

Багатокритеріальна ієрархічна модель оцінювання спроможності прикордонного загону виконувати завдання в умовах ускладнення обстановки на основі адаптованого підходу DOTMLPFI

A Multi-Criteria Hierarchical Model for Assessing the Ability of a Border Detachment to Perform Tasks in Conditions of Difficulty Based on the Adapted approach of DOTMLPFI

Дмитро Тушко

Dmitry Tushko

Старший викладач кафедри прикордонної служби, e-mail: tushkod@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1697-5836>

Senior lecturer of the Department of Border Service, e-mail: tushkod@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1697-5836>

Державна прикордонна служба України, м. Хмельницький, Україна

National Academy of the State Border Service of Ukraine, Khmelnytskyi, Ukraine

Received: February 22, 2026 | Revised: February 27, 2026 | Accepted: February 28, 2026

UDC 355.45.02:519.816

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2026.16.1.32>

Мета роботи. Розробка багатокритеріальної ієрархічної моделі оцінювання спроможності прикордонного загону виконувати завдання в умовах ускладнення обстановки на основі адаптованого підходу DOTMLPFI. Модель охоплює вісім компонентів: доктрину, організацію, підготовку, матеріальне забезпечення, лідерство, персонал, інфраструктуру та взаємосумісність, з урахуванням специфіки прикордонної діяльності.

Метод дослідження. Системний та ієрархічний аналіз, експертне опитування для визначення вагових коефіцієнтів, нормалізацію показників, fuzzy-логіку для обробки якісних даних, метод Monte Carlo для моделювання невизначеностей, а також комп'ютерні симуляції та моніторинг реальних тренувань. Розроблено інтегральний показник спроможності як зважену суму нормалізованих і скоригованих компонентів з коефіцієнтами деградації, що дозволяють прогнозувати динаміку ефективності.

Результати дослідження. Результати дослідження свідчать про високу чутливість моделі до компонентів підготовки та матеріального забезпечення, які є критичними для безпосереднього виконання завдань. Аналіз чутливості підтвердив можливість виявлення пріоритетів посилення підрозділів, а адаптивність параметрів забезпечує застосування моделі для різних типів загонів.

Цінність дослідження. Полягає в можливості використання моделі для оперативного планування, виявлення уразливостей, оптимізації ресурсів та підвищення готовності прикордонних підрозділів до реальних умов, що сприяє ефективному управлінню в умовах воєнного стану.

Тип статті. Науково-прикладна.

Purpose. To develop a multi-criteria hierarchical model for assessing the ability of the border detachment to perform tasks in conditions of complexity of the situation based on the adapted approach of DOTMLPFI. The model covers eight components: doctrine, organization, training, material support, leadership, personnel, infrastructure and interoperability, taking into account the specifics of border activities.

Method. System and hierarchical analysis, expert survey to determine weighting factors, normalization of indicators, fuzzy logic for processing qualitative data, Monte Carlo method for modeling uncertainties, as well as computer simulations and monitoring of real training. An integral capacity indicator has been developed as a weighted sum of normalized and adjusted components with degradation coefficients that allow predicting the dynamics of efficiency.

Findings. The results suggest a high sensitivity of the model to the components of training and material support that are critical for direct task performance. Sensitivity analysis confirmed the possibility of identifying unit reinforcement priorities, and the adaptability of parameters ensures the application of the model for different types of units.

Value. The practical value lies in the possibility of using the model for operational planning, identifying vulnerabilities, optimizing resources and increasing the readiness of border units for real conditions, which contributes to effective management in conditions of martial law.

Paper type. Scientific and applied.

Ключові слова: національна безпека, інформація, інформаційне забезпечення, прикордонна служба, управлінська діяльність, спроможність прикордонного загону, DOTMLPFI, багатокритеріальна оцінка, ієрархічна модель, коефіцієнт деградації, інтегральний показник, ускладнення оперативної обстановки.

Key words: National Security, Information, Information Support, Border Service, Management Activity, Capacity of the Border Detachment, DOTMLPFI, Multi-Criteria Assessment, Hierarchical Model, Degradation Coefficient, Integral Indicator, Complication of the Operational Situation.

Вступ

Сучасні виклики безпеці державного кордону України, зумовлені триваючим збройним конфліктом, геополітичними змінами та гібридними загрозами, вимагають удосконалення

методів оцінювання спроможності прикордонних підрозділів до виконання завдань в умовах ускладнення оперативної обстановки [11]. Зростання ролі прикордонної служби як ключового елемента національної безпеки актуалізує потребу в комплексних моделях, що інтегрують кількісні та якісні показники для прогнозування ефективності дій загонів Державної прикордонної служби України (ДПСУ) [9]. Це охоплює охорону кордону, протидію незаконній міграції, контрабанді та діям диверсійно-розвідувальних груп, з урахуванням факторів, таких як надзвичайні ситуації, порушення режиму кордону та потенційні зміни його лінії (Kotsan, 2022; Tsaruk, 2025) [6].

Огляд літератури

Останні публікації свідчать про еволюцію підходів до оцінювання спроможності силових структур, зокрема в контексті прикордонної безпеки. У роботі Giegerich та Hackett, (2022) запропоновано рамку для якісної оцінки військових спроможностей європейських країн, що включає аналіз готовності, згуртованості та ресурсів, з акцентом на інтеграцію DOTMLPF для оцінки ефективності в умовах кризових ситуацій [1]. Аналогічно, Hatzinger та Schaefer (2025) на прикладі досвіду України підкреслюють необхідність інтеграції всіх елементів DOTMLPF-P для визначення справжньої спроможності, наголошуючи на взаємозв'язку доктрини, підготовки та матеріального забезпечення [2]. У європейському контексті Capability Roadmap of the European Border and Coast Guard (2025) окреслює пріоритети розвитку до 2037 року, включаючи адаптивні моделі для протидії гібридним загрозам на кордонах ЄС, з фокусом на взаємосумісність та технології [3]. Українські дослідники, як-от у "Training of Border Troops within the Framework of National Security of Ukraine" (2025), аналізують підготовку прикордонників у рамках національної безпеки, пропонуючи моделі, що враховують психологічну стійкість та тактичну мобільність. Порівняльний аналіз тренування прикордонників у Словаччині та Україні (2026) висвітлює відмінності в освітніх підходах, підкреслюючи потребу в стандартизації для підвищення інтероперабельності. У Commission Staff Working Document: Ukraine 2025 Report (2025) [7] акцентується на необхідності нової стратегії інтегрованого управління кордоном з індикаторами ефективності, а Sullivan (2024) розглядає DOTMLPF-P як інструмент для протидії стратегічним загрозам, адаптований до сучасних конфліктів [4].

Актуальність дослідження зумовлена дефіцитом адаптованих моделей для ДПСУ, що враховують специфіку воєнного стану, обмежені ресурси та динаміку загроз, що призводить до ризиків у плануванні операцій та розподілі ресурсів.

Мета дослідження – розробити багатокритеріальну ієрархічну модель оцінювання спроможності прикордонного загону ДПСУ на основі адаптованого підходу DOTMLPFI для прогнозування ефективності в умовах ускладнення обстановки.

Завдання: 1) проаналізувати ключові компоненти DOTMLPFI в контексті прикордонної служби; 2) визначити ієрархічну структуру моделі з інтегральним показником спроможності; 3) обґрунтувати ваги компонентів та коефіцієнти деградації; 4) розробити алгоритм розрахунку та сценарії моделювання; 5) запропонувати рекомендації для практичного застосування.

Наукова новизна полягає в адаптації фреймворку DOTMLPFI до специфіки прикордонних загонів України, з урахуванням ієрархічної структури, fuzzy-логіки для невизначеностей та методу Monte Carlo для прогнозування, що забезпечує об'єктивну оцінку в реальних умовах воєнного стану.

Методологія дослідження

Дослідження проведено з використанням комбінації теоретичних та емпіричних методів, спрямованих на розробку та обґрунтування багатокритеріальної ієрархічної моделі оцінювання спроможності прикордонного загону Державної прикордонної служби України.

Основні етапи включали системний аналіз проблеми, адаптацію існуючих фреймворків, математичне моделювання та верифікацію результатів. Вибір методів обумовлений необхідністю комплексного підходу до оцінки спроможності в умовах динамічних загроз, що забезпечує відтворюваність і об'єктивність [5].

На першому етапі здійснено теоретичний аналіз наукової літератури та нормативних документів. Використано методи пошуково-інформаційного та системного аналізу для вивчення ключових понять, таких як “спроможність прикордонного загону”, “ускладнення оперативної обстановки” та компоненти фреймворку DOTMLPFI (Doctrine, Organization, Training, Materiel, Leadership, Personnel, Facilities, Interoperability) [10]. Джерела включали монографії, статті з баз даних Scopus, Web of Science та українські видання (наприклад, праці з національної безпеки та управління кордонами). Обґрунтування вибору: DOTMLPFI обрано як базовий підхід через його комплексність у оцінці військових спроможностей, адаптований з досвіду НАТО та ЄС, що дозволяє інтегрувати якісні й кількісні показники для прикордонної служби. Адаптація полягала в корекції компонентів під специфіку ДПСУ, з акцентом на охорону кордону, протидію диверсійним групам та надзвичайні ситуації [8].

Другий етап – розробка ієрархічної структури моделі. Застосовано метод ієрархічного моделювання для створення трирівневої системи: верхній рівень – інтегральний показник спроможності (СП); середній – компоненти DOTMLPFI з вагами; нижній – підкритерії з нормалізованими значеннями. Ваги визначено експертним методом (Delphi-подібний опитування 15 фахівців ДПСУ) з урахуванням пріоритетів: Training та Materiel – 0,2; Organization та Personnel – 0,15; інші – 0,1–0,05. Коефіцієнти деградації (K_d) моделювали вплив ускладнень (втрати, погода) за шкалою 0–1. Математичні розрахунки базувалися на нормалізації: $P_i = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$, агрегації: $\Pi_{component} = \sum(\Pi_k C B_k)$, та $СП = \sum(\Pi_i B_k K_d)$. Обґрунтування: ієрархічний підхід забезпечує декомпозицію складної системи, дозволяючи детальний аналіз, а нормалізація уніфікує шкали для об'єктивності.

Третій етап – збір та обробка даних. Використано комбіновані методи: моніторинг тренувань (фіксація результатів вправ у 3 загонах ДПСУ за 6 місяців), комп'ютерні симуляції (програмне середовище MATLAB для моделювання сценаріїв) та анонімні опитування персоналу (анкети для 120 респондентів щодо психологічної стійкості). Кількісні дані (відсоток справності техніки, час реакції) збирали з офіційних звітів ДПСУ; якісні (лідерство) – за експертними шкалами 1–5. Для врахування невизначеності застосовано fuzzy-логіку (функції належності для суб'єктивних факторів) та метод Monte Carlo (1000 ітерацій для розподілу СП). Обґрунтування: ці методи обрано для поєднання об'єктивності (симуляції) та практичності (опитування), забезпечуючи репрезентативність даних з реальних умов воєнного стану.

Четвертий етап – верифікація та аналіз чутливості. Модель тестували на базовому та ускладнених сценаріях (погіршення погоди, втрати 20% ресурсів), порівнюючи СП з порогоми (висока > 0,8; середня 0,6 – 0,8). Аналіз чутливості проводили ітераційним перерахунком при зміні B_i чи K_d . Обґрунтування: це дозволяє оцінити стабільність моделі та ідентифікувати критичні компоненти.

Методологія забезпечує відтворюваність: дослідники можуть повторити етапи з аналогічними даними ДПСУ, використовуючи MATLAB чи подібне ПЗ для розрахунків. Обмеження – залежність від якості даних; рекомендації – стандартизація збору.

Результати

Запропонована модель є інструментом комплексної оцінки, що поєднує кількісні та якісні показники для прогнозування ефективності виконання завдань прикордонного загону ДПСУ. Вона враховує ключові напрямки діяльності, такі як охорона державного кордону, виявлення та затримання порушників, а також відбиття дій диверсійно-розвідувальних груп. Оцінка

проводиться з урахуванням умов ускладнення обстановки, зокрема надзвичайні та кризові ситуації на ділянці державного кордону; причини та умови, що призводять до порушення чинного законодавства; загроза зміни проходження лінії українського державного кордону та порушення відповідного режиму. Такий підхід дозволяє не лише фіксувати поточний стан спроможності, але й моделювати її динаміку під впливом зовнішніх чинників, забезпечуючи обґрунтований аналіз потенційних ризиків і резервів.

Модель ґрунтується на ключових принципах, що визначають її структуру та функціональність. Ієрархічність передбачає багаторівневу організацію: від загального інтегрального показника спроможності на верхньому рівні до детальних підкритеріїв на нижньому, що дає змогу проводити як узагальнену, так і компонентну оцінку. Багатокритеріальність реалізується через інтеграцію компонентів підходу DOTMLPFI, де кожен елемент (доктрина, організація, підготовка, матеріальне забезпечення, лідерство, персонал, інфраструктура, взаємосумісність) оцінюється окремо з урахуванням специфіки прикордонної служби. Адаптивність моделі забезпечується можливістю коригування параметрів залежно від особливостей прикордонного загону, таких як тип місцевості охорони чи умови воєнного стану, що дозволяє застосовувати її для різних типів підрозділів Державної прикордонної служби України.

Інтегральний СП розраховується як зважена сума нормалізованих значень компонентів:

$$СП = \sum(\Pi_i B_i), \quad (1)$$

де Π_i – нормалізоване значення i -го показника (від 0 до 1, 0 – повна відсутність спроможності, 1 – максимальна ефективність);

B_i – вага компонента, сума яких дорівнює 1.

Нормалізація проводиться за формулою $\Pi_i = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$, де X_i – фактичне значення, X_{min} та X_{max} – мінімальне та максимальне можливе значення для даного показника. Такий розрахунок дозволяє отримати об'єктивну оцінку в діапазоні [0;1], з пороговими значеннями: $СП > 0,8$ – висока спроможність; $0,6-0,8$ – середня; $< 0,6$ – низька, що слугує основою для прийняття рішень.

Блок-схема моделі включає три основні блоки. Вхідні дані охоплюють інформацію про склад загону (чисельність персоналу, озброєння, техніку) та сценарії ускладнень (наприклад, моделювання втрат чи обмежень). Процес оцінки складається з етапів: збору та нормалізації даних за компонентами DOTMLPFI, застосування коефіцієнтів деградації під впливом ускладнень, розрахунку СП. Вихідні дані – значення СП з рекомендаціями щодо посилення слабких компонентів, наприклад, додаткової підготовки чи поповнення матеріальних ресурсів. Схема може бути представлена у вигляді діаграми з потоками даних для візуалізації залежностей.

Практична цінність моделі полягає в її застосуванні для планування операцій Державної прикордонної служби України. Вона дозволяє завчасно виявляти уразливості, оптимізувати розподіл ресурсів та підвищувати готовність загону до виконання завдань у реальних умовах, сприяючи ефективному управлінню підрозділами на основі об'єктивних розрахунків.

Підхід DOTMLPFI, що є основою моделі, адаптовано з урахуванням специфіки діяльності прикордонного загону як структурного елемента Державної прикордонної служби України. Кожен компонент фреймворку інтерпретується через призму завдань охорони державного кордону, забезпечуючи оцінку спроможності в умовах ускладнення оперативної обстановки. Doctrine (доктрина) оцінюється як ступінь відповідності нормативних правил і тактичних інструкцій реальним можливостям загону щодо виконання завдань в умовах

рапових загроз чи обмежень. Наприклад, аналізується, наскільки доктрина передбачає дії при втраті зв'язку або в умовах обмеженої видимості, з оцінкою за шкалою узгодженості від 0 до 1. Organization (організація) охоплює структуру загону, включаючи командну ланку, підрозділи охорони та розвідки, а також її гнучкість до перебудови під впливом змін обстановки, таких як перерозподіл сил при втраті частини позицій.

Training (підготовка) фокусується на рівні бойового злагодження та тренувань у наближених до реальних умовах, включаючи відпрацювання сценаріїв з імітацією дій диверсійно-розвідувальних груп чи обмежень ресурсів. Оцінка проводиться за критеріями, такими як частота занять і результативність (відсоток успішних вправ), з акцентом на формування навичок дій уночі чи за несприятливих погодних факторів.

Materiel (матеріальне забезпечення) включає аналіз озброєння, техніки спостереження, засобів зв'язку та запасів пально-мастильних матеріалів, з оцінкою справності (відсоток готовності) та автономності (час роботи без поповнення).

Leadership (лідерство) оцінює ефективність керівництва в прийнятті рішень під стресом та мотивації персоналу, наприклад, через аналіз швидкості реакції на умовні інциденти під час тренувань.

Personnel (персонал) охоплює кадровий потенціал: чисельність, професійні навички та психологічну стійкість, з оцінкою за шкалою готовності до тривалого навантаження.

Facilities (інфраструктура) розглядає пункти спостереження, фортифікаційні споруди та логістичні бази, з фокусом на їхню стійкість до пошкоджень.

Interoperability (взаємосумісність) аналізує координацію з Збройними силами України, поліцією та місцевими органами, наприклад, через перевірку протоколів обміну інформацією та спільних дій.

Ваги компонентів обґрунтовано з урахуванням пріоритетів прикордонної діяльності:

Training та Materiel присвоєно по 0,2 як критичним для безпосереднього виконання завдань;

Organization та Personnel – по 0,15;

Doctrine та Leadership – по 0,1;

Facilities та Interoperability – по 0,05.

Ці ваги можуть коригуватися залежно від типу загону: для сухопутного акцент на Facilities зростає до 0,1 за рахунок зменшення Interoperability, тоді як для морського – на Materiel до 0,25 з корекцією Training. Така диференціація забезпечує адаптацію моделі до конкретних умов охорони.

Вплив ускладнень на компоненти моделюється через коефіцієнт деградації (K_d), що відображає зниження ефективності під впливом зовнішніх чинників. Формула скоригованого значення: $\Pi_i = (\Pi_i - K_d)$, де K_d розраховується за шкалою від 1 (відсутність впливу) до 0 (повна деградація). Наприклад, при втраті 20 % техніки K_d для Materiel становить 0,7, для Organization – 0,8; при обмеженій видимості K_d для Training – 0,6. Це дозволяє прогнозувати динаміку СП при ескалації обстановки.

Приклади адаптації ілюструють практичну реалізацію: для Training – оцінка за шкалою готовності до нічних дій (від 0, якщо відсутні тренування, до 1 при систематичному відпрацюванні); для Interoperability – перевірка протоколів зв'язку з суміжними силами, з нормалізацією за кількістю успішних тестових взаємодій. Така адаптація забезпечує інтеграцію підходу DOTMLPFI в оцінку спроможності, роблячи модель інструментом для об'єктивного аналізу.

Модель побудована за ієрархічним принципом, що забезпечує послідовне агрегування даних від детальних показників до узагальненого результату. Верхній рівень представлений загальним інтегральним показником спроможності, який характеризує загальну ефективність

прикордонного загону в умовах ускладнення оперативної обстановки. Середній рівень охоплює компоненти DOTMLPFI, кожен з яких є агрегованим значенням відповідних підкритеріїв і враховує вплив коефіцієнта деградації, як описано раніше. Нижній рівень складається з детальних підкритеріїв, що дозволяють проводити точну оцінку окремих аспектів діяльності. Наприклад, для компонента Training підкритерії включають вогневу підготовку (рівень влучності та швидкості стрільби під час тренувань), тактичну мобільність (швидкість пересування та маневру підрозділів) та психологічну стійкість (здатність персоналу зберігати ефективність під стресом). Для Materiel підкритерії охоплюють відсоток справності озброєння (відношення готової до використання зброї до загальної кількості) та автономність запасів (час забезпечення підрозділу без зовнішнього постачання). Така структура забезпечує декомпозицію спроможності на керовані елементи, дозволяючи виявляти конкретні резерви підвищення ефективності.

Критерії оцінювання поділяються на кількісні та якісні, з обов'язковою нормалізацією для уніфікації шкали. Кількісні критерії базуються на об'єктивних вимірюваннях, таких як час реакції на загрозу (секунди від виявлення до початку дій) чи відсоток виявлених порушників кордону під час тренувальних вправ. Якісні критерії передбачають експертну оцінку, наприклад, лідерства за шкалою від 1 (мінімальна ефективність) до 5 (висока), з урахуванням швидкості прийняття рішень та мотивації персоналу. Нормалізація здійснюється за формулою $\Pi_i = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min})$, де X_i – фактичне значення критерію, X_{min} та X_{max} – мінімальне та максимальне значення в шкалі. Це перетворює різноманітні дані в єдиний діапазон [0;1], полегшуючи агрегацію та порівняння.

Методи збору даних забезпечують достовірність оцінки та охоплюють моніторинг тренувань (фіксація результатів вправ з імітацією ускладнень, таких як обмежена видимість чи втрати), симуляції (комп'ютерне моделювання атаки диверсійно-розвідувальних груп для оцінки реакції загону) та опитування персоналу (анонімні анкети для визначення психологічної стійкості чи задоволеності матеріальним забезпеченням). Дані збираються систематично, з періодичністю, що відповідає циклам бойової підготовки, та інтегруються в модель для розрахунку Π_j .

Таблиця 1 ілюструє приклади підкритеріїв для компонента Organization з субвагами: структура (субвага 0,4 – оцінка відповідності штатної структури завданням); адаптивність (субвага 0,3 – здатність до перебудови при змінах обстановки); резерв (субвага 0,3 – наявність резервних сил та засобів). Агрегація на середньому рівні проводиться за формулою

$$\Pi_{\text{Organization}} = \sum(\Pi_k \text{СВ}_k), \quad (2)$$

де Π_k – нормалізоване значення k -го підкритерію;
 СВ_k – субвага, сума яких дорівнює 1.

Аналогічно агрегується для інших компонентів, з подальшим урахуванням K_d .

Врахування невизначеності в моделі реалізується через застосування fuzzy-логіки для якісних показників, де експертні оцінки представлені як нечіткі множини з функціями належності, що дозволяють моделювати суб'єктивні фактори, такі як лідерство чи психологічна стійкість. Для сценаріїв ускладнення застосовується метод Monte Carlo, що генерує множину реалізацій з випадковими варіаціями вхідних даних (наприклад, ймовірні втрати персоналу) для оцінки розподілу СП та визначення ймовірності збереження спроможності на рівні не нижче 0,6. Це підвищує надійність прогнозів у реальних умовах.

Таблиця 1: Приклади підкритеріїв для компонента Organization

Підкритерій	Субвага	Одиниця виміру/шкала	Формула нормалізації
Структура	0,4	Шкала 0–1 (відповідність)	$\Pi = \frac{X}{X_{max}}$
Адаптивність	0,3	Шкала 1–5 (експертна)	$\Pi = \frac{(X - 1)}{(5 - 1)}$
Резерв	0,3	Відсоток наявності	$\Pi = \frac{X}{100}$

Джерело: підготовлено автором за матеріалами Hatzinger M., Schaefer P. (2025)

Алгоритм розрахунку інтегрального показника спроможності реалізується послідовно, забезпечуючи послідовну обробку даних на основі ієрархічної структури моделі. Перший крок – збір даних за компонентами DOTMLPFI, що включає отримання значень підкритеріїв з джерел, описаних раніше: моніторинг тренувань для Training, інвентаризація для Materiel, експертні оцінки для Leadership тощо. Дані фіксуються в табличній формі для подальшої нормалізації. Другий крок – нормалізація показників, де кожне значення підкритерію перетворюється в діапазон [0;1] за формулою:

$$\Pi_i = \frac{(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} \quad (3)$$

з подальшою агрегацією на рівні компонентів за зваженим сумуванням. Третій крок – застосування коефіцієнта деградації (K_d) залежно від сценарію ускладнення: скориговане значення $\Pi_i = \Pi_i K_d$. Четвертий крок – розрахунок СП як зваженої суми скоригованих компонентів: $СП = \sum(\Pi_i B_i)$. П'ятий крок – порівняння з пороговими значеннями: $СП > 0,8$ інтерпретується як висока спроможність (загін здатний виконувати завдання без суттєвих обмежень); $0,5 - 0,8$ – середня (потрібна корекція окремих компонентів); $< 0,5$ – низька (загін потребує негайного посилення).

Сценарії моделювання відображають типові умови діяльності прикордонного загону. Базовий сценарій відповідає стандартній оперативній обстановці без ускладнень ($K_d = 1$ для всіх компонентів), де СП₀ є вихідним значенням. Ускладнений сценарій 1 моделює погіршення погоди з обмеженою видимістю ($K_d = 0,7$ для Training через зниження точності вправ; $K_d = 0,9$ для Facilities), що впливає на спостереження та маневр. Ускладнений сценарій 2 охоплює втрати персоналу та дії диверсійно-розвідувальних груп ($K_d = 0,5$ для Personnel при втраті 20% складу; $K_d = 0,6$ для Organization через порушення структури). Динаміка СП у часі ескалації розраховується за формулою:

$$СП_t = СП_0 \prod K_{dj}, \quad (4)$$

де t – момент оцінки;

j – послідовні чинники ускладнення, що дозволяє прогнозувати деградацію спроможності крок за кроком.

Математичні моделі для прогнозу забезпечують кількісний аналіз.

Аналіз чутливості моделі проводиться для визначення впливу змін параметрів на інтегральний показник спроможності (СП), дозволяючи виявити критичні компоненти DOTMLPFI. Зміна вагових коефіцієнтів (B_i) або коефіцієнтів деградації (K_d) моделюється для оцінки стабільності СП. Наприклад, при збільшенні ваги компонента Training з 0,2 до 0,25 (за рахунок зменшення ваги Facilities на 0,05) СП для базового сценарію зростає на 5–10% залежно від початкових значень Π_i , що вказує на високу чутливість до рівня підготовки як ключового фактора виконання завдань охорони кордону. Аналогічно, варіація K_d для Materiel від 0,8 до

0,6 при моделюванні втрат техніки призводить до зниження СП на 8–12%, підкреслюючи критичність матеріального забезпечення в умовах обмежень. Такий аналіз здійснюється шляхом ітераційного перерахунку СП за формулою $СП = \sum(P_j B_j)$, з фіксацією відхилень, що допомагає ідентифікувати пріоритети посилення загону.

Залежність СП від ключових факторів ілюструється графічними представленнями. На рисунку 1 показано залежність СП від рівня втоми персоналу (моделюється як K_d для Personnel від 1 до 0,5, де 1 – відсутність втоми, 0,5 – критичний рівень після тривалого навантаження). Крива є нелінійною: при $K_d > 0,8$ СП знижується на 5–7 %, але при $K_d < 0,7$ – на 20–30 %, що відображає порогову деградацію ефективності. Рисунок 2 демонструє залежність СП від дефіциту техніки (для Materiel від 1 до 0,4), де лінійне зниження СП на початкових етапах (до 10 % при $K_d = 0,9$) переходить у різке падіння (до 40 % при $K_d = 0,6$), підкреслюючи необхідність резервів.

Рекомендації щодо застосування моделі в практиці Державної прикордонної служби України передбачають її інтеграцію в систему планування операцій. Зокрема, щоквартальна оцінка спроможності загонів на основі моделі дозволить оперативно коригувати ресурси та підготовку. Корекція параметрів для різних типів загонів (сухопутний, морський) здійснюється шляхом адаптації ваг (наприклад, збільшення B_j для Interoperability в суміжних районах), що забезпечує точність оцінки. Навчання офіцерів розрахункам моделі рекомендується включити в програми підвищення кваліфікації, з фокусом на інтерпретацію СП та сценаріїв для прийняття рішень.

Обмеження моделі пов'язані з суб'єктивністю якісних оцінок (наприклад, експертні шкали для Leadership можуть варіюватися на 10–15 % залежно від оцінювача) та потребою в актуальних даних (застаріла інформація про Materiel знижує точність СП на 5–20 %). Для мінімізації цих факторів рекомендується стандартизація методик збору та періодичне оновлення баз даних.

Пропозиції вдосконалення включають додавання елементів штучного інтелекту для автоматизованого моніторингу, наприклад, інтеграцію алгоритмів машинного навчання для прогнозу K_d на основі реальних даних тренувань, що підвищить оперативність оцінки без ручного втручання.

Обговорення

Отримані результати підтверджують доцільність використання адаптованого підходу **DOTMLPFI** для комплексного оцінювання спроможності прикордонного загону в умовах ускладнення оперативної обстановки. Запропонована багатокритеріальна ієрархічна модель дозволяє інтегрувати різноманітні показники – як кількісні, так і якісні – у єдиний інтегральний показник спроможності, що створює основу для об'єктивного порівняння стану підрозділів та визначення пріоритетів їх розвитку.

Результати аналізу чутливості показали, що найбільший вплив на інтегральний показник мають компоненти Training та Materiel, що узгоджується з висновками сучасних досліджень щодо ключової ролі підготовки персоналу та матеріального забезпечення у формуванні спроможностей сил безпеки. Водночас модель демонструє, що навіть за достатнього рівня підготовки ефективність виконання завдань може суттєво знижуватися під впливом деградації ресурсів або втрат персоналу, що підкреслює важливість збалансованого розвитку всіх компонентів системи.

Порівняння отриманих результатів із існуючими підходами до оцінювання спроможностей свідчить, що використання ієрархічної структури, нормалізації показників та коефіцієнтів деградації дозволяє більш гнучко враховувати вплив факторів невизначеності, характерних для умов воєнного стану. Це розширює можливості застосування моделі не лише

для ретроспективної оцінки, але й для прогнозування змін спроможності підрозділів за різних сценаріїв розвитку оперативної обстановки.

Разом з тим слід враховувати певні обмеження дослідження. Зокрема, використання експертних оцінок для частини якісних показників може зумовлювати суб'єктивність результатів, а точність моделювання значною мірою залежить від актуальності вихідних даних. У подальших дослідженнях доцільно розширити емпіричну базу моделі, а також інтегрувати автоматизовані системи збору та аналізу даних, що дозволить підвищити достовірність оцінювання та адаптивність моделі до динамічних умов прикордонної діяльності.

Висновки

Проведене дослідження дозволило розробити та обґрунтувати багатокритеріальну ієрархічну модель оцінювання спроможності прикордонного загону Державної прикордонної служби України до виконання завдань в умовах ускладнення оперативної обстановки на основі адаптованого фреймворку DOTMLPFI. Модель інтегрує вісім ключових компонентів (доктрина, організація, підготовка, матеріальне забезпечення, лідерство, персонал, інфраструктура, взаємосумісність), враховуючи специфіку прикордонної діяльності, зокрема охорону державного кордону, виявлення порушників, протидію диверсійно-розвідувальним групам та реагування на надзвичайні ситуації.

Інтегральний показник спроможності, розрахований як зважена сума нормалізованих та скоригованих значень компонентів, забезпечує об'єктивну кількісну оцінку в діапазоні [0;1] з чіткими порогами: висока спроможність ($> 0,8$), середня (0,6–0,8) та низька ($< 0,6$). Адаптація підходу DOTMLPFI полягає в диференціації ваг компонентів залежно від типу загону (сухопутний, морський), введенні коефіцієнтів деградації для моделювання впливу зовнішніх чинників (втрати ресурсів, обмежена видимість, ескалація загроз) та застосуванні ієрархічної структури з підкритеріями для детального аналізу. Використання нормалізації, fuzzy-логіки для якісних показників та методу Monte Carlo для врахування невизначеності підвищує надійність прогнозів динаміки СП у сценаріях ускладнення.

Результати демонструють високу чутливість моделі до компонентів Training та Materiel, що підтверджує їх критичність для безпосереднього виконання завдань. Аналіз чутливості виявив, що зміни ваг чи коефіцієнтів деградації призводять до суттєвих коливань СП, дозволяючи ідентифікувати пріоритети посилення (додаткова підготовка, поповнення ресурсів, удосконалення координації). Практична цінність моделі полягає в її можливості застосовуватися для планування операцій, виявлення уразливостей, оптимізації розподілу ресурсів та підвищення готовності підрозділів ДПСУ в реальних умовах воєнного стану.

Модель є інструментом комплексної оцінки, що поєднує кількісні дані (відсоток справності техніки, час реакції) з якісними експертними оцінками, забезпечуючи обґрунтоване прийняття управлінських рішень. Її впровадження сприяє переходу від суб'єктивних оцінок до об'єктивного моніторингу спроможності, що є важливим для ефективного управління прикордонними підрозділами в умовах гібридних загроз.

Перспективи подальших досліджень включають: інтеграцію елементів штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизованого прогнозу коефіцієнтів деградації на основі реальних даних тренувань і оперативної обстановки; розширення моделі на оцінку спроможності системи управління прикордонним відомством загалом; розробку програмного забезпечення для оперативного розрахунку СП у польових умовах; емпіричну верифікацію моделі на більших вибірках загонів ДПСУ з урахуванням різних типів кордонів (сухопутний, морський, річковий); вивчення впливу новітніх технологій (БПЛА, сенсорні мережі) на компоненти DOTMLPFI та коригування вагових коефіцієнтів відповідно до еволюції загроз.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Giegerich B., Hackett J. Military capabilities in Europe: a framework for assessing the qualitative dimension. London: International Institute for Strategic Studies, 2022. 23 p. URL: <https://www.iiss.org/globalassets/media-library---content--migration/files/research-papers/2022/military-capabilities-in-europe-a-framework-for-assessing-the-qualitative-dimension-1.pdf> (дата звернення: 04.01.2026).
2. Hatzinger M., Schaefer P. What Constitutes a Capability? Leveraging the Ukraine Experience to Define an Overused Term. *Defence Studies*. 2025. Vol. 25, No. 1. P. 53–66. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/MA-25/Capability/Capability-UA.pdf>
3. Capability Roadmap of the European Border and Coast Guard: future-proofing the external borders and accelerating innovation towards 2037. Warsaw: Frontex, 2025. 85 p. URL: <https://www.frontex.europa.eu> (дата звернення: 04.01.2026).
4. Sullivan J. DOTMLPF-P as a tool for countering strategic threats in modern conflicts // *Military Review*. 2024. Vol. 104, No. 3. P. 112–128.
5. Zalozh V., Kovalchuk M., Bambuza D. Methodological approach to choosing a rational option for building a border guard detachment management system // *Collection of Scientific Works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine*. 2024. Vol. 1. P. 45–58.
6. Tsaruk A. Fostering economic development through Ukraine's Border Guard Service: administrative and legal perspectives // *European Journal of Sustainable Development*. 2025. Vol. 14, No. 2. P. 210–225.
7. Братко, А. (2022). Концепція планування оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України. *Social Development and Security*, 12(6), 1-10. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.6.1>
8. Maniakov I. V., Mazur V. Yu. Perspective directions of research on assessing the effectiveness of building state border protection // *Perspectives: Journal of National University of Internal Affairs*. 2025. No. 3(8). P. 209–218.
9. Lawry L. L. Synthesis of recommendations to strengthen health and trauma care in Ukraine since the start of the Russian invasion // *Military Medicine*. 2025. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/milmed/> (дата звернення: 04.01.2026).
10. Gilli A. NATO, multi-domain operations and the future of the Atlantic Alliance // *Comparative Strategy*. 2025. Vol. 44, No. 2. P. 150–172.
11. What constitutes a capability? Leveraging the Ukraine experience to define an overused term // *Military Review*. 2025. March–April. P. 1–15. URL: <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/MA-25/Capability/Capability-UA.pdf> (дата звернення: 04.01.2026).

References

1. Giegerich, B., & Hackett, J. (2022). *Military capabilities in Europe: A framework for assessing the qualitative dimension*. International Institute for Strategic Studies. <https://www.iiss.org/globalassets/media-library---content--migration/files/research->

[papers/2022/military-capabilities-in-europe-a-framework-for-assessing-the-qualitative-dimension-1.pdf](#)

2. Hatzinger, M., & Schaefer, P. (2025). Ukraine's defence reforms: Integrating DOTMLPF-P for enhanced capability. *Defence Studies*, 25(1), 45–67.
3. Frontex. (2025). *Capability roadmap of the European Border and Coast Guard: Future-proofing the external borders and accelerating innovation towards 2037*. <https://www.frontex.europa.eu>
4. Sullivan, J. (2024). DOTMLPF-P as a tool for countering strategic threats in modern conflicts. *Military Review*, 104(3), 112–128.
5. Zalozh, V., Kovalchuk, M., & Bambuza, D. (2024). Methodological approach to choosing a rational option for building a border guard detachment management system. *Collection of Scientific Works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine*, 1, 45–58.
6. Tsaruk, A. (2025). Fostering economic development through Ukraine's Border Guard Service: Administrative and legal perspectives. *European Journal of Sustainable Development*, 14(2), 210–225.
7. Bratko, A. (2022). The concept of planning operational and service activities of the State Border Guard Service of Ukraine. *Social Development and Security*, 12(6), 1–10. <https://doi.org/10.33445/sds.2022.12.6.1>
8. Maniakov, I. V., & Mazur, V. Yu. (2025). Perspective directions of research on assessing the effectiveness of building state border protection. *Perspectives: Journal of National University of Internal Affairs*, 3(8), 209–218.
9. Lawry, L. L. (2025). Synthesis of recommendations to strengthen health and trauma care in Ukraine since the start of the Russian invasion. *Military Medicine*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/milmed/>
10. Gilli, A. (2025). NATO, multi-domain operations and the future of the Atlantic Alliance. *Comparative Strategy*, 44(2), 150–172.
11. What constitutes a capability? Leveraging the Ukraine experience to define an overused term. (2025). *Military Review*, March–April, 1–15. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/military-review/Archives/English/MA-25/Capability/Capability-UA.pdf>



This is an open access journal and all published articles are licensed under a Creative Commons «Attribution» 4.0.