

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ ТА СИСТЕМИ INFORMATION RESOURCES AND SYSTEMS

UDC 519.816. 351.862; 355.58

Oleksandr V. Nesterenko^{1,2}, Dr. Sc. (Tech.), Associate Professor, Senior Researcher
ORCID 0000-0001-5329-889X *e-mail*: on@rit.org.ua

¹ Ukrainian Research Center for Information Technology Development, Kyiv, Ukraine

² National Academy of Management, Kyiv, Ukraine

EXPERT ASSESSMENT METHOD OF CAPABILITIES CIVIL DEFENSE FORCES

Abstract. *The article proposes an approach to expert assessment of the capabilities of civil defense forces in multicriteria tasks. To implement the approach, taking into account the specifics of the subject area, the possibility of a method of supporting expert decisions, which combines the use of ontologies, voting procedures of experts, and relevant calculation procedures. The general scheme of the environment for making expert decisions on assessing the capabilities of civil defense forces on the example of emergency rescue formation is given. It is shown that the main normative sources for decision-making on capacity assessment are the catalog of basic components of capabilities and the list of criteria for their assessment. The choice is made from three alternatives – ready for action as intended, limited ready, or not ready. The problem of capacity assessment was set, a variant of the scale of quantitative characteristics of capabilities, and the level of expert assessment was proposed. The correct choice of the voting procedure of experts is substantiated, which contributes to finding an agreed solution. It is determined that to ensure high-quality elaboration of the task hierarchy, control, and increase the objectivity of the formation of characteristic vectors, the subject area must be presented in the form of an ontological information model. Attributive descriptions (properties) of the criteria are presented in the ontological database in the form of frames, the slots of which contain the corresponding numerical or linguistic data. Appropriate computer web tools have been proposed to support remote access capability assessment technology.*

Keywords: *civil defense; expert decisions; multicriteria; capabilities; ontology; voting*

О.В. Нестеренко^{1,2}

¹ Український науковий центр розвитку інформаційних технологій, м. Київ, Україна

² Національна академія управління, м. Київ, Україна

МЕТОД ЕКСПЕРТНОЇ ОЦІНКИ СПРОМОЖНОСТЕЙ СИЛ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Анотація. *У статті запропоновано підхід до експертного оцінювання спроможностей сил цивільного захисту в багатокритеріальних задачах. Для реалізації підходу розглянуто, з урахуванням специфіки предметної області, можливості методу підтримки експертних рішень, що поєднує застосування онтологій, процедури голосування експертів та відповідних розрахункових*

процедур. Наведено загальну схему середовища прийняття експертних рішень щодо оцінювання спроможностей сил цивільного захисту на прикладі аварійно-рятувального формування. Показано, що основними нормативними джерелами для прийняття рішення щодо оцінювання спроможностей є каталог базових компонентів спроможностей та перелік критеріїв їх оцінки. Вибір здійснюється з трьох альтернатив – готове до дій за призначенням, обмежено готове або не готове. Здійснено постановку задачі оцінювання спроможностей, запропоновано варіант шкали кількісних характеристик спроможностей та рівні експертного оцінювання. Обґрунтовано правильний вибір процедури голосування експертів, що сприяє знаходженню узгодженого рішення. Визначено, що для забезпечення якісного опрацювання ієрархії задачі, контролю та підвищення об'єктивності формування векторів характеристик предметну область необхідно представити у вигляді онтологічної інформаційної моделі. Атрибутивні описи (властивості) критеріїв подаються в онтологічній базі даних у вигляді фреймів, у слотах яких містяться відповідні числові чи лінгвістичні дані. Для підтримки технології супроводу процесу оцінювання спроможностей в режимі віддаленого доступу запропоновано відповідний комп'ютерний веб-інструментарій.

Ключові слова: цивільний захист; експертні рішення; багатокритеріальність; спроможності; онтологія; голосування

DOI: <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.3.88-101>

Вступ

В останні роки у секторі безпеки проводяться заходи щодо переходу до управління на засадах моделі визначення і оцінювання спроможностей (*Capability-Based Planning*), яка є базовою в країнах-членах НАТО, зокрема на основі європейського досвіду в рамках Механізму цивільного захисту ЄС. Питання щодо розвитку безпекових спроможностей держави викладено у Концепції розвитку сектору безпеки і оборони України, затвердженій указом Президента України. Спроможності у системі безпеки пов'язані з розумінням “стійкості” як “спроможності системи надійно функціонувати у штатному режимі, адаптуватися до умов, що постійно змінюються, протистояти та швидко відновлюватися після реалізації загроз” [1].

Огляд наукових публікацій показує, що існує достатньо досліджень стосовно визначення спроможностей окремих складових сектору безпеки і оборони України [2]. При цьому, у своїй більшості, наукові праці стосуються визначення та оцінювання спроможностей ЗС України, тоді як у сфері цивільного захисту (ЦЗ) дослідження стосовно визначення спроможностей сил та засобів ЦЗ тільки розпочато [3].

Відмічається, що в умовах сьогодення під час визначення переліку необхідних спроможностей безпекових структур головним питанням є раціональний підхід до планування ресурсів для формування та утримання відповідних організаційно-штатних структур, оснащення технічними засобами. Одним із ключових завдань цього процесу, що потребує практичного вирішення, є визначення переліку необхідних спроможностей сил ЦЗ та їх оцінювання.

Процес оцінювання та вибору оптимального варіанта складу сил передбачає використання відповідних аналітичних інструментів та спрямованість на визначення найраціональнішого варіанта створення необхідних спроможностей, які забезпечать виконання визначених завдань за

усіма сценаріями. Водночас характерними рисами управління в сфері ЦЗ на сучасному етапі є зростання динаміки всіх процесів, що знаходиться в відображенні у різкому збільшенні обсягів інформації, потрібної для опрацювання. У таких умовах предметній області притаманна значна чисельність аспектів або властивостей, що впливають на якість прийнятого рішення. В цілому це призводить до того, що задачі прийняття рішень щодо оцінювання спроможностей зазвичай є багатокритеріальними.

Дослідники та фахівці пропонують низку підходів до підтримки прийняття рішень у такому середовищі. Більшість з них спираються на евристичні інтерактивні (експертні) методи, які певною мірою дають змогу вирішувати поставлені завдання [4–8]. Це знаходить своє відображення й в нормативних документах [2]. Вважається, що необхідною умовою застосування багатокритеріальних методів є наявність множини критеріїв, за кожним з яких може бути оцінена кожна альтернатива, особа, що приймає рішення (ОПР), та група компетентних експертів, що «повністю володіють проблемою».

У сфері цивільного захисту країни дослідження питань планування на основі спроможностей розглядаються в роботах багатьох авторів, зокрема С.О. Андреева, П.Б. Волянського, Н.Г. Клименка, А.М. Любінського, В.М. Михайлова, А.А. Слюсара та ін. У цих роботах в основному аналізуються питання розроблення методичного апарату організації управління та оцінювання ефективності витрат на утримання і розвиток сил, способів виконання спільних завдань та ін. Однак, незважаючи на численні наукові доробки з означених питань, необхідно зауважити, що визначення способів формування та оцінювання спроможностей підрозділів ЦЗ стосовно виконання завдань у визначених умовах, аналізу і переведення якісних показників спроможностей у кількісні потребують окремого наукового дослідження.

Постановка задачі дослідження

Вимоги до спроможності можна сформулювати наступним чином – це кількісно-якісні показники, умови та критерії, які характеризують здатність конкретної організаційної структури ЦЗ (загону, частини, підрозділу тощо) до виконання визначених завдань протягом реального часу за певних умов обстановки, ресурсного забезпечення та відповідно до встановлених норм, статутів, положень [3].

Прийняття рішення, що зазвичай покладається в основу процедури оцінювання спроможностей, зводиться до оцінювання альтернатив на основі принципу індивідуально-колективної роботи експертів. В групі експертів кожен експерт може як надавати свої пропозиції щодо оцінювання альтернатив, так і брати участь у процесі обговорення пропозицій інших експертів. Оцінювання проводиться з використанням низки критеріїв для визначення відранжованої підмножини (переліку) альтернатив, найбільш прийнятних для вирішення задачі, серед яких на першому місці буде «найкраща» альтернатива, тобто зазвичай та, що задовольняє більшість експертів.

Такі методи вимагають значних інтелектуальних зусиль експертів, створюють організаційно-технічне навантаження на організаторів проведення експертного опитування та часто потребують чимало часу для проведення. Водночас необхідно зазначити, що ці методи є зручними для застосування лише на достатньо простих задачах. Для підтримки рішень у складних задачах

зі значною кількістю показників та критеріїв має застосовуватись автоматизація експертних процедур. Для цього вони мають бути перетворені в алгоритм, що реалізується програмним кодом, тобто мати формальне (алгоритмічне, математичне) представлення. Також на практиці під час розв'язання багатокритеріальних задач не завжди є можливість використання експертами визначених (наявних) техніко-економічних характеристик альтернатив, особливо в оперативних ситуаціях, що також, для запобігання необґрунтованим судженням експертів, потребує інформаційної підтримки на основі засобів автоматизації.

З метою оптимізації процесів експертної діяльності в подібних задачах, зокрема у сфері оборонного планування, дослідженням [9] запропоновано інтеграцію експертного методу оцінювання альтернатив з онтологічним представленням даних та візуалізацією процесу порівнянь. Результати дослідження свідчать про певну ефективність такого підходу. Тому доцільною є необхідність розроблення на основі подібних підходів відповідного методу для вирішення практичних задач у сфері ЦЗ, використання якого дозволило б експертній групі оперативно за пластичною уніфікованою процедурою «найліпший» спосіб виконати поставлені завдання.

Формалізований опис методу

Запропонований метод оцінювання спроможностей розглянемо на прикладі аварійно-рятувального формування (АРФ) як одного з видів сил ЦЗ. Прийняття рішень щодо оцінки спроможностей АРФ здійснюється у складному інформаційно насиченому середовищі, що пов'язане з розглядом варіантів готовності застосування різних складових АРФ для виконання завдань, визначених за прогнозованими сценаріями (рис. 1). При цьому потрібно забезпечити прийняття раціональних рішень щодо балансування між можливостями конкретного АРФ та цілями і завданнями його застосування.

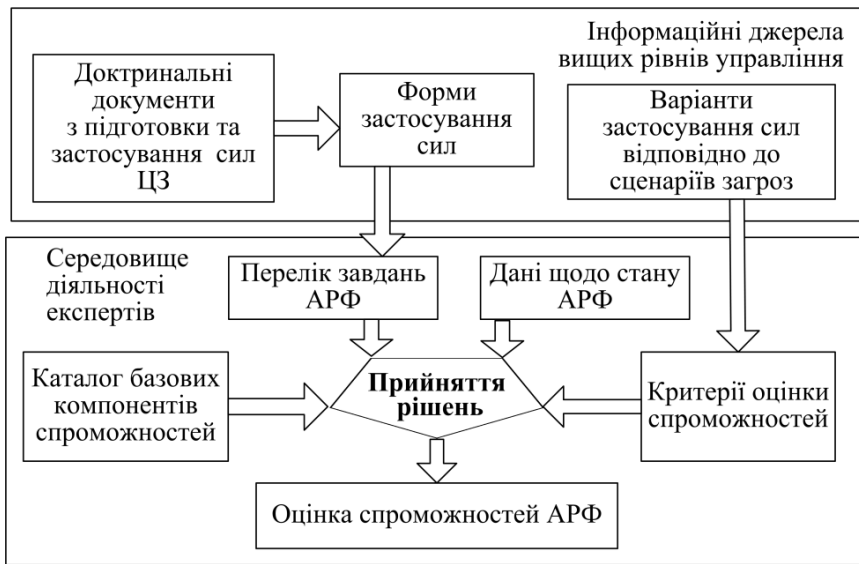


Рис. 1 – Середовище прийняття експертних рішень щодо оцінювання спроможностей АРФ

Зазвичай у такому середовищі оцінка альтернатив визначається за множиною критеріїв на основі значень оцінок за частковими показниками з використанням спеціально розроблених вербально-числових шкал, що встановлюють вагомість часткових показників. При цьому, як правило, показники групуються в блоки. Множину критеріїв (підкритеріїв), за якими мають оцінюватись альтернативи, формує особа, що приймає рішення (ОПР), або група експертів за її дорученням. Критерії утворюють ієрархію, причому вона може бути несиметричною. Для узагальненої оцінки беруться значення за укрупненими критеріями. У даному випадку оцінювання спроможностей АРФ критерії є заздалегідь сформульованими і представлені основним нормативним джерелом – Каталогом базових компонентів спроможностей (БКС), що включає Критерії оцінки БКС (КОБКС). Склад БКС наведено в табл. 1. Між цими десятима БКС розподілена певна кількість КОБКС. Приклад КОБКС, що стосуються БКС за номерами 7, 8 (умовні позначення ІНЗ, РЕЗ), наведено в табл. 2.

Таблиця 1 – Базові компоненти спроможностей

№ з/п	Назва БКС	Умовне позначення
1.	Нормативне забезпечення	НОЗ
2.	Організація	ОРГ
3.	Планування та запобігання	ПЛЗ
4.	Персонал	ПЕР
5.	Професійна підготовка	ПРП
6.	Готовність АРФ	ГОТ
7.	Індивідуальний захист	ІНЗ
8.	Ресурсне забезпечення	РЕЗ
9.	Інфраструктура	ІНФ
10.	Сумісність	СУМ

Рішення щодо спроможностей АРФ пов'язане з визначенням готовності АРФ до виконання поставлених завдань і має бути прийняте на основі ще одного нормативу – Критеріїв інтегрованої оцінки спроможностей (КІО). КІО представляють перелік вимог за трьома альтернативами як результатами оцінювання спроможностей АРФ:

- 1) "готове до дій за призначенням";
- 2) "обмежено готове до дій за призначенням";
- 3) "не готове до дій за призначенням".

Альтернативи тут розуміються як необхідність вибору з можливостей, що виключають одна одну, тобто це вибір, що допускає одну з кількох можливостей.

КІО спроможностей АРФ пов'язані з оцінками, отриманими в результаті застосування КОБКС. Наприклад, для альтернативи "готове до дій за призначенням" такий критерій інтегрованої оцінки, як «коефіцієнт технічної готовності засобів індивідуального захисту рятувальників, радіаційного, хімічного та бактеріологічного захисту», має бути не нижче ніж 0,95, а для другої альтернативи – "обмежено готове до дій за призначенням" – має становити не нижче 0,9. Ці показники визначаються при оцінці критеріїв БКС 7.1, 7.2, 7.3.

Таблиця 2 – Критерії оцінки базових компонентів спроможностей

№ БКС	№ критерію	Критерій	Умовне позначення
7	Індивідуальний захист		ІНЗ
	7.1	стан засобів захисту органів дихання (респіратори, протигази, акваланги, саморятівники тощо)	СЗО
	7.2	стан засобів захисту шкіри (водолазні, протитеплові, газозахисні костюми тощо)	СЗШ
	7.3	стан реанімаційної апаратури (апарат штучної вентиляції легенів тощо)	СРА
	7.4	закріплення засобів індивідуального захисту за рятувальниками	ЗЗІ
	7.5	вміння особового складу застосовувати засоби індивідуального захисту	ВЗЗ
	7.6	ведення обліку та проведення періодичних перевірок засобів індивідуального захисту рятувальників	ВОб
8	Ресурсне забезпечення		РЕЗ
	8.1	укомплектованість АРФ оснащенням та транспортними засобами згідно з табелем оснащення, затвердженим засновником АРФ;	ОСН
	8.2	технічна справність і готовність до застосування оснащення згідно з інструкцією з експлуатації	СПР
	8.3	своєчасність випробувань і профілактичних перевірок оснащення і матеріалів оперативного призначення та наявність відповідних документів	ПРФ
	8.4	наявність пристроїв та умов для проведення випробувань і перевірок обладнання у підрозділах	ВІР
	8.5	технічний стан транспортних засобів та наявність відповідних запасних частин до них	СТТ
	8.6	стан метрологічного обслуговування	СТМ
	8.7	закріплення спеціального технічного оснащення за рятувальниками	ЗКР
	8.8	робота командування АРФ з підтримки спеціального технічного оснащення у справному стані	КОМ
	8.9	забезпеченість необхідною спеціальною технікою, обладнанням та оснащенням, запасами матеріально технічних засобів та витратних матеріалів, а також фінансовими ресурсами	ЗРС

Таким чином, загальну постановку задачі багатокритеріального оцінювання спроможностей АРФ можна сформулювати наступним чином.

Дано: 1) $A = \{A_n\}$, $n = (1,2,3)$ – множина альтернатив; 2) $K = \{K_i\}$, $i = (\overline{1, P})$ – множина КОБКС; 3) $K^I = \{K_j^I\}$, $j = (\overline{1, Q})$ – множина КЮ. (Значення P і Q визначаються діючими на даний час нормативними документами, наприклад, на момент написання статті $P = 64$).

Потрібно: 1) визначити кортеж оцінок за всіма КОБКС $S_i = \{S_1, S_2, \dots, S_p\}$; 2) ранжирувати альтернативи з урахуванням отриманих оцінок; 3) знайти інтегровану кардинальну оцінку кожної альтернативи з урахуванням відповідності КІО, тобто визначити множину $R = \{R_n\}$ рейтингів альтернатив.

Графічно постановка задачі оцінювання спроможностей АРФ на прикладі критеріїв, наведених у табл. 2, показана на рис. 2.

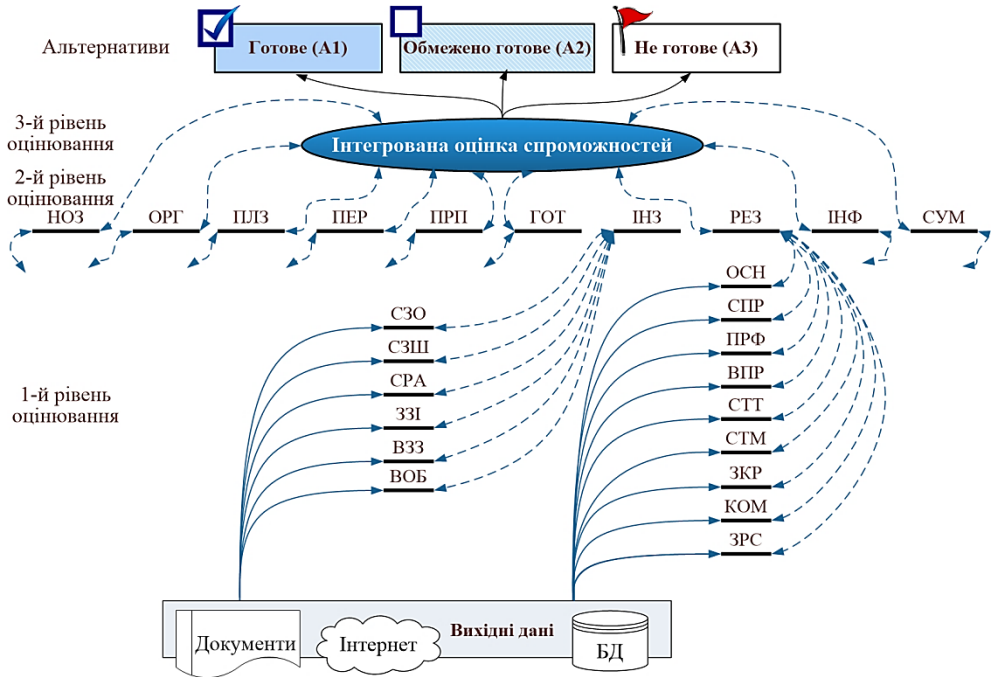


Рис. 2 – Приклад постановки задачі оцінювання спроможностей АРФ

На першому рівні оцінювання кожен експерт на підставі інспектування поточного стану АРФ та з використанням вихідних даних приймає рішення по кожному з КОБКС щодо кількісної оцінки. Вихідні дані визначають (деталізують) спроможності АРФ тактико-технічними характеристиками, стандартами, інструкціями щодо застосування тощо.

Кількісна оцінка може формуватися на основі вербально-числової шкали. Така шкала передбачає або бальні оцінки, що зазвичай будуються в діапазонах від 1 до 5, від 1 до 10, від 1 до 100, або на проміжку $[0,1]$, як, наприклад, шкала узагальненої функції бажаності Е. Харрінгтона. Метод Харрінгтона, в основі якого лежить ідея перетворення натуральних значень особистих відгуків експертів у безрозмірну шкалу бажаності (переваг), є достатньо поширеним в економетричних дослідженнях. Однак бальні оцінки є загальноприйнятими в експертних методах, при цьому відповідні шкали прописуються в нормативних документах сфери безпеки [2]. Варіант бальної шкали, що пропонується, та, для порівняння, шкали Харрінгтона наведено в табл. 3. Запропонована 100-бальна шкала є загальнозживаною для оцінки якості певних досягнень. Вона є зручною й інтуїтивно зрозумілою для експертів.

Таблиця 3 – Варіант шкали кількісних характеристик спроможностей

Варіанти найменування оцінки (якісні значення лінгвістичної змінної)	Бальна шкала	Шкала Е. Харрінгтона
Відповідає нормативу (гарно, відмінно)	90-100	0,8-1
Значно краще середнього рівня (добре)	60-89	0,63-0,8
На середньому рівні (задовільно)	40-59	0,37-0,63
Гірше середнього рівня (незадовільно)	20-39	0,2-0,37
Не відповідає нормативу (погано)	0-19	0-0,2

На другому рівні оцінювання проводиться оцінювання кожного БКС шляхом розрахунку середнього значення бальних оцінок КОБКС, отриманих на першому рівні:

$$O_i^{BKC} = \frac{\sum_{j=1}^{C_i} O_j^{K_i}}{C_i}, \quad (1)$$

де O_i^{BKC} – оцінка i -го БКС;

C_i – кількість КОБКС i -го БКС;

$O_j^{K_i}$ – оцінка за j -м КОБКС i -го БКС, отримана на першому рівні оцінювання.

Для попередньої орієнтації у наближенні до ранжирування альтернатив доцільно обрахувати й середню оцінку по всіх БКС, тобто

$$O^{BKC} = \frac{\sum_{i=1}^{10} O_i^{BKC}}{10}. \quad (2)$$

На третьому рівні проводиться порівняння отриманих оцінок першого рівня $O_j^{K_i}$ та середніх другого рівня O_i^{BKC} з нормативами Критеріїв інтегрованої оцінки спроможностей. У порівнянні беруть участь обидва типи оцінок, тому що перелік КІО побудований таким чином, що включає характеристики як першого, так і другого рівнів. Для рейтингування порівняння починається з нормативів першої альтернативи ("готове до дій за призначенням") і робиться висновок щодо відповідності. У разі виявлення недотримання нормативних вимог переходять до КІО за другою альтернативою. Якщо на цьому кроці також є негативні результати, розглядається вибір третьої альтернативи.

В результаті порівнянь та з урахуванням O^{BKC} експерт приймає рішення щодо рейтингу альтернатив і виносить на обговорення відповідну пропозицію щодо готовності АРФ. Далі відбувається груповий вибір однієї з альтернатив з пропозицій експертів щодо готовності АРФ.

Необхідно зазначити, що цей етап, пов'язаний з третім рівнем оцінювання, є найскладнішим. Річ у тому, що значна частина КІО сформульовані у якісному узагальненому вимірі, що потребує узгодженого зіставлення експертами попередніх кількісних оцінок з цими описами. Крім того, кожен з експертів до

третього рівня оцінювання може підійти з різними результатами перших двох етапів, і, як наслідок, підсумкові пропозиції експертів також будуть відрізнятися. Виходячи з цього, можна зробити висновок про наявність принаймні двох суттєвих проблем, що ускладнюють розв'язання задачі.

Перш за все, очевидно, що які б підходи до оцінки спроможностей не використовувались, для підтримки прийняття рішень експертами у складному інформаційному просторі необхідно забезпечити збір, подання та аналіз на різних рівнях значної сукупності гетерогенних даних. Таким чином, для забезпечення якісного опрацювання та підвищення об'єктивності формування векторів характеристик предметну область (ПДО) необхідно представити у вигляді певної інформаційної моделі. Ця модель має найбільш точно відображати структуру та деталізацію об'єктів ПДО для чіткого визначення показників, характеристик, критеріїв та іншої інформації, адже від цього в першу чергу залежить якість отриманого рішення. Погрішності на етапі структуризації даних зазвичай призводять до утворення хибних моделей прийняття рішення, які зумовлюють отримання некоректних результатів.

Одним із методів, що дозволяє вирішувати зазначену проблему, є онтологічне представлення ПДО як детального опису предметної області за допомогою концептуальної схеми, що складається з ієрархічної структури даних та містить інформацію про властивості, а також про відношення між поняттями та об'єктами [10–12]. Саме формалізація подання відношень в онтології робить можливим їх використання для розв'язання широкого спектру задач. Онтологічний підхід дозволяє інтегрувати експертні знання на основі загального розуміння інформаційних структур, забезпечує багатократне застосування знань з ПДО, надає засоби для аналізу знань. При цьому важливо, що онтологія забезпечує підтримку прийняття рішень за рахунок можливості програмно-інтерпретованого комп'ютерного подання знань про конкретну ПДО і, як наслідок, застосування для аналізу відповідних інформаційних технологій. Атрибутивні описи (властивості) критеріїв можуть бути представленими в онтологічній базі даних у вигляді фреймів, у слотах яких містяться відповідні числові чи лінгвістичні дані [13]. Ці дані мають використовуватись експертами в процесі прийняття ними рішень щодо оцінювання спроможностей.

Другою з вищезгаданих проблем є узгодження індивідуально-колективної роботи в групі експертів. В процесі розгляду питання кожен експерт повинен мати право як надавати власні пропозиції щодо оцінювання характеристик спроможностей, так і брати участь в ітераційному процесі оцінювання пропозицій інших експертів з метою вибору найбільш прийняттого варіанта.

Найбільш розповсюдженим способом прийняття колективного рішення в таких експертних групах є голосування. Хоча в літературі описано багато десятків процедур голосування, які істотно відрізняються одна від одної (метод відносної більшості, метод схвального голосування, метод Борда, метод Кондорсе та інші), на практиці використовуються лише кілька стандартних процедур. Правильний вибір процедури голосування сприяє знаходженню узгодженого рішення. Тим не менш неможливо виділити в деякому сенсі кращу процедуру, що має переваги в порівнянні з усіма іншими процедурами, або розділити всі ситуації, що виникають, на типові групи і для кожної з них вказати кращу процедуру. Добір процедури голосування зазвичай пов'язаний зі специфікою питань, що розглядаються.

З урахуванням цього та вимоги спрощення для експертів процесу оцінювання доцільним є вибір методу голосування, за яким кожний експерт має право підтримати одну або декілька альтернатив та може зазначити проти якої альтернативи він не заперечує. Це дозволяє приймати експертам рішення, найближчі до консенсусного. Якщо ж за цим методом більш ніж одна альтернатива здобуде перевагу, можна використати як додатковий такий метод, за яким кожний експерт має проголосувати тільки за одну альтернативу.

Отже, загальний алгоритм методу проведення оцінювання спроможностей АРФ, що пропонується, може бути представлений таким чином (рис. 3).

Для підтримки технології експертного супроводу процесу оцінювання спроможностей як найпростіший варіант достатньо застосування локальних комп'ютерних засобів, зокрема електронних таблиць (Excel, Calc), які дозволяють автоматизувати розрахунки та візуалізувати результати у вигляді відповідних таблиці та діаграм. Але більш доцільним є створення комплексного комп'ютерного інструментарію, що відповідатиме алгоритму, наведеному на рис. 3. Для забезпечення режиму віддаленого доступу інструментарій має створюватись за вимогами веб-технологій. Питання застосування інформаційних технологій в управлінні оборонними ресурсами значною мірою опрацьовані, що дозволяє створювати високоефективний інструментарій управління і в сфері цивільного захисту [14].

Веб-інструментарій експертного методу, що пропонується, має підтримувати функціональність голосування та розрахункових процедур з рольовим механізмом доступу експертам, кінцевим користувачам та персоналу, що здійснює адміністрування, з відповідними повноваженнями щодо доступу до окремих ресурсів та функціональності.

Як приклад формалізований опис процедур «Подання первинної пропозиції оцінки» та «Процес голосування» у вигляді діаграм бізнес-процесів за стандартизованою нотацією BPMN 2.0 наведено на рис. 4, 5.

Діаграма процесу голосування проілюстрована прикладом для трьох експертів успішного голосування (два підтримали пропозицію, один утримався) і неуспішного, тобто з відхиленням пропозиції (один підтримав, два проти). У випадку неуспішного голосування експерти повинні обговорити ситуацію, подати повторні пропозиції і знов проголосувати.

Для збереження і використання вихідних даних має бути створена відповідна база даних. При цьому веб-інструментарій має реалізовувати процедуру наповнення бази на основі онтологічної моделі даних. Процедури оцінювання мають бути задокументованими і затверджені з використанням електронного цифрового підпису. Водночас мають збиратися відповідні статистичні дані і відображатися у вигляді таблиць та діаграм.

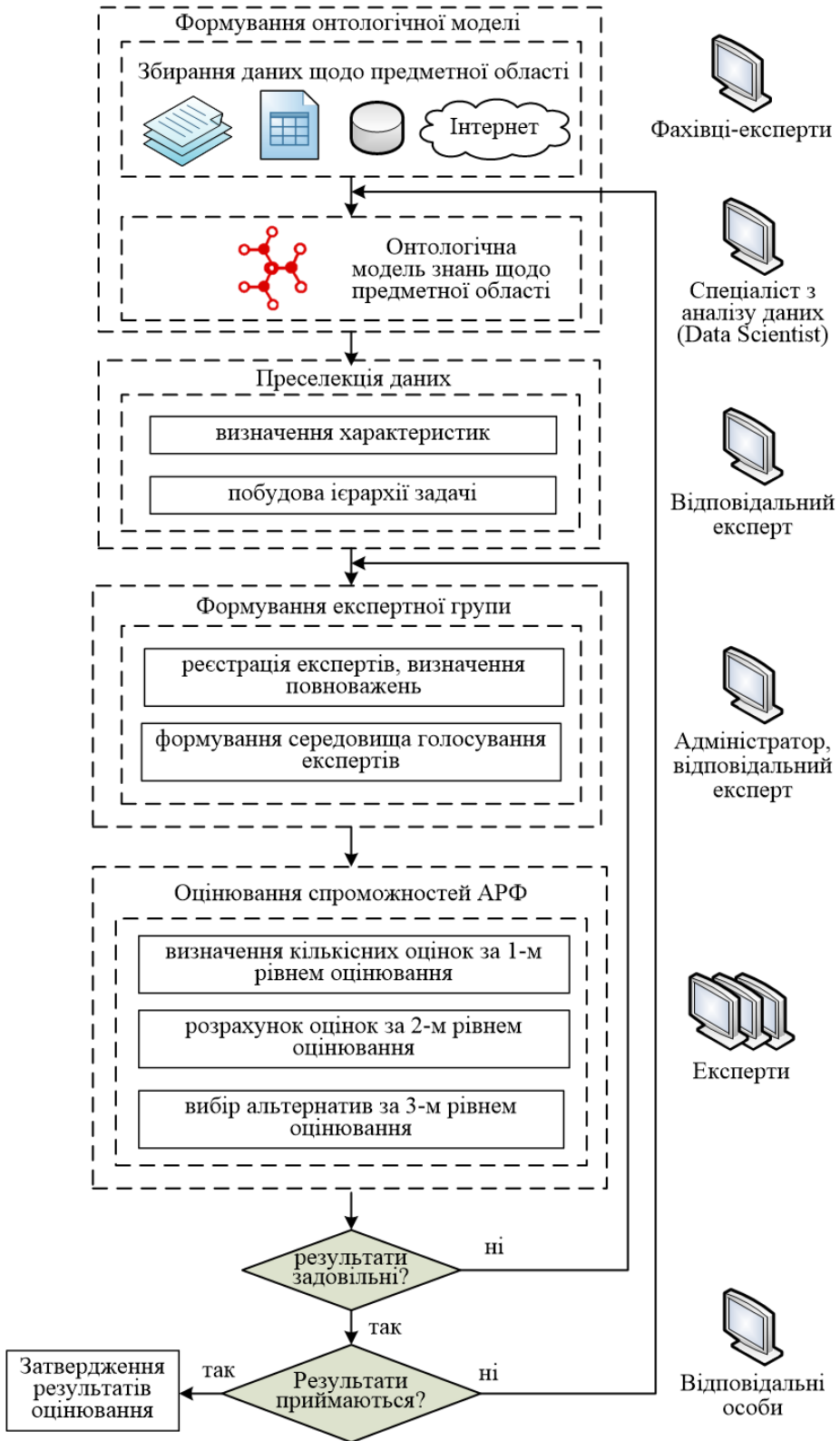


Рис. 3 – Алгоритм проведення оцінювання спроможностей АРФ

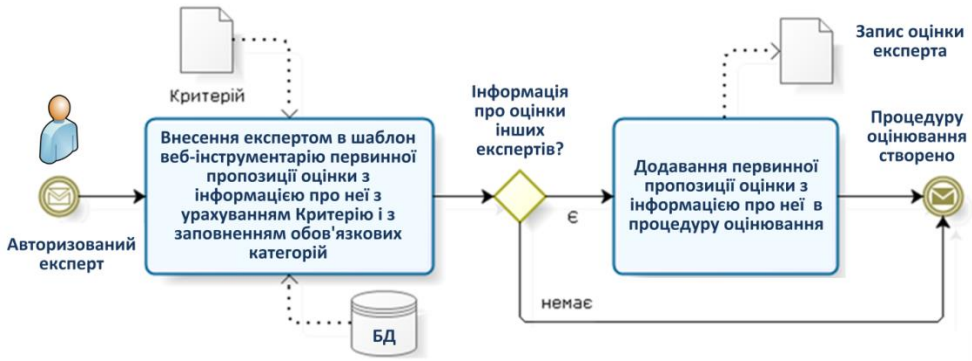


Рис. 4 – Формалізований опис процедури «Подання первинної пропозиції оцінки»

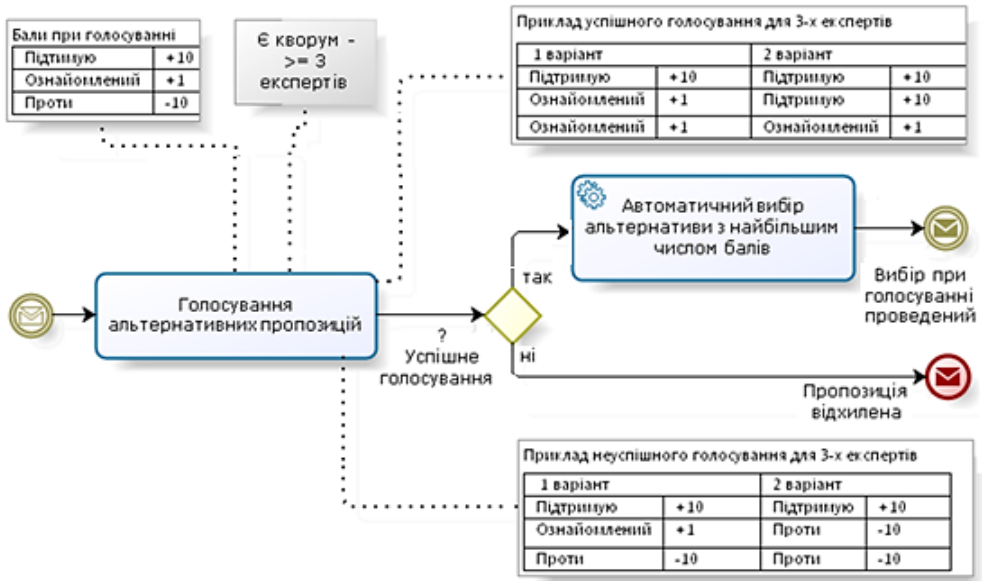


Рис. 5 – Формалізований опис процедури «Процес голосування»

Висновки

У процесі поступового переходу до методології планування на основі спроможностей у сфері цивільного захисту необхідно напрацювати та визначити підходи щодо експертного оцінювання спроможностей сил ЦЗ на основі раціонального планування, формування та утримання відповідних організаційно-штатних структур, оснащення технічними засобами.

Розроблені з урахуванням таких вимог методи оцінювання спроможностей сприятимуть більш розбірливому підходу до показників та критеріїв оцінювання спроможностей ЦЗ, дослідженню властивостей і вимог до спроможностей, їх систематизації за функціональним призначенням та науковому обґрунтуванню основних базових компонентів і функціональних груп спроможностей у сфері ЦЗ.

В даному дослідженні з урахуванням специфіки предметної області розглянуто метод підтримки експертних рішень, що поєднує застосування

онтологій, голосування експертів та відповідних розрахункових процедур. Метод проілюстровано на прикладі оцінювання спроможностей аварійно-рятувальних формувань. Запропоновано створення відповідного веб-інструментарію, що має забезпечувати підтримку технології експертного супроводу процесу оцінювання спроможностей в режимі віддаленого доступу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Суходоля О.М. Адаптація системи національної безпеки до викликів часу: формування механізмів забезпечення національної стійкості. Розвиток цивільного захисту в сучасних безпекових умовах: Матеріали 21 Всеукраїнської науково-практичної конференції (за міжнародною участю). Електронне видання комбінованого використання. Київ: ІДУЦЗ, 2019. С. 260-271.
2. Оборонна реформа: системний підхід до оборонного менеджменту: монографія / А. Павліковський та ін. За заг. ред. д. військ. н. А. Сиротенка. Київ: НУОУ, 2020. 274 с.
3. Коробкін В. Ф., Слюсар А. А. Спроможності у сфері цивільного захисту: пошук категоріально-поняттєвого апарату. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. 2020, № 2 (10). С. 61-68.
4. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах / Э.Г. Петров и др. Херсон: Олди-плюс, 2003. 380 с.
5. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. Київ: ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
6. Воронін А.М., Зіатдінов Ю.К., Климова А.С. Інформаційні системи прийняття рішень. Київ: Вид-во «НАУ-друк», 2009. 136 с.
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Москва: Радио и связь, 1993. 278 с.
8. Снитюк В.Е., Быченко А.А., Джулай А.Н. Эволюционные технологии принятия решений при пожаротушении: монография / Науч. ред. Тимченко А. А. Черкасы: Маклаут, 2008. 267 с.
9. Nesterenko O., Netesin I., Polischuk V., Trofymchuk O. Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020, № 4/2 (106). P. 33-43. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208603>
10. Палагин А.В., Петренко Н.Г. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области. Математические машины и системы. 2007. № 3,4. С. 63–75.
11. Стрижак О.Є. Засоби онтологічної інтеграції і супроводу розподілених просторових та семантичних інформаційних ресурсів. Екологічна безпека та природокористування: Збірник наукових праць. 2013, вип. 12. С. 166-178.
12. Нестеренко О.В. Онтолого-керовані інформаційні системи в адміністративному управлінні. Математичне моделювання в економіці. 2019, № 2 (15). С. 57-68. DOI: <https://doi.org/10.35350/2409-8876-2019-15-2-58-69>.
13. Литвин В.В. Бази знань інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 240 с.
14. Поліщук В.Б., Нетесін І.Є., Нестеренко О.В. Інформаційні технології в управлінні оборонними ресурсами: методологічний контекст та приклади практичної реалізації. Частина 1 : Монографія / За ред. В.Б. Поліщука. Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. 120 с.

Стаття надійшла до редакції 24.05.2021 і прийнята до друку після рецензування 17.08.2021

REFERENCES

1. Sukhodolia, O.M. (2019). Adaptation of the national security system to the challenges of time: formation of mechanisms to ensure national stability. In *Development of civil defense in modern security conditions: Proceedings of the 21st All-Ukrainian scientific-practical conference (with international participation)* (pp. 260-271). Electronic edition of combined use. Kyiv: IDUCZ [in Ukrainian].
2. Pavlikovskyi, A. et al. (2020). *Defense reform: a systematic approach to defense management: a monograph*. (A. Syrotenko, Ed.). Kyiv: NUOU [in Ukrainian].
3. Korobkin, V.F., & Sliusar, A.A. (2020). Capabilities in the field of civil protection: search for a categorical-conceptual apparatus. *Scientific Bulletin: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka*, 2(10), 61-68 [in Ukrainian].
4. Petrov, E.H. et al. (2003). *Methods and means of decision-making in socio-economic and technical systems*. Kherson: Oldy-plius [in Russian].
5. Hnatiienko, H.M., & Snytiuk, V.Ie. (2008). *Expert decision-making technologies: Monograph*. Kyiv: TOV «Maklout» [in Ukrainian].
6. Voronin, A.M., Ziatdinov, Yu.K., & Klymova, A.S. (2009). *Information systems for decision making*. Kyiv: Vyd-vo «NAU-druk» [in Ukrainian].
7. Saaty, T. (1993). *Decision making. Analytic Hierarchy Process*. Moskva: Radyo y sviaz [in Russian].
8. Snityuk, V.E. Bychenko, A.A., & Dzhulay, A.N. (2008). *Evolutionary technologies of decision-making in firefighting: a monograph*. (A.A. Timchenko, Ed.). Cherkassy: Maklout [in Russian].
9. Nesterenko, O., Netesin, I., Polishchuk, V., & Trofymchuk, O. (2020). Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/2(106), 33-43. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208603>
10. Palagin, A.V., & Petrenko, N.G. (2007). On the issue of system-ontological integration of subject area knowledge. *Matematicheskie mashiny i sistemy*, 3,4, 63-75 [in Russian].
11. Stryzhak, O.Ie. (2013). Means of ontological integration and support of distributed spatial and semantic information resources. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, 12, 166-178 [in Ukrainian].
12. Nesterenko, O.V. (2019). Ontologically controlled information systems in administrative management. *Matematychni modeliuvannia v ekonomitsi*, 2(15), 57-68. DOI: <https://doi.org/10.35350/2409-8876-2019-15-2-58-69> [in Ukrainian].
13. Lytvyn, V.V. (2011). Knowledge base of intelligent decision support systems. Lviv: Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki [in Ukrainian].
14. Polishchuk, V.B., Netesin, I.Ie., & Nesterenko, O.V. (2019). Information technologies in defense resources management: methodological context and examples of practical implementation. Part 1: Monograph. (V.B. Polishchuk, Ed.). Kyiv: UkrNC RIT [in Ukrainian].

The article was received 24.05.2021 and was accepted after revision 17.08.2021

Нестеренко Олександр Васильович

доктор технічних наук, доцент, старший дослідник, Заслужений працівник сфери послуг України, професор кафедри комп'ютерних наук, інформаційних технологій та системного аналізу Національної академії управління, провідний науковий співробітник Українського наукового центру розвитку інформаційних технологій Міністерства освіти і науки України

Адреса робоча: 03127 Україна, м. Київ, проспект Академіка Глушкова, 44

ORCID 0000-0001-5329-889X **e-mail:** on@rit.org.ua