

УДК 351.86+355.58:519.2(477)

Потеряйко С. П.*кандидат військових наук, доцент,**Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,**Київ, Україна;**e-mail: sergiy_kiev@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-3787-0929***Бєлікова К. Г.***доктор наук з державного управління, старший науковий співробітник,**Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,**Київ, Україна;**e-mail: acutus@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-7475-2115***Твердохліб О. С.***доктор наук з державного управління, доцент,**Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту,**Київ, Україна;**e-mail: osio@i.ua; ORCID ID: 0000-0002-1502-2937***Орлова Н. С.***доктор наук з державного управління, професор,**Харківський національний економічний університет імена Семена Кузнеця, Україна;**e-mail: nsorlova78@gmail.com; ORCID ID: 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 і критерію її дослідження. Використано метод ранжування показників для визначення коефіцієнта їхньої відносної важливості в аспекті оцінювання дієвості функціонування зазначеної системи. Визначено інтегральні показники оцінювання дієвості функціонування єдиної державної системи цивільного захисту в поточному і прогнозованому станах. Сформульовано критерій дослідження цієї системи — умову (необхідну обставину), коли відношення між інтегральними показниками оцінювання поточного стану системи до прогнозованого становить менше ніж одиниця. 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 в поточному і прогнозованому станах, отримано чисельні значення показників. Визначено лінгвістичні параметри оцінювання дієвості функціонування системи в поточному і 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 поліпшення 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.

*Ph. D. in Military Sciences, Associate Professor,
Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;
e-mail: sergiy_kiev@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-3787-0929*

Bielikova K.

*Doctor of Public Administration, Senior Researcher,
Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;
e-mail: acutus@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-7475-2115*

Tverdokhlib O.

*Doctor of Public Administration, Associate Professor,
Institute of Public Administration and Research in Civil Protection, Kyiv, Ukraine;
e-mail: osio@i.ua; ORCID ID: 0000-0002-1502-2937*

Orlova N.

*Doctor of Public Administration, Professor,
Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine;
e-mail: nsorlova78@gmail.com; ORCID ID: 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.

JEL Classification C52, C53

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 і загрози сучасного динамічного й мінливого світу. Водночас вагомим значення набувають аналіз і прогнозування стану зовнішнього

і 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, їхнього 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. Наведено результати дослідження дієвості функціонування ЄДСЦЗ як невід’ємної складової сфери національної безпеки держави.

Ми послуговуємося такими базовими категоріями, як: НС — обставини, що характеризуються порушенням нормальних умов життєдіяльності населення і можуть призвести до виникнення загрози життю або здоров’ю населення [2]; ЄДСЦЗ — сукупність органів управління, сил і засобів центральних і місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підприємств, установ та організацій, що забезпечують реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту [3]. Прогнозне оцінювання вживаємо в 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 та організаційних заходів [4; 5].

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

Варіантом подолання відповідних труднощів може бути підхід, розглянутий у роботі [7], у якій резюмується, що ризики і невизначеність є невіддільними складовими життєдіяльності населення й процесів управління. Відповідно, невизначеність в умовах НС розглядається як стан, у 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 ухвалення управлінських рішень складно прогнозувати за швидкоплинних змін обставин.

Окрім того, актуальне наукове завдання щодо розроблення інноваційних методів аналізу і прогнозу розвитку НС соціально-економічного характеру розглянуто в роботі [8]. Тут майданчиком 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» дало можливість спільного використання зазначених методів і додаткового візуального аналізу ситуації на електронній карті, що значно спрощує роботу аналітичних підрозділів органів державного управління.

Задля розв’язання означеної проблеми в роботі [9] на основі вивчення кращих світових практик розроблено комплексну модель багаторівневої системи оцінювання загроз національній безпеці. Учені запропонували методологію та практичні рекомендації щодо оцінювання загроз, спроможностей, визначення уразливостей, а також концептуальні основи нормативно-правового забезпечення діяльності в цій сфері. Аргументовано зазначено, що інтегративна система оцінювання ризиків і загроз повинна охоплювати оцінку стану спроможностей органів управління та безпекових сил, потрібних для дієвого реагування на

загрози, НС на всіх 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 установити уразливості системи забезпечення національної безпеки і запропонувати вжиття оперативних заходів щодо посилення національної стійкості, зокрема й удосконалення кризового менеджменту.

Імовірним 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 в разі, коли об'єкт прогнозування або занадто простий, або настільки складний, що аналітично врахувати вплив багатьох факторів практично неможливо. Тоді 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. Усе 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 потрібно вирішити такі 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 формі 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 визначаємо за формулою (1) [10]:

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

де B_i — значення прогнозованої величини, дане i -тим фахівцем-експертом;

n — кількість фахівців-експертів у групі;

ε — задані межі мінливості середньої оцінки.

Окрім того, визначаємо дисперсію за формулою (2) [10]:

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

і наближене значення довірчого інтервалу:

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

де t — параметр, який визначаємо за таблицями критичних значень Стьюдента для заданого рівня довірчої ймовірності й числа ступенів свободи $k = (n - 2)$.

Довірчі кордони для значення прогнозованої величини обчислюємо за формулами: для верхньої межі $A_B = B + j$, для нижньої межі — $A_H = B - j$. Коефіцієнт варіації оцінок, поданих фахівцями-експертами, визначаємо за залежністю $v = \frac{\sigma}{B}$, де σ — середньоквадратичне відхилення.

Далі обчислюємо: коефіцієнт конкордації, що визначає ступінь узгодженості думок фахівців-експертів за важливістю кожного показника, який оцінюємо, і коефіцієнти парної рангової кореляції, що визначають ступінь узгодженості фахівців-експертів. Для цього здійснюємо 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 величину $T_i = \sum_{i=1}^n t_i^3 - t_e$ розраховуємо за наявності рівних рангів (n — кількість груп рівних рангів; t_e — кількість рівних рангів у групі). Коефіцієнт конкордації набуває значення в межах від 0 до 1. $W = 1$ означає повну узгодженість думок фахівців-експертів, за $W = 0$ — 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 в керівних документах.

Узагальнені основні завдання ЄДСЦЗ містяться у [2]. На етапі визначення показників оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах фахівці-експерти обирають із переліку завдань, покладених на ЄДСЦЗ, найбільш вагомі.

На підставі високого рівня знань, умінь і значного досвіду роботи у сфері цивільного захисту аналітиків-прогнозистів визначено базові показники. Зокрема: готовність органів управління (далі — ОУ), сил і 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 і виникнення НС (O_p). До них належать і проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт (далі — АРІНР) щодо ліквідації наслідків НС (A_r) і долучено визначальний показник — організацію міжвідомчої взаємодії під час реагування на НС (O_{vz}), який не окреслено в законодавстві. Вказаний фактор суттєво впливає на дієвість функціонування зазначеної системи. Упорядкованість цих показників (їхню значущість за порядком) визначають аналітики-прогнозисти на основі своїх особистісних і 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 потрібно 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]:

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

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 у роботі використовується метод ранжування [11—13].

Під ранжуванням розуміємо встановлення значущості показників на підставі їх упорядкування, що здійснюється аналітиком-прогнозістом.

Для встановлення рангу важливості часткових показників залучають фахівців-експертів. Ранг важливості i -го часткового показника розраховуємо за залежністю [11—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 всіх часткових показників, що входить до складу інтегрального показника.

Усі розраховані значення рангів важливості часткових показників додають [11—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 і додати показник, що не враховано в законодавстві.

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

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

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

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}	$1 > O_{vz} > 0$	$1 > O_{vz} > 0$

Як інструмент для оцінювання прогнозованої дієвості функціонування ЄДСЦЗ у роботі використовується шкала бажаності Харрінгтона, яку наведено 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 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 далі. 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 визначаємо за формулою (10) [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 -тий 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 визначаємо за формулою (11) [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 -тий 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 від одиниці та визначаємо за формулою (12), розробленою 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 розраховують за формулами (6) і (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 формулою (8): $W_{BG} = 0,25$, $W_{BZns} = 0,22$, $W_{Bop} = 0,18$, $W_{vz} = 0,14$, $W_{Bar} = 0,11$, $W_{BPr} = 0,07$, $W_{BNn} = 0,03$.

Далі розраховуємо значення інтегральних показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у зазначених станах — формули (9) і (10). Цей розрахунок здійснено на основі значень показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах, коефіцієнтів відносної важливості показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ (W_{1-7}). Також ураховуємо середнє значення прогнозованої величини показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ — формула (1).

Визначаємо досягнення критерію дієвості функціонування ЄДСЦЗ — формула (11). У разі недосягнення критерію здійснюється перевірка узгодженості прогнозних значень, наданих фахівцями-експертами, і 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 формулою (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 в *табл. 3*.

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

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

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

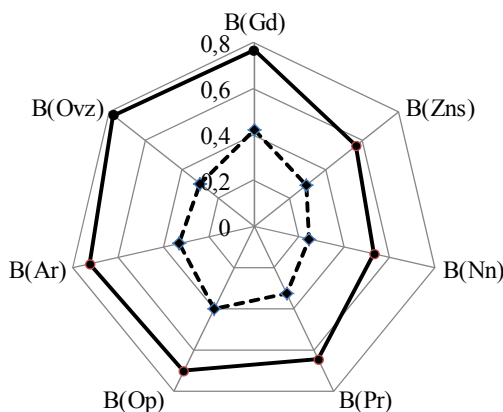


Рис. 1. Взаємозв'язок між показниками дієвості функціонування системи в поточному і прогнозованому станах

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

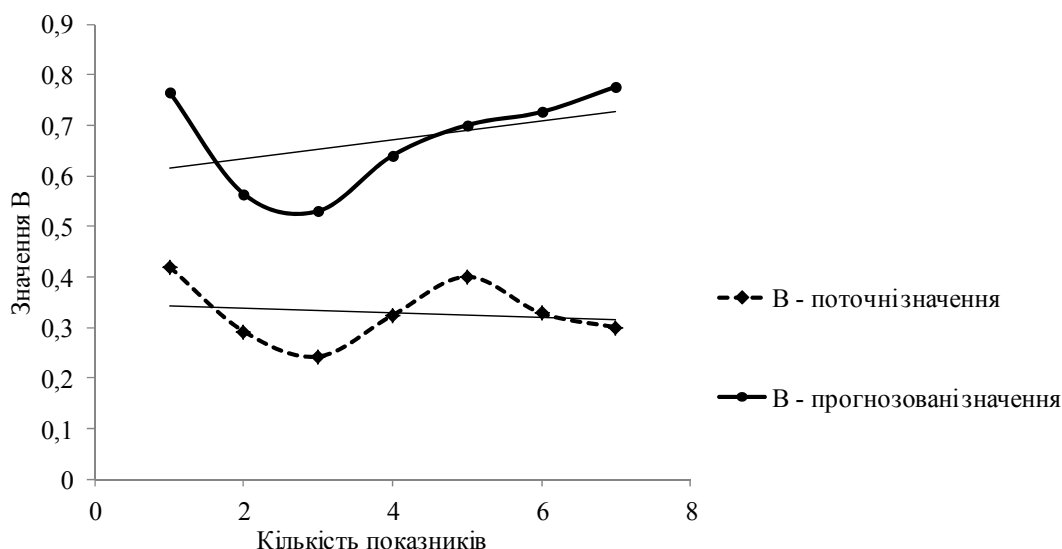


Рис. 2. Значення показників дієвості функціонування системи у поточному і прогнозованому станах

Розраховуємо значення інтегральних показників дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному стані та у прогнозованому стані за формулами (9) і (10):

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

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

Визначаємо за формулою (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 за одиницю:

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

Отже, $D < 1$, тобто критерій стану дієвості функціонування ЄДСЦЗ досягнуто за умови реалізації вказаних заходів удосконалення ЄДСЦЗ. Відповідно до прогнозу дієвості 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 щодо 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 і 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 досягти за рахунок створення гнучких багатофункціональних підрозділів із новітньою технікою та оснащенням, які здатні виконувати найбільш комплексні завдання у складних умовах НС.

Важливим показником оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ є готовність ОУ, сил і 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 і 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, обґрунтовано використання методу експертних оцінок і методу ранжування показників для оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ. Розроблено часткові та інтегральні показники оцінювання дієвості функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах. Так, інтегральний показник дієвості функціонування системи в 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 в поточному стані до прогнозованого становить менше за одиницю. Оцінено дієвість функціонування ЄДСЦЗ у поточному і прогнозованому станах із використанням розробленої розрахункової задачі та встановлено, що за умови реалізації запропонованих рекомендацій щодо удосконалення ЄДСЦЗ дієвість її функціонування зросте на 34 %.

Проведення розрахунків дієвості функціонування ЄДСЦЗ забезпечено використанням розробленої авторами розрахункової задачі «Прогноз дієвості функціонування ЄДСЦЗ». Подальший напрям наукових досліджень вбачаємо в розробленні прогнозової 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. *Відомості Верховної Ради України*. 2013. № 34—35. 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. *Законодавство України*. 2014. 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. Трошинського, Ю. П. Сурміна. Київ : НАДУ, 2010. 820 с. URL : 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. Смолянок [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*. 2013. № 13. С. 134—136. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2013_13_34.

8. Белай С., Лісцин В. Використання модифікованого методу k-середніх кластерного аналізу в задачах державного управління з прогнозу кризових явищ соціально-економічного характеру. *Актуальні проблеми державного управління / ОРІДУ НАДУ*. Одеса, 2014. Вип. 4. С. 211—214. URL : 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 : аналіз. доповідь / 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. Москва : Изд. «Мысль», 1982. 430 с. URL : 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.
12. Вентцель Е. С. Исследование операций. Москва : Советское радио, 1972. 407 с.
13. Загорка О. М. та ін. Елементи дослідження складних систем військового призначення : монографія / НАОУ. Київ, 2005. 99 с.

Статтю рекомендовано до друку 04.02.2022

© Потеряйко С. П., Белікова К. Г., Твердохліб О. С., Орлова Н. С.

References

1. *Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 14 veresnia 2020 roku «Pro Stratehiuu natsionalnoi bezpeky Ukrainy»: ukaz Prezidenta Ukrainy vid 14.09.2020 № 392/2020 [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of September 14, 2020 «On the National Security Strategy of Ukraine»: Decree of the President of Ukraine of 14.09.2020 № 392/2020]*. (2020). Retrieved from <https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037> [in Ukrainian].
2. Verkhovna Rada Ukrainy. (2013). Kodeks tsyvilnoho zakhystu Ukrainy: Zakon Ukrainy vid 02.10.2012 № 5403-VI [Code of Civil Protection of Ukraine: Law of Ukraine of 02.10.2012 № 5403-VI]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy — Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine*, 34—35. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> [in Ukrainian].
3. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2014). Pro zatverdzhennia Polozhennia pro yedynu derzhavnu systemu tsyvilnoho zakhystu: postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 09.01.2014 № 11 [On approval of the Regulation on the unified state system of civil protection: Resolution dated 09.01.2014 № 11]. *Zakonodavstvo Ukrainy — Legislation of Ukraine*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
4. Surmin, Yu. P., Bakumenko, V. D., & Mykhnenko, A. M. (et al.). (2010). *Entsyklopedychnyi slovnyk z derzhavnoho upravlinnia [Encyclopedic Dictionary of Public Administration]*. Yu. V. Kovbasiuk, V. P. Troshchynskiy, Yu. P. Surmin (Eds.). Kyiv: NADU. Retrieved from http://academy.gov.ua/NMKD/library_nadu/Encycloped_vydanniy/14ff57eb-06bd-4b2b-8bfb-ead7f286d5dd.pdf [in Ukrainian].
5. Sytnik, G. P., Abramov V. I., & Smolyanyuk, V. F. (et al.). (2012). *Gosudarstvennoe upravlenie v sfere nacional'noj bezopasnosti: slovar'-spravochnik [State administration in the sphere of national security: a reference dictionary]*. G. P. Sytnik (Ed.). Kiev: NAGU [in Russian].
6. Kaliaiev, A. O. (2020). *Voienna bezpeka v konteksti hlobalnoho upravlinnia: ukraïnskyi vymir [Military security in the context of global governance: the Ukrainian dimension]*. Lviv: Vyd-vo Nats. akad. Sukhoputnykh viisk im. Hetmana P. Sahaidachnoho [in Ukrainian].
7. Volianskyi, P. B. (2013). Metodolohichni pidkhody do upravlinnia ryzykamy v protsesi likvidatsii naslidkiv nadzvychainykh sytuatsii [Methodological approaches to risk management in the process of emergency response]. *Investytsii: praktyka ta dosvid — Investments: practice and experience*, 13, 134—136. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2013_13_34 [in Ukrainian].
8. Bielai, S., & Lisitsyn, V. (2014). Vykorystannia modyfikovanoho metodu k-serednikh klasterneho analizu v zadachakh derzhavnoho upravlinnia z prohnozu kryzovykh yavyshech sotsialno-ekonomichnoho kharakteru [The use of a modified method of k-means cluster analysis in public administration tasks for the forecast of crisis phenomena of socio-economic nature]. *Aktualni problemy derzhavnoho upravlinnia — Actual problems of public administration*, 4, 211—214. Odessa. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/apdyo_2014_4_52 [in Ukrainian].
9. Reznikova, O. O., Voitovskyi, K. Ye., & Lepikhov, A. V. (2020). *Natsionalni systemy otsiniuvannia ryzykiv i zahroz: krashechi svitovi praktyky, novi mozhlyvosti dlia Ukrainy [National systems of risk and threat assessment: best world practices, new opportunities for Ukraine]*. O. O. Reznikova (Ed.). Kyiv: NISD. Retrieved from <https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-07/dopovid.pdf> [in Ukrainian].
10. Bestuzhev-Lada, I. V., Sarkisyan, S. A., & Mel'nikova, E. N. (et al.). (1982). *Rabochaya kniga po prognozirovaniyu [Working book on forecasting]*. Moscow: Izd. «Mysl'». Retrieved from https://www.isras.ru/files/File/publ/Scan_2018/Bestuzhev_Rabochaya_kniga_prognozirovaniya_1982.pdf [in Russian].
11. Kharazishvili, Yu. M. (2019). *Systemna bezpeka staloho rozvytku: instrumentarii otsinky, rezervy ta stratehichni stsenarii realizatsii [System security of sustainable development: assessment tools, reserves and strategic implementation scenarios]*. Kyiv Retrieved from https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Harazishvili_monograf_2019-ost.pdf [in Ukrainian].
12. Ventcel', E. S. (1972). *Issledovanie operacij [Research operations]*. Moscow: Sovetskoe radio [in Russian].
13. Zahorka, O. M. (et al.). (2005). *Elementy doslidzhennia skladnykh system viiskovoho pryznachennia [Elements of research of complex systems of military purpose]*. Kyiv [in Ukrainian].

The article is recommended for printing 04.02.2022

© Poteriaiko S., Belikova K., Tverdokhlib O., Orlova N.