіддільними складовими життєдіяльності населення й процесів управління. Відповідно, невизначеність в умовах НС розглядається як стан, в якому

неможливо передбачити досягнення позитивного результату. Часто подібна ситуація виникає, коли фактори, що впливають на неї, є новими внаслідок неможливості отримати вірогідну інформацію. Тому результати прийняття управлінських рішень складно прогнозувати за швидкоплинних змін обставин.

Окрім того, актуальне наукове завдання щодо розроблення інноваційних методів аналізу та прогнозу розвитку НС соціально-економічного характеру розглянуто у роботі [8]. Тут у якості майданчика для створення державного механізму спостереження НС обрано геоінформаційну систему “Інструмент” та розроблену модель “Аналітика”, що поєднує методи збору, оцінювання та прогнозу НС соціально-економічного характеру. Використання геоінформаційної системи “Інструмент” надало можливість спільного використання зазначених методів та додаткового візуального аналізу ситуації на електронній карті, що значно спрощує роботу аналітичних підрозділів органів державного управління.

Задля вирішення означеної проблеми у роботі [9] на основі вивчення кращих світових практик розроблено комплексну модель багаторівневої системи оцінювання загроз національній безпеці. Вченими запропоновано методологію та практичні рекомендації щодо оцінювання загроз, спроможностей, визначення уразливостей, а також концептуальні основи нормативно-правового забезпечення діяльності у цій сфері. Аргументовано зазначено, що інтегративна система оцінювання ризиків та загроз повинна охоплювати оцінку стану спроможностей органів управління та безпекових сил, необхідних для дієвого реагування на загрози, НС на усіх етапах їхніх дій. Це зумовлено тим, що відсутність або недостатність спроможностей самі по собі становлять загрозу національній безпеці. Порівняння стану спроможностей з оцінками загроз дозволило вченим встановити уразливості системи забезпечення національної безпеки та запропонувати вжиття оперативних заходів щодо посилення національної стійкості, зокрема й удосконалення кризового менеджменту.

Ймовірним способом розв’язання проблеми, яка розглядається, може бути варіант, запропонований у роботі [10], де здійснено класифікацію методів прогнозування, що можна розділити на інтуїтивні та формалізовані. Відтак, інтуїтивне прогнозування застосовується у випадку, коли об’єкт прогнозування або занадто простий, або настільки складний, що аналітично врахувати вплив багатьох факторів практично неможливо. У цих випадках вдаються до опитування експертів. Отримані індивідуальні та колективні експертні оцінки використовують як кінцеві прогнози або як вихідні дані в комплексних системах прогнозування.

Однак констатуємо відсутність усталеної думки у вчених та єдиних підходів до прогнозного оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ як складової сфери державної безпеки в умовах НС. Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідження, присвяченого оцінюванню дієвості функціонування ЄДСЦЗ в умовах НС на основі прогнозу.

**Метою статті** є визначення поточного стану дієвості функціонування ЄДСЦЗ, обґрунтування напрямів її удосконалення, проведення прогнозного

оцінювання дієвості функціонування зазначеної системи. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні завдання: розробити систему показників оцінювання дієвості ЄДСЦЗ; сформулювати критерій оцінювання дієвості функціонування зазначеної системи задля зміцнення безпекового середовища держави; провести розрахунки дієвості функціонування ЄДСЦЗ.

**Результати дослідження.** Для прогнозування дієвості функціонування ЄДСЦЗ як складової сфери державної безпеки вбачається доцільним застосовувати експертні методи. Методи експертних оцінок частіше застосовують для прогнозування дієвості функціонування складних систем, розвиток яких у часі або повністю, або частково не піддається математичній формалізації, тобто для яких важко розробити відповідну модель.

Дослідження ЄДСЦЗ щодо прогнозного оцінювання дієвості її функціонування здійснюється за певними етапами. Статистична обробка результатів експертних оцінок здійснюється у вигляді кількісних даних, що містяться в анкетах, визначаються статистичні оцінки прогнозованих характеристик та їх довірчі межі, статистичні оцінки погодженості думок фахівців-експертів. Середнє значення прогнозованої величини дієвості функціонування ЄДСЦЗ визначається за (1) [10]:

$$B = \sum_{\varepsilon=1}^n B_i / n, \quad (1)$$

де  $B_i$  – значення прогнозованої величини, дане  $i$ -м фахівцем-експертом,  
 $n$  – кількість фахівців-експертів у групі,  
 $\varepsilon$  – задані межі мінливості середньої оцінки.

Окрім того, визначаються: дисперсія за формулою [10]:

$$D = \left[ \sum_{i=1}^n (B_i - B)^2 \right] / (n-1), \quad (2)$$

та наближене значення довірчого інтервалу:

$$j = t \sqrt{\frac{D}{n-1}}, \quad (3)$$

де  $t$  – параметр, який визначається за таблицями критичних значень Ст'юдента для заданого рівня довірчої ймовірності й числа ступенів свободи  $k=(n-2)$ . Довірчі кордони для значення прогнозованої величини обчислюються за формулами: для верхньої межі  $A_B=B+j$ , для нижньої межі  $A_H=B-j$ . Коефіцієнт варіації оцінок, поданих фахівцями-експертами, визначається за залежністю  $\nu = \frac{\sigma}{B}$ , де  $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення.

Далі обчислюються: коефіцієнт конкордації, що визначає ступінь узгодженості думок фахівців-експертів за важливістю кожного показника, що оцінюється, і коефіцієнти парної рангової кореляції, що визначають ступінь узгодженості фахівців-експертів. Для цього здійснюється ранжування оцінок важливості, поданих фахівцями-експертами.

Коефіцієнт конкордації, обчислений за сукупністю всіх показників, становить [10]:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^m d_j^2}{n^2(m^3 - m) - n \sum_{i=1}^n T_i}, \quad (4)$$

де величина  $T_i = \sum_{l=1}^n t_l^3 - t_e$  розраховується за наявності рівних рангів ( $n$  – кількість груп рівних рангів  $t_e$  – кількість рівних рангів в групі). Коефіцієнт конкордації набуває значення в межах від 0 до 1.  $W=1$  означає повну узгодженість думок фахівців-експертів, при  $W=0$  – повну неузгодженість. Коефіцієнт конкордації показує також ступінь узгодженості всієї експертної групи. З метою побудови системи показників прогнозного оцінювання функціонування ЄДСЦЗ проведемо аналіз завдань ЄДСЦЗ, що визначено у керівних документах.

Узагальнені основні завдання ЄДСЦЗ містяться у [2]. На етапі визначення показників оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному та прогнозованому станах фахівцями-експертами обираються із переліку завдань, покладених на ЄДСЦЗ, найбільш вагомі.

На підставі високого рівня знань, умінь та значного досвіду роботи у сфері цивільного захисту аналітиків-прогнозистів визначено базові показники. Зокрема: готовність органів управління (далі – ОУ), сил та засобів до дій ( $G_d$ ), запобігання виникненню НС ( $Z_{ns}$ ), навчання населення щодо поведінки та дій в умовах НС ( $N_n$ ). Сюди відносимо також прогнозування й оцінку наслідків НС ( $P_r$ ), оповіщення та інформування населення про загрозу та виникнення НС ( $O_p$ ). До них належать і проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (далі – АРІНР) щодо ліквідації наслідків НС ( $A_r$ ) та долучено визначальний показник – організацію міжвідомчої взаємодії під час реагування на НС ( $O_{vz}$ ), який не окреслено у законодавстві. Вказаний фактор суттєво впливає на дієвість функціонування зазначеної системи. Упорядкованість цих показників (їхню значущість за порядком) визначають аналітики-прогнозисти на основі своїх особистісних та професійних якостей (рівня інтелекту, знань, умінь, досвіду та інтуїції, тобто складових, які формують їхню компетентність у передбаченні), що ми вважаємо корисним для оцінювання ЄДСЦЗ. Для порівняльної оцінки рівня розвитку в різних часових періодах необхідно формувати деяку скалярну функцію  $I_t$  від окремих складових (індикаторів)  $z_{i,t}$  – так званий інтегральний показник (індекс) рівня розвитку [11]:

$$I_t = F(z_{1,t}, z_{2,t}, \dots, z_{n,t}). \quad (5)$$

Задача щодо утворення скалярної функції аналогічна за своїм змістом формуванню узагальненого критерію для задачі багатокритеріальної оптимізації та є досить складною. Окремі критерії  $z_{i,t}$  автори вважають кількісно порівнянними, якщо кожному з них можна поставити у відповідність деяке число  $a_i$ , що чисельно характеризує його важливість у порівнянні з іншими критеріями. Параметри  $a_i$  – це “вагові коефіцієнти”. Переважно на практиці використовують так звану “адитивну функцію корисності” (лінійну згортку)

шляхом утворення суми окремих критеріїв, помножених на їхні вагові коефіцієнти, – “метод зважених сум” [11]:

$$I_i = \sum_{i=1}^n a_i z_{i,i}, a_i \geq 0, \sum_{i=1}^n a_i = 1. \quad (6)$$

Адитивна форма інтегрального показника (індексу) є найбільш поширеною, однак її суттєвий недолік полягає в можливості компенсувати рівень інтегрального показника за одними індикаторами за рахунок інших.

Зважаючи на зазначене, для визначення коефіцієнта відносної важливості показників оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ в роботі використовується метод ранжування [11, 12, 13].

Під ранжуванням розуміється встановлення значущості показників на підставі їх упорядкування, що здійснюється аналітиком-прогнозистом.

Для встановлення рангу важливості часткових показників залучаються фахівці-експерти. Ранг важливості  $i$ -го часткового показника розраховується за такою залежністю [11, 12, 13]:

$$R_{z_i} = 1 - \frac{n_{z_i} - 1}{Z}, \quad (7)$$

де  $R_{z_i}$  – значення рангу важливості  $i$ -го часткового показника, що входить до складу інтегрального показника,

$Z$  – загальна кількість часткових показників, що входять до складу інтегрального показника,

$n_{z_i}$  – номер часткового показника в упорядкованому переліку усіх часткових показників, що входить до складу інтегрального показника.

Усі розраховані значення рангів важливості часткових показників додаються [11, 12, 13]:

$$R = \sum_{i=1}^Z R_{z_i}. \quad (8)$$

На підставі отриманих даних визначається коефіцієнт відносної важливості часткового показника:

$$W_i = \frac{R_{z_i}}{R}. \quad (9)$$

Розрахунки визначення коефіцієнтів відносної важливості показників оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ дозволили встановити перелік найбільш вагомих показників та долучити показник, що не враховано у законодавстві.

Значення показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані визначається фахівцями-експертами за показниками (що мають числове значення), зважаючи на пропозиції щодо удосконалення ЄДСЦЗ, які наведено нижче.

1.  $G_d$ : удосконалення системи підготовки ОУ та сил ЄДСЦЗ.
2.  $Z_{ns}$ : впровадження європейського досвіду щодо запобігання НС.
3.  $O_p$ : використання новітніх засобів оповіщення ОУ та населення про НС.
4.  $O_{vz}$ : застосування перспективних методів роботи керівників ОУ ЄДСЦЗ, зокрема взаємодії.
5.  $A_r$ : створення гнучких багатофункціональних підрозділів з новітньою технікою та оснащенням.
6.  $P_r$ : застосування комплексних методів прогнозування.
7.  $N_n$ : впровадження перспективних методів навчання.

Анкету оцінювання прогнозованої дієвості функціонування ЄДСЦЗ з урахуванням упорядкування показників на підставі їхньої вагомості наведено у табл. 1.

Як інструмент для оцінювання прогнозованої дієвості функціонування ЄДСЦЗ в роботі використовується шкала бажаності Харрінгтона, що наведена в табл. 2. Чисельні значення градацій шкали Харрінгтона отримано на основі аналізу та обробки великого масиву статистичних експертних даних в окремих сферах діяльності суспільства, зокрема у сфері безпеки.

Таблиця 1

Анкета оцінювання прогнозованої дієвості функціонування ЄДСЦЗ

Номер упорядкування показників	Показники оцінювання, їх найменування	Значення показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані ( $a_{ip}$ )	Значення показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані ( $a_{ipr}$ )
1	$G_d$	$1 > G_d > 0$	$1 > G_d > 0$
2	$Z_{ns}$	$1 > Z_{ns} > 0$	$1 > Z_{ns} > 0$
7	$N_n$	$1 > N_n > 0$	$1 > N_n > 0$
6	$P_r$	$1 > P_r > 0$	$1 > P_r > 0$
3	$O_p$	$1 > O_p > 0$	$1 > O_p > 0$
5	$A_r$	$1 > A_r > 0$	$1 > A_r > 0$
4	$O_{vz}$	$1 > O_{vz} > 0$	$1 > O_{vz} > 0$

Таблиця 2

Шкала Харрінгтона

Лінгвістична оцінка	Інтервали значень функції
Дуже добре	1,00-0,80
Добре	0,80-0,63
Задовільно	0,63-0,37
Погано	0,37-0,20
Дуже погано	0,20-0,00

Описана нами методологія дослідження була покладена в основу розрахунків, викладених нижче. Науковою новизною роботи є застосування часткових та обґрунтування введення в науковий обіг інтегральних показників і критерію оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ.



Інтегральний показник оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані визначається за формулою [11]:

$$I_p = \sum_{i=1}^n a_{ip} W_i, \quad (10)$$

де  $I_p$  – інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані, б. в.,

$a_{ip}$  –  $i$ -й показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані, б. в.,

$W_i$  – коефіцієнт відносної важливості  $i$ -го показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ, б. в.,

$i$  – кількість показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ, б. в.

Інтегральний показник оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані визначається за формулою [11]:

$$I_{pr} = \sum_{i=1}^n a_{ipr} W_i, \quad (11)$$

де  $I_{pr}$  – інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані, б. в.,

$a_{ipr}$  –  $i$ -й показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані, б. в.,

$W_i$  – коефіцієнт відносної важливості  $i$ -го показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ, б. в.,

$i$  – кількість показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ, б. в.

Критерієм дієвості функціонування ЄДСЦЗ є умова, коли відношення інтегрального показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані до інтегрального показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані менше одиниці та визначається за формулою (розроблено авторами):

$$D = \frac{I_p}{I_{pr}} < 1, \quad (12)$$

де  $D$  – критерій дієвості функціонування ЄДСЦЗ, б. в.,

$I_p$  – інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані, б. в.,

$I_{pr}$  – інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані, б. в.

Визначаємо ранги важливості  $i$ -го часткового показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ, що розраховуються за (6), (7):  $R_{z1}=1$ ,  $R_{z2}=0,86$ ,  $R_{z3}=0,71$ ,  $R_{z4}=0,57$ ,  $R_{z5}=0,43$ ,  $R_{z6}=0,29$ ,  $R_{z7}=0,14$ .

Визначаємо коефіцієнт відносної важливості часткового показника ( $W_i$ ) за (8):  $W_{BG}=0,25$ ,  $W_{BZns}=0,22$ ,  $W_{Bop}=0,18$ ,  $W_{vz}=0,14$ ,  $W_{Bar}=0,11$ ,  $W_{Bpr}=0,07$ ,  $W_{Bn}=0,03$ .

Далі розраховуємо значення інтегральних показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у зазначених станах (9), (10). Цей розрахунок здійснено на основі значень показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у

поточному та прогнозованому станах, коефіцієнтів відносної важливості показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ ( $W_{1-7}$ ). Також враховуємо середнє значення прогнозованої величини показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ (1). Визначаємо досягнення критерію дієвості функціонування ЄДСЦЗ (11). У разі недосягнення критерію здійснюється перевірка узгодженості прогнозних значень, наданих фахівцями-експертами, та прогнозування проводиться повторно. Таким чином з'являється можливість визначити додаткові заходи щодо удосконалення ЄДСЦЗ. Середнє значення прогнозованої величини дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані ( $a_{ip}$ ) та у прогнозованому стані ( $a_{ipr}$ ) визначаємо за (1). Проведемо розрахунки середнього значення прогнозованої величини дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані ( $a_{ip}$ ). Результати роботи фахівців-експертів з оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані та у прогнозованому стані з урахуванням упорядкування показників на підставі їхньої вагомості наведено у табл. 3.

За (1) та значеннями табл. 3 визначаємо середнє значення прогнозованої величини дієвості функціонування ЄДСЦЗ:  $V_{Gd}=0,42$ ,  $V_{Zns}=0,29$ ,  $V_{Nn}=0,30$ ,  $V_{Pr}=0,32$ ,  $V_{Op}=0,40$ ,  $V_{Ar}=0,33$ ,  $V_{Ovz}=0,30$ .

Таблиця 3

Результати оцінювання фахівцями-експертами дієвості функціонування ЄДСЦЗ

Значення показника $a_{ip}$		Фахівець-експерт системи ЄДСЦЗ		Фахівець-експерт системи ЄДСЦЗ		Фахівець-експерт системи ЄДСЦЗ		Фахівець-експерт системи ЄДСЦЗ		Фахівець-експерт системи ЄДСЦЗ	
Значення показника $a_{ipr}$											
Номер упорядкування показників	Показники оцінювання ЄДСЦЗ										
1	$G_d$	0,40	0,75	0,35	0,78	0,50	0,80	0,45	0,74	0,40	0,76
2	$Z_{ns}$	0,30	0,50	0,25	0,55	0,35	0,52	0,22	0,60	0,34	0,65
7	$N_n$	0,25	0,50	0,30	0,48	0,35	0,52	0,28	0,55	0,32	0,60
6	$P_r$	0,32	0,60	0,38	0,65	0,28	0,70	0,29	0,62	0,35	0,63
3	$O_p$	0,35	0,65	0,38	0,68	0,40	0,75	0,45	0,69	0,42	0,73
5	$A_r$	0,32	0,68	0,35	0,70	0,30	0,72	0,34	0,75	0,33	0,78
4	$O_{vz}$	0,30	0,73	0,25	0,75	0,28	0,80	0,32	0,82	0,35	0,78

За (1) та значеннями табл. 3 проведемо розрахунки середнього значення величини дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані ( $a_{ipr}$ ):  $V_{Gd}=0,77$ ,  $V_{Zns}=0,56$ ,  $V_{Nn}=0,53$ ,  $V_{Pr}=0,64$ ,  $V_{Op}=0,70$ ,  $V_{Ar}=0,72$ ,  $V_{Ovz}=0,77$ .

Взаємозв'язок між показниками дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах наведено на рис. 1.

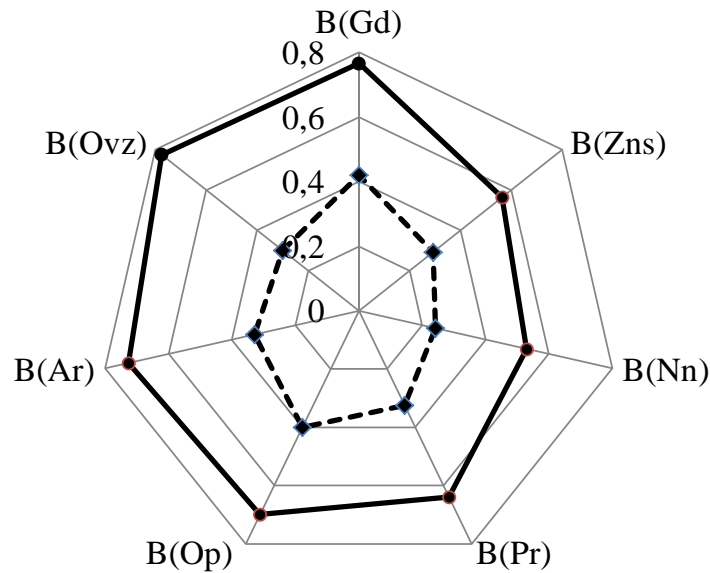


Рис. 1. Взаємозв'язок між показниками дієвості функціонування системи у поточному та прогнозованому станах

Значення показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах наведено на рис. 2.

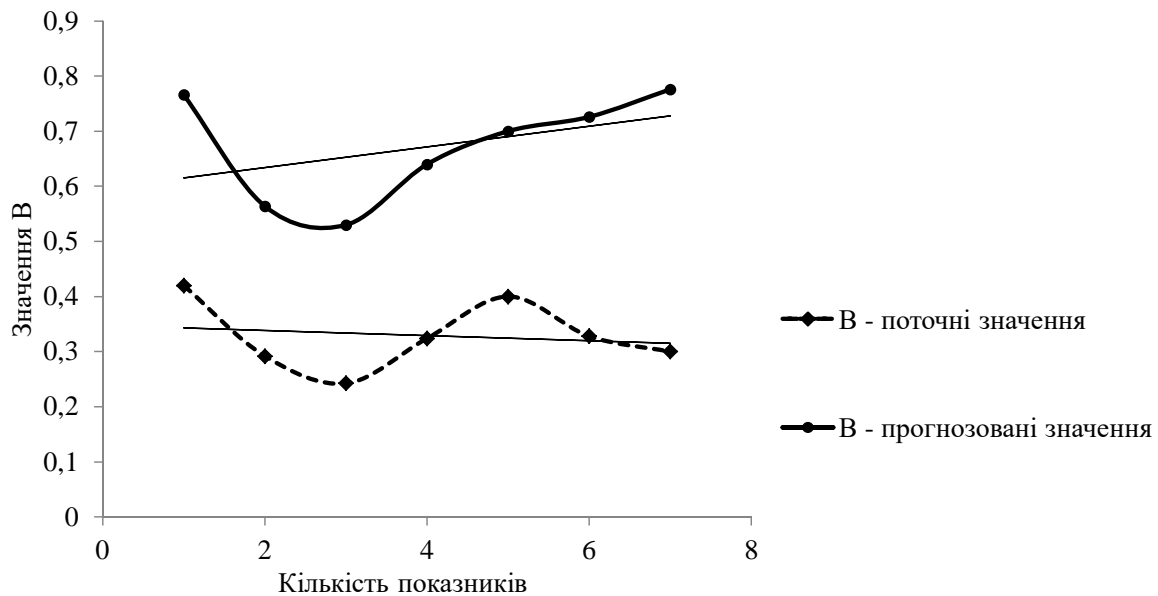


Рис. 2. Значення показників дієвості функціонування системи у поточному та прогнозованому станах

Розраховуємо значення інтегральних показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані та у прогнозованому стані (9), (10).

$$I_p = (0,42 \times 0,25) + (0,29 \times 0,22) + (0,3 \times 0,03) + (0,32 \times 0,07) + (0,4 \times 0,18) + (0,33 \times 0,11) + (0,3 \times 0,14) = 0,10 + 0,06 + 0,01 + 0,02 + 0,07 + 0,03 + 0,04 = 0,33,$$

$$I_{pr} = (0,77 \times 0,25) + (0,56 \times 0,22) + (0,53 \times 0,03) + (0,64 \times 0,07) + (0,70 \times 0,18) + (0,72 \times 0,11) + (0,77 \times 0,14) = 0,19 + 0,12 + 0,01 + 0,04 + 0,12 + 0,08 + 0,11 = 0,67.$$

Визначаємо за (11) досягнення критерію дієвості функціонування ЄДСЦЗ – умови, коли відношення інтегрального показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані до інтегрального показника дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані менше одиниці.

$$D = \frac{I_p}{I_{pr}} = \frac{0,33}{0,67} = 0,49.$$

Отже,  $D < 1$ , тобто критерій стану дієвості функціонування ЄДСЦЗ досягнуто за умови реалізації вказаних заходів удосконалення ЄДСЦЗ. Відповідно до прогнозу дієвість функціонування зазначеної системи підвищиться на 34 %. Перетворимо чисельні значення інтегральних показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані та у прогнозованому стані в лінгвістичні оцінки за шкалою бажаності Харрінгтона.

Інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані ( $I_p$ ) має чисельне значення 0,33, що за шкалою Харрінгтона має лінгвістичну оцінку “погано”. Інтегральний показник дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані ( $I_{pr}$ ) має чисельне значення 0,67, що за шкалою Харрінгтона має лінгвістичну оцінку “добре”.

Оперативність проведення розрахунків забезпечено використанням розробленої авторами розрахункової задачі “Прогноз дієвості функціонування ЄДСЦЗ”.

Аналіз результатів розрахунків щодо значень показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у прогнозованому стані по відношенню до поточного показав, що найбільше зростання їхніх значень спостерігається за такими показниками:  $O_{vz}$  – на 47 %;  $A_r$  – на 39 %;  $G_d$  – на 35 %;  $P_r$  – на 32 %.

Отримані результати пояснюються реалізацією запропонованих шляхів удосконалення дієвості функціонування ЄДСЦЗ, що наведено далі.

Удосконалення організації міжвідомчої взаємодії під час реагування на НС передбачається досягнути шляхом застосування перспективних методів роботи керівників ОУ ЄДСЦЗ, зокрема взаємодії. Такими методами можуть бути послідовний, паралельний та інтегративний, що окреслюють як одночасне (в умовах загрози та виникнення НС), так і послідовне (в умовах повсякденної діяльності системи) виконання заходів щодо організації взаємодії. Зазначені методи дозволяють досягти мети дій, підвищити якість виконання завдань в умовах НС у визначені терміни.

Підвищення результативності проведення АРІНР щодо ліквідації наслідків НС вбачається досягнути за рахунок створення гнучких багатofункціональних підрозділів з новітньою технікою та оснащенням, які здатні виконувати найбільш комплексні завдання у складних умовах НС.

Важливим показником оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ є готовність ОУ, сил та засобів до дій в умовах НС, що досягається

удосконаленням системи підготовки ОУ та сил шляхом її оптимізації. Також пропонується застосовувати прогресивні методи навчання керівного складу та фахівців сфери безпеки, зорієнтованих на практичну складову освітнього процесу. Удосконалення процесу прогнозування й оцінки наслідків НС передбачено шляхом використання інтуїтивних методів прогнозування, що ґрунтуються на професійних та особистісних якостях керівного складу ОУ ЄДСЦЗ.

**Висновки.** Таким чином, авторами обґрунтовано використання методу експертних оцінок та методу ранжування показників для оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ. Розроблено часткові та інтегральні показники оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному та прогнозованому станах. Так, інтегральний показник дієвості функціонування системи у поточному стані ( $I_p$ ) має чисельне значення 0,33 (лінгвістичне – “погано”). Натомість інтегральний показник дієвості її функціонування у прогнозованому стані ( $I_{pr}$ ) – 0,67 (відповідно – “добре”).

Визначено критерій оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ – умову (необхідну обставину), коли відношення інтегральних показників оцінювання дієвості зазначеної системи у поточному стані до прогнозованого становить менше одиниці. Оцінено дієвість функціонування ЄДСЦЗ у поточному та прогнозованому станах з використанням розробленої розрахункової задачі та встановлено, що за умови реалізації запропонованих рекомендацій щодо удосконалення ЄДСЦЗ дієвість її функціонування зростає на 34 %.

Проведення розрахунків дієвості функціонування ЄДСЦЗ забезпечено використанням розробленої авторами розрахункової задачі “Прогноз дієвості функціонування ЄДСЦЗ”. Подальший напрям наукових досліджень вбачається у розробленні прогнозної моделі функціонування системи державного управління сферою цивільного захисту.

#### Література

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 14 вересня 2020 року “Про Стратегію національної безпеки України” : указ Президента України від 14.09.2020 №392/2020. URL : <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037>.
2. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>.
3. Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту : постанова Кабінету Міністрів України від 09.01.2014. № 11. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>.
4. Енциклопедичний словник з державного управління / уклад. : Ю. П. Сурмін, В. Д. Бакуменко, А. М. Михненко та ін. ; за ред. Ю. В. Ковбасюка, В. П. Трощинського, Ю. П. Сурміна. Київ : НАДУ, 2010. 820 с. URL : [http://academy.gov.ua/NMKD/library\\_nadu/Encycloped\\_vydanniy/14ff57eb-06bd-4b2b-8bfb-ead7f286d5dd.pdf](http://academy.gov.ua/NMKD/library_nadu/Encycloped_vydanniy/14ff57eb-06bd-4b2b-8bfb-ead7f286d5dd.pdf).
5. Государственное управление в сфере национальной безопасности : словарь-справочник / Г. П. Сытник, В. И. Абрамов, В. Ф. Смолянюк [и др.] ; под общ. ред. Г. П. Сытника. Киев : НАГУ, 2012. 496 с.
6. Каляев А. О. Военная безопасность в контексте глобального управления: украинский вимір : монографія. Львів : Вид-во Нац. акад. сухопутних військ ім. Гетьмана П. Сагайдачного, 2020. 340 с.

7. Волянський П. Б. Методологічні підходи до управління ризиками в процесі ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. *Інвестиції: практика та досвід* : наук.-практ.журн. 2013. № 13. С. 134–136. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2013\\_13\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2013_13_34).
8. Белей С., Лісіцин В. Використання модифікованого методу k-середніх кластерного аналізу в задачах державного управління з прогнозу кризових явищ соціально-економічного характеру. *Актуальні проблеми державного управління* : зб.наук.пр. ОРІДУ НАДУ. Одеса. Вип. 4, 2014. С. 211-214. URL : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdyo\\_2014\\_4\\_52](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdyo_2014_4_52).
9. Резнікова О. О., Войтовський К. Є. Лепіхов А. В. Національні системи оцінювання ризиків і загроз: кращі світові практики, нові можливості для України : аналіт. доп. за заг. ред. О. О. Резнікової. Київ. НІСД. 2020. 84 с. URL : <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-07/dopovid.pdf>.
10. Бестужев-Лада И. В., Саркисян С. А., Мельникова Е. Н. и др. Рабочая книга по прогнозированию : Изд. “Мысль”. 1982. 430 с. URL : [https://www.isras.ru/files/File/publ/Scan\\_2018/Bestuzhev\\_Rabochaya\\_kniga\\_prognozirovaniya\\_1982.pdf](https://www.isras.ru/files/File/publ/Scan_2018/Bestuzhev_Rabochaya_kniga_prognozirovaniya_1982.pdf).
11. Харазішвілі Ю. М. Системна безпека сталого розвитку: інструментарій оцінки, резерви та стратегічні сценарії реалізації: монографія / НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 304 с. URL : [https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Harazishvili\\_monograf\\_2019-ost.pdf](https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Harazishvili_monograf_2019-ost.pdf).
12. Вентцель Е. С. Исследование операций. Москва : Советское радио, 1972. 407 с.
13. Елементи дослідження складних систем військового призначення : монографія / О. М. Загорка та ін. НАОУ. Київ, 2005. 99 с.

### References

1. On the resolution of the National Security and Defense Council of Ukraine of September 14, 2020 «On the National Security Strategy of Ukraine». № 392/2020 § 22 et seq. (2020).
2. Civil protection Code of Ukraine. № 5403-VI § 8 et seq. (2012).
3. On approval of the Regulations on the integrated state civil protection system. № 11 § 2 et seq. (2014).
4. Surmin Yu. P., Bakumenko V. D., Mykhnenko A. M. et al. (2010). Encyclopedic dictionary in public administration. NAPA, 2010. 820.
5. Sytnik G. P., Abramov V. I., Smolianiuk V. F. et al. (2012), Public administration in the field of national security : dictionary. NAPA, 496.6. Kaliaiev A. O. (2020). Military security in the context of global governance: Ukrainian dimension. Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, 340.
7. Volianskyi P. B. (2013). Methodological approaches to risk management during emergencies' consequences elimination. *Investments: practice and experience*, 13, 134–136.
8. Bielai S., Lisitsyn V. (2014). Usage of the modified method of k-averages clusters analysis in public administration's tasks for forecasting crisis phenomena of socio-economic nature. *Actual problems of public administration*, 4, 211–214.
9. Reznikova O. O., Voitovskyi K. Ye., Lepikhov A. V. (2020). National risks and threats assessment systems: best world practices, new opportunities for Ukraine. NISS, 84.
10. Bestuzhev-Lada I. V., Sarkysian S. A., Minaiev E. C., Melnikova O. M. et al. (1982). *Workbook on forecasting*. Mysl, 430.
11. Kharazishvili Yu. M. (2019). Systemic security of sustainable development: assessment tools, reserves and strategic implementation scenarios. Institute of Industrial Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 304.
12. Venttsel O. S. (1972). *Operations research*. Soviet radio, 430.
13. Zahorka O. M., Mosov S. P., Sbytniev A. I., Stuzhuk P. I. (2005). *Elements of complex military systems' study*. NDAU, 99.