

УДК: 355.615.8:616.89:519.87

DOI: 10.33099/2311-7249/2025-54-3-55-61

ГУТЧЕНКО Катерина Сергіївна,

кандидат медичних наук,

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна,

<https://orcid.org/0009-0008-6377-7745>

КОЗАЧУК В'ячеслав Леонідович,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна,

<https://orcid.org/0000-0002-0207-7461>

ГУТЧЕНКО Андрій Геннадійович,

Харківський національний університет Повітряних Сил Збройних Сил України імені Івана Кожедуба,

Харків, Україна,

<https://orcid.org/0009-0004-1748-6833>

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД БАГАТОМІРНОГО ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗА АЛГОРИТМОМ МІНІМУМУ ВІДСТАНЕЙ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХОДІВ МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У статті розглянуто актуальну проблему об'єктивного оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України, що є критично важливим для відновлення їхньої боєздатності. Виявлено, що традиційні методи багатомірного порівняльного аналізу мають суттєве обмеження, оскільки не враховують різну значущість окремих показників (наприклад, психологічних, фізіологічних, соціальних) для кінцевого результату реабілітації, що знижує їхню практичну доцільність.

Мета статті. Викладення удосконаленого методу багатомірного порівняльного аналізу за алгоритмом мінімуму відстаней для оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України.

Методи дослідження. У роботі використано метод багатомірного порівняльного аналізу за алгоритмом мінімуму відстаней та метод експертних оцінок. Зазначений методичний підхід дав можливість комплексно підійти до оцінювання реабілітаційних заходів, враховуючи різну важливість окремих показників. Метод експертних оцінок використано для визначення вагових коефіцієнтів показників, що дало змогу підвищити точність та об'єктивність оцінки.

Отримані результати дослідження. Проведений аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить, що більшість наукових робіт не розглядають можливості надання пріоритетів (ваг) окремим показникам у рамках методу багатомірного порівняльного аналізу. Запропоновано удосконалення існуючих підходів шляхом інтеграції механізму додавання вагових коефіцієнтів. На практичному прикладі продемонстровано як врахування ваг дає змогу отримати адекватніші та обґрунтованіші результати, що уможлиблює прийняття цілеспрямованіших та ефективніших управлінських рішень в системі медико-психологічної реабілітації.

Елементи наукової новизни. Вперше запропоновано підхід до оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації із застосуванням удосконаленого методу багатомірного порівняльного аналізу за алгоритмом мінімуму відстаней, що дає змогу інтегрувати вагові коефіцієнти для диференційованої оцінки.

Теоретична й практична значущість викладеного у статті. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення методичного забезпечення процесів оцінювання, планування та виконання заходів медико-психологічної реабілітації, що сприятиме підвищенню обґрунтованості прийняття управлінських рішень у Збройних Силах України.

Ключові слова: багатомірний порівняльний аналіз, медико-психологічна реабілітація, вагові коефіцієнти, Збройні Сили України.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасні збройні конфлікти та тривала військова служба чинять значний комплексний вплив на особовий склад. Цей вплив часто призводить до розвитку різноманітних психологічних розладів, зокрема, посттравматичного стресового розладу (далі – ПТСР), тривожних і

депресивних станів, а також до зниження фізичної працездатності й соціальної адаптації. Як наслідок, може суттєво знижуватися або, навіть, втрачатися боєздатність військовослужбовців, що становить серйозну загрозу для ефективності функціонування військових формувань. У зв'язку з цим, медико-

психологічна реабілітація має стратегічно важливе значення, оскільки її основною метою є комплексне відновлення фізичного, психічного та соціального благополуччя військовослужбовців, що є передумовою їхнього повноцінного повернення до виконання службових обов'язків.

Впровадження та застосування різноманітних реабілітаційних програм вимагає об'єктивного оцінювання, можливості порівняння різних методологічних підходів і протоколів. Для вирішення таких складних завдань широко застосовуються методи багатомірного порівняльного аналізу (далі – БПА) [1–3]. Ці методи дають змогу систематизовано зіставляти результати функціонування різних реабілітаційних програм, груп військовослужбовців, які пройшли різні етапи реабілітації, або навіть окремих індивідів у динаміці до і після інтервенції. Опис об'єктів здійснюється за допомогою уніфікованої системи показників, набір яких має бути однаковим для всіх порівнюваних об'єктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сьогодні відомими та активно використовується методи БПА, серед яких: підсумовування значень усіх показників, метод суми місць (наприклад, [1–3]), метод суми балів (наприклад, [1–3]), метод відстаней (наприклад, [7–9]) та таксономічний метод (наприклад, [4–6]). Однак, для всіх цих методів притаманний недолік: вони базуються на припущенні про однакову важливість (рівну вагу) кожного з показників, що описують програму, систему або процес. У контексті медико-психологічної реабілітації військовослужбовця такими показниками можуть бути (наприклад, глибина психологічної травми, рівень фізичної працездатності, ступінь соціальної інтеграції тощо), тому відсутність оцінювання важливості показників може бути критичним, оскільки різні аспекти стану мають неоднаковий вплив на його загальну боєздатність та якість життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених питанням, що стосуються використання методів БПА, свідчить про те, що всі публікації орієнтовані на порядок правильності застосування цих методів, наприклад, наведено алгоритми. Недоліками наведених публікацій слід вважати:

відсутність валідної можливості надання визначених дослідником пріоритетів (вагових коефіцієнтів) показникам порівнюваних об'єктів;

не розглядається можливість удосконалення методів БПА та їх адаптивність для рішення дослідницьких та інших завдань вибору (виявлення) найбільш раціонального об'єкта (рішення).

Вказані недоліки стосуються й методу мінімуму відстаней, суть якого полягає у багатомірному порівнянні за рахунок визначення об'єкта-еталону, обчисленню мінімальної суми відстаней об'єктів, що порівнюються, від об'єкта-еталону та виявлення таким способом найкращого об'єкта або рішення. Тому, удосконалення методу багатомірного порівняльного аналізу шляхом інтеграції механізму врахування пріоритетів (ваг) показників є актуальним науковим завданням, спрямованим на забезпечення більш

точного, обґрунтованого й об'єктивного оцінювання реабілітаційних заходів та процесів відновлення боєздатності військових формувань.

Метою статті є викладення удосконаленого методу багатомірного порівняльного аналізу за алгоритмом мінімуму відстаней для оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Удосконалення методу багатомірного порівняльного аналізу, виконаного за алгоритмом мінімуму відстаней, реалізується шляхом послідовного виконання низки етапів.

Етап 1. Визначення об'єктів порівняння, відбір показників і формування матриці показників X. На цьому етапі проводиться ідентифікація сукупності досліджуваних об'єктів N. У контексті медико-психологічної реабілітації особового складу такими об'єктами можуть бути:

окремі військовослужбовці. Аналіз динаміки стану конкретних осіб до, під час та після проходження реабілітаційної програми дає змогу персоналізувати оцінку та коригувати індивідуальні плани реабілітації; групи військовослужбовців. Порівняння результатів реабілітації груп, що пройшли різні програми, до яких застосовували різні методики або проходили реабілітацію в різних центрах;

реабілітаційні програми/методики;
реабілітаційні центри/підрозділи.

Після визначення об'єктів здійснюється відбір показників x_s , що характеризують досліджуваний об'єкт p_i у контексті його медико-психологічного стану та боєздатності. Для медико-психологічної реабілітації доцільно використати такі показники.

Психологічні показники:

рівень ПТСР за стандартизованими та валідизованими шкалами, наприклад, Шкала ПТСР для DSM-5 (PCL-5) [10; 15];

рівень тривожності (наприклад, за Шкалою тривоги Гамільтона (HARS) [11]);

рівень депресії (наприклад, за Шкалою депресії Бека (BDI-II) [12]);

показники стресостійкості та психологічної резильєнтності;

оцінка адаптаційних здібностей та копінг-стратегій.

Фізіологічні показники:

рівень фізичної витривалості (наприклад, за результатами функціональних тестів, таких як тест Купера, або показників максимального споживання кисню);

якість сну (за результатами опитувальників, таких як Пітсбурзький індекс якості сну (PSQI) [13]);

показники серцево-судинної системи (артеріальний тиск, частота серцевих скорочень у спокої та під навантаженням).

Соціально-адаптивні показники:

рівень соціальної взаємодії та підтримки;

здатність до реінтеграції у військове середовище та виконання службових обов'язків;

суб'єктивна оцінка якості життя та задоволеності станом.

Після визначення об'єктів медико-психологічної реабілітації та відбору відповідних показників формується вихідна матриця показників X . У цій матриці стовпці наводять множину досліджуваних об'єктів p_k ($k = 1, 2, \dots, K$), а рядки – множину показників x_s ($s = 1, 2, \dots, S$), що характеризують досліджувані об'єкти.

Приклад структури матриці X :

$$X = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1K} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2K} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{s1} & x_{s2} & x_{s3} & \dots & x_{sK} \end{vmatrix} \quad (1)$$

де: x_{sk} – значення s -го показника для k -го досліджуваного об'єкта.

Етап 2. Розподілення показників на стимулятори і дестимулятори та приведення до одного виду. Стимулятор – це показник, збільшення кількісного значення якого позитивно впливає на результат або підвищує рейтинг досліджуваного об'єкта. Наприклад, для медико-психологічної реабілітації стимулятори – це рівень стресостійкості, рівень фізичної витривалості, показники соціальної адаптації тощо. Дестимулятор – це показник, зменшення кількісного значення якого позитивно впливає на результат або підвищує рейтинг досліджуваного об'єкта. Приклади дестимуляторів: рівень ПТСР, рівень тривожності, час відновлення після фізичних навантажень.

Після класифікації всі показники – дестимулятори необхідно привести до вигляду стимуляторів. Це досягається завдяки використанню оберненого перетворення. Припустимо, що y_{sk} є дестимулятором для s -го показника та k -го об'єкта, то його еквівалент у вигляді стимулятора x_{sk}' обчислюється за виразом:

$$x_{sk}' = 1/y_{sk} \quad (2)$$

Етап 3. Формування об'єкта-еталону. Об'єкт-еталон – це умовна, гіпотетична точка-об'єкт у багатовимірному просторі показників, що характеризується найкращими значеннями для кожного з відібраних показників. “Найкращими” вважаються:

найбільші значення для показників – стимуляторів;
найменші значення для показників – дестимуляторів (до їхнього перетворення).

Еталон відображає максимально можливий, потенційний рівень значень показників бажаного стану (наприклад, максимального рівня боєздатності або повного відновлення після реабілітації). Він слугує підґрунтям для порівняння всіх досліджуваних об'єктів, що дає змогу кількісно оцінити їхнє відхилення від ідеалу. Еталоном може виступати реальний об'єкт. Наприклад, якщо порівнюються різні

програми реабілітації, еталонна програма буде містити найкращі показники, що були досягнуті в будь-якій з проаналізованих програм, або показники, встановлені експертами.

Етап 4. Стандартизація показників (приведення до безрозмірного вигляду) і перехід до допоміжної матриці Z . Стандартизація виконується з використанням ділення значення x_{sk} для s -го показника k -го об'єкта на відповідне значення x_s^{et} еталонного об'єкта для того ж показника:

$$z_{sk} = x_{sk}/x_s^{et} \quad (3)$$

У результаті цього перетворення, для всіх стимуляторів (вже перетворених з дестимуляторів) значення z_{sk} буде належати інтервалу $[0, 1]$, а значення, близькі до 1, свідчитимуть про наближення до еталону. Для самого еталонного об'єкта всі стандартизовані значення z_s^{et} будуть дорівнювати 1. Після стандартизації формується допоміжна матриця Z стандартизованих показників:

$$Z = \begin{vmatrix} z_{11} & z_{12} & z_{13} & \dots & z_{1K} \\ z_{21} & z_{22} & z_{23} & \dots & z_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{s1} & z_{s2} & z_{s3} & \dots & z_{sK} \end{vmatrix} \quad (4)$$

Етап 5. Визначення відстаней між усіма об'єктами та об'єктом-еталоном і формування метрики відстаней між об'єктами, що порівнюються. На цьому етапі обчислюються індивідуальні відстані кожного показника від еталону для всіх досліджуваних об'єктів. Ця відстань відображає ступінь відхилення значення конкретного показника для даного об'єкта від еталонного значення. Перед визначенням відстаней виконується нормалізація показників, тобто приведення їх до безрозмірного вигляду у межах інтервалу $[0;1]$. Для цього кожне значення x_{sk} ділиться на відповідне еталонне значення x_s^{et} , яке відповідає найкращому (оптимальному) значенню серед усіх об'єктів. У результаті нормалізації утворюється безрозмірна матриця Z , де $z_s^{et}=1$ для кожного показника еталону. Отже, нормалізація забезпечує порівнянність показників різних масштабів і є підготовчим етапом для розрахунку відстаней. Визначення відстані w_{sk} здійснюється відніманням нормалізованого значення z_{sk} k -го об'єкта від нормалізованого еталонного значення z_s^{et} , яке завжди дорівнює 1 після нормалізації:

$$w_{sk} = z_s^{et} - z_{sk} = 1 - z_{sk} \quad (5)$$

Результатом цього етапу є формування метрики відстаней у вигляді матриці:3

$$W = \begin{vmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & \dots & w_{1K} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & \dots & w_{2K} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_{s1} & w_{s2} & w_{s3} & \dots & w_{sK} \end{vmatrix} \quad (6)$$

Етап 6. Визначення ступеня подібності кожного досліджуваного об'єкта з об'єктом-еталоном (сумарна відстань). Для визначення загального ступеня подібності досліджуваного об'єкта з об'єктом-еталоном обчислюється сумарна відстань R_k , що являє собою суму всіх індивідуальних відстаней за показниками для кожного об'єкта:

$$R_k = \sum_{s=1}^s w_{sk} = w_{1k} + w_{2k} + \dots + w_{sk} \quad (7)$$

Аналіз виразу (7) свідчить про те, що зі зменшенням значення R_k досліджуваного об'єкта буде ближче до еталонного стану, тобто тим вищий ступінь його подібності з ідеальним станом. Велике значення R_k свідчить про значну віддаленість від еталону. У контексті медико-психологічної реабілітації мінімальне значення R_k вказуватиме на найліпшу реабілітаційну програму для конкретного військовослужбовця або групи, або на найкращий стан підрозділу.

Етап 7. Удосконалення методу БПА. Застосування вагових коефіцієнтів. Цей етап дає змогу подолати обмеження традиційних БПА, які припускають рівнозначність усіх показників. У медико-психологічній реабілітації різні показники мають різний ступінь впливу на досягнення кінцевої мети – відновлення боєздатності. Наприклад, рівень ПТСР або здатність до когнітивного функціонування може бути більш критичним для повернення до служби, ніж незначні зміни фізичної витривалості, залежно від військової спеціальності та умов служби.

Для врахування цієї важливості вводяться вагові коефіцієнти p_s для кожного s -го показника. Ці ваги відображають значущість кожного показника у загальній оцінці. Вагові коефіцієнти можуть бути визначені за допомогою різних методів:

- експертні оцінки [14];
- статистичні методи.

Сума всіх вагових коефіцієнтів зазвичай становить одиницю:

$$\sum_{s=1}^s p_s = 1. \quad (8)$$

З урахуванням вагових коефіцієнтів сумарної відстані вираз для визначення сумарного відхилення (7) матиме вигляд:

$$R_k^{\text{бар}} = \sum_{s=1}^s p_s \cdot w_{sk} = p_1 w_{1k} + p_2 w_{2k} + \dots + p_s w_{sk} \quad (9)$$

Крім прямого введення ваг, удосконалення може полягати у гнучкому підході до вибору та коригування показників. Наприклад, показники, для яких модуль різниці $|w_{sk} - w_s^{\text{ет}}|$ є максимальним (тобто x_{sk} значно відхиляється від $x_s^{\text{ет}}$), свідчать про найбільші проблеми у відповідному аспекті реабілітації (психологічному, фізіологічному чи соціально-адаптивному).

Приклад оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації для військовослужбовців. Для наочної демонстрації застосування запропонованого удосконаленого методу розглянемо приклад порівняння трьох умовних програм медико-психологічної реабілітації – Програма А, Програма В, Програма С, які впроваджуються для відновлення боєздатності військовослужбовців. Кожна програма оцінюється за чотирма показниками, що характеризують важливі аспекти стану військовослужбовців після її проходження:

1. Стійкість до стресу (умовні бали, шкала від 0 до 20).
2. Рівень тривожності (за стандартизованою психометричною шкалою, бали від 0 до 10).
3. Фізична витривалість (умовні бали, шкала від 0 до 15).
4. Час відновлення після фізичних навантажень (години).

Значення показників для кожної програми наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Значення показників програм реабілітації

Показник	Програма А	Програма В	Програма С
Стійкість до стресу, бали	12	15	14
Рівень тривожності, бали	4	2	3
Фізична витривалість, бали	8	10	8
Час відновлення після навантажень, год	0,5	0,3	0,7

1. Розділення показників на стимулятори та дестимулятори. Показники поділено на дві групи залежно від того, як вони впливають на результат реабілітації. *Стимулятори* – це показники, підвищення значення яких свідчить про покращення стану військовослужбовця. До них належать “Стійкість до стресу” та “Фізична витривалість”, оскільки зростання цих показників означає краще пристосування організму до фізичних і психоемоційних навантажень та швидше повернення до виконання службових завдань.

Дестимулятори – це показники, зниження значення яких свідчить про позитивні зміни. До них належать «Рівень тривожності» та «Час відновлення

після навантажень». Високі значення цих показників означають наявність напруження, уповільнення процесів відновлення та психологічну нестабільність. Тому їх зменшення розглядається як ознака ефективної реабілітації.

Такий поділ дає змогу правильно враховувати напрям впливу кожного показника на загальний результат і забезпечує коректність подальших розрахунків під час аналізу програм.

2. Формування еталонної програми. Еталонна програма (ідеальний об'єкт) формується шляхом вибору найкращих значень для кожного показника серед усіх порівнюваних програм (табл. 2).

Таблиця 2

Значення показників програм реабілітації та програми-еталон

Показник	Програма А	Програма В	Програма С	Програма-еталон
Стійкість до стресу, бали	12	15	14	15
Рівень тривожності, бали	4	2	3	2
Фізична витривалість, бали	8	10	8	10
Час відновлення після навантажень, год	0,5	0,3	0,7	0,3

3. Приведення показників-дестимуляторів до виду стимуляторів. Дестимулятори трансформуються шляхом оберненого перетворення ($1/\text{значення}$) (табл. 3).

Таблиця 3

Значення показників-дестимуляторів програм реабілітації та програми-еталон, трансформованих шляхом оберненого перетворення ($1/\text{значення}$)

Показник (після перетворення)	Програма А	Програма В	Програма С	Програма-еталон
Стійкість до стресу	12	15	14	15
$1/\text{Рівень тривожності } (1/y_{sk})$	$1/4 = 0,25$	$1/2 = 0,5$	$1/3 \approx 0,33$	$1/2 = 0,5$
Фізична витривалість	8	10	8	10
$1/\text{Час відновлення } (1/y_{sk})$	$1/0,5 = 2$	$1/0,3 \approx 3,33$	$1/0,7 \approx 1,43$	$1/0,3 \approx 3,33$

4. Приведення показників до безрозмірного виду (стандартизація). Кожне значення ділиться на відповідне еталонне значення ($z_{sk} = x_{sk}/x_s^{et}$) (табл. 4).

Таблиця 4

Значення стандартизованих показників програм реабілітації та програми-еталон

Стандартизований показник	Програма А	Програма В	Програма С	Програма-еталон
Стійкість до стресу	$12/15 = 0,8$	$15/15 = 1$	$14/15 \approx 0,93$	1
$1/\text{Рівень тривожності}$	$0,25/0,5 = 0,5$	$0,5/0,5 = 1$	$0,33/0,5 \approx 0,66$	1
Фізична витривалість	$8/10 = 0,8$	$10/10 = 1$	$8/10 = 0,8$	1
$1/\text{Час відновлення}$	$2/3,33 \approx 0,6$	$3,33/3,33 = 1$	$1,43/3,33 \approx 0,43$	1

5. Обчислення метрики відстаней від еталону. Відстань $w_{sk} = 1 - z_{sk}$ (табл. 5).

Таблиця 5

Обчислення метрики відстаней від еталону

Відстань від еталону	Програма А	Програма В	Програма С	Програма-еталон
Стійкість до стресу	$1 - 0,8 = 0,2$	$1 - 1 = 0$	$1 - 0,93 = 0,07$	0
$1/\text{Рівень тривожності}$	$1 - 0,5 = 0,5$	$1 - 1 = 0$	$1 - 0,66 = 0,34$	0
Фізична витривалість	$1 - 0,8 = 0,2$	$1 - 1 = 0$	$1 - 0,8 = 0,2$	0
$1/\text{Час відновлення}$	$1 - 0,6 = 0,4$	$1 - 1 = 0$	$1 - 0,43 = 0,57$	0

6. Визначення загальної відстані (R_k) для кожної програми без урахування ваг.

Програма А: $R_A = 0,2 + 0,5 + 0,2 + 0,4 = 1,3$

Програма В: $R_B = 0 + 0 + 0 + 0 = 0$

Програма С: $R_C = 0,07 + 0,34 + 0,2 + 0,57 = 1,18$

Отже, програма В є найкращою (нульова відстань від еталону), на другому місці – програма С (1,18), на третьому – програма А (1,3).

7. Застосування вагових коефіцієнтів. Припустимо, за експертною оцінкою військових медиків та психологів, «Рівень тривожності» та «Стійкість до стресу» є найбільш критичними для відновлення боєздатності, «Фізична витривалість» також важлива, тоді як «Час відновлення після навантажень» має меншу значущість. Призначимо наступні вагові коефіцієнти p_i :

Стійкість до стресу: $p_1 = 0,3$

Рівень тривожності: $p_2 = 0,4$

Фізична витривалість: $p_3 = 0,2$

Час відновлення після навантажень: $p_4 = 0,1$

(Сума ваг: $0,3 + 0,4 + 0,2 + 0,1 = 1$).

Розраховуємо зважену інтегральну відстань ($R_k^{ваг}$) для кожної програми:

Програма А:

$R_A^{ваг} = (0,3 \times 0,2) + (0,4 \times 0,5) + (0,2 \times 0,2) + (0,1 \times 0,4) = 0,06 + 0,2 + 0,04 + 0,04 = 0,34$

Програма В:

$R_B^{ваг} = (0,3 \times 0) + (0,4 \times 0) + (0,2 \times 0) + (0,1 \times 0) = 0$

Програма С:

$R_C^{ваг} = (0,3 \times 0,07) + (0,4 \times 0,34) + (0,2 \times 0,2) + (0,1 \times 0,57) = 0,021 + 0,136 + 0,04 + 0,057 = 0,254$

Висновок з урахуванням ваг:

Програма В залишається найкращою (0).

Програма С займає друге місце (0,254).

Програма А займає третє місце (0,34).

Отже, за сукупністю показників Програма В виявилася кращою, порівняно з іншими розглянутими програмами.

Висновки й перспективи подальших досліджень

У статті було запропоновано та детально викладено порядок застосування удосконаленого методу багатомірного порівняльного аналізу за алгоритмом мінімуму відстаней для оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації особового складу Збройних Сил України. Головним аспектом удосконалення є додавання вагових коефіцієнтів до окремих показників, дає змогу подолати обмеження традиційних методів БПА, які припускають рівнозначність усіх критеріїв і забезпечує більш точне та об'єктивне оцінювання заходів медико-психологічної реабілітації особового складу збройних формувань. Наведений удосконалений метод дає змогу оцінювати результати реабілітаційних програм, ураховуючи різну значущість психологічних, фізіологічних та соціально-адаптивних показників для відновлення боєздатності військовослужбовців. Урахування пріоритетності показників (психологічних – рівень ПТСР, тривожності, депресії; фізіологічних – фізична витривалість, якість сну, функціональні показники серцево-судинної системи; соціально-адаптивних – рівень соціальної взаємодії, реінтеграції у військове середовище, суб'єктивна оцінка якості життя) дає змогу приймати більш

обґрунтовані та цілеспрямовані рішення щодо оптимізації реабілітаційного процесу.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямі охоплюють низку важливих аспектів:

1. Розроблення та валідація методів визначення вагових коефіцієнтів. Необхідними є розроблення та апробація систематичних та об'єктивних методик для визначення вагових коефіцієнтів, адаптованих до специфіки медико-психологічної реабілітації.

2. Апробація методу на реальних клінічних та оперативних даних. Критично важливим є проведення широкомасштабних досліджень з використанням запропонованого удосконаленого методу на великих обсягах реальних даних щодо медико-психологічної реабілітації військовослужбовців.

3. Розширення сфери застосування. Дослідження можливостей застосування цього удосконаленого методу для порівняльного аналізу інших військово-медичних та психологічних втручань, а також для комплексного оцінювання оперативної та бойової готовності підрозділів.

Реалізація наведених напрямів досліджень сприятиме подальшому підвищенню ефективності системи медико-психологічної реабілітації в Україні та, як наслідок, зміцненню боєздатності Збройних Сил України та інших військових формувань.

Список бібліографічних посилань

1. Бланк І. О. Управління фінансовою стабілізацією підприємства. Київ : Ніка-Центр, 2004. 496 с. 2. Дуляба Н. І., Сирветник-Царій В. В. Таксономічний аналіз як інструмент виявлення можливостей забезпечення розвитку ефективності управління економічним потенціалом підприємств торгівлі споживчої кооперації. *Глобальні та національні проблеми економіки*. 2016. № 9. С. 419–423. 3. Макарова А. В. Методи статистичного аналізу в соціально-економічних дослідженнях: монографія. Київ : Кондор, 2007. 320 с. 4. Вовк В. М. Таксономічний метод комплексної оцінки рівня соціально-економічного розвитку регіонів. *Економіка та управління*. 2012. № 1. С. 122–127. 5. Кулік І. М., Наконечна Н. С. Використання таксономічного методу для комплексної оцінки стану навколишнього середовища. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2014. Вип. 24.8. С. 34–40. 6. Тимчишин О. І., Савчук П. П. Застосування таксономічного аналізу для оцінки рівня надійності радіоелектронних засобів. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2017. № 3(52). С. 138–142. 7. Зайченко Ю. П., Марченко О. М. Застосування таксономічного методу для оцінки ефективності медичних послуг. *Вісник Вінницького національного медичного університету*. 2016. № 2 (20). С. 321–325. 8. Дудченко В. А., Кононенко В. В. Порівняльний аналіз інвестиційних проектів методом відстаней. *Економіка та держава*. 2010. № 10. С. 84–87. 9. Сідляренко А. В. Метод

суми балів у оцінці якості освіти. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2015. № 1 (45). С. 136–143. 10. Weathers F. W., Litz B. T., Keane T. M., Palmieri P. A., Marx L. P., & Schnurr P. P. The PTSD Checklist for DSM-5 (PCL-5). Scale available from the National Centre for PTSD. 2013. URL: <https://www.ptsd.va.gov/professional/assessment/adult-sr/pcl5.asp> (accessed: 25 June 2025). 11. Hamilton M. The assessment of anxiety states by rating. *British Journal of Medical Psychology*, 1959. № 32 (1). P. 50–55. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2044-8341.1959.tb01027.x> (accessed: 16 July 2025). 12. Beck A. T., Steer R. A., & Brown G. K. Manual for the Beck Depression Inventory–II. Psychological Corporation. 1996. San Antonio, TX: Psychological Corporation. 13. Buysse D. J., Reynolds C. F., Monk T. H., Berman S. R., & Kupfer D. J. The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*. 1989. № 28(2). P. 193–213. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2748771/> (accessed: 29 July 2025). 14. Saaty, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. McGraw-Hill, 1980. 287 p. 15. National Centre for PTSD. PTSD Checklist for DSM-5 (PCL-5). URL: <https://www.ptsd.va.gov/professional/assessment/adult-sr/pcl5.asp> (accessed: 28 August 2025).

THE IMPROVED METHOD OF MULTIDIMENSIONAL COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON THE MINIMUM DISTANCE ALGORITHM FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF MEASURES OF MEDICAL AND PSYCHOLOGICAL REHABILITATION OF PERSONNEL OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

HUTCHENKO Kateryna, Candidate of Medical Science, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0008-6377-7745>

KOZACHUK Vyacheslav, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Scientist, Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-0207-7461>

HUTCHENKO Andriy, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0004-1748-6833>

Formulation of the problem in general. The article addresses the pressing issue of objectively evaluating medical and psychological rehabilitation measures for personnel of the Armed Forces of Ukraine, which is crucial for restoring their combat readiness. It has been found that traditional methods of multidimensional comparative analysis have significant limitations, as they do not account for the varying significance of individual indicators (e.g., psychological, physiological, social) in the outcome of rehabilitation, which reduces their practical usefulness. **The purpose of the article** is to describe the improved method of multidimensional comparative analysis using the minimum distance algorithm to evaluate medical and psychological rehabilitation measures for personnel of the Armed Forces of Ukraine.

Research methods. The work employs a multidimensional comparative analysis method based on the minimum distance algorithm and expert assessments. This methodological approach enabled a comprehensive evaluation of rehabilitation measures, taking into account the varying importance of individual indicators. The expert assessment method was employed to determine the weighting coefficients of the indicators, thereby enhancing the accuracy and objectivity of the assessment.

Literature review. An analysis of recent studies and publications devoted to issues related to the use of multidimensional comparative analysis methods reveals that all publications primarily focus on the correct application of these methods, with the taxonomic method being the most frequently discussed, and other methods being less regularly addressed. However, none of the publications considers the valid possibility of assigning priorities (weights) to the indicators of the compared objects and thus improving the methods of multidimensional comparative analysis.

Research results. An analysis of recent studies and publications reveals that most scientific works fail to consider the possibility of assigning priorities (weights) to individual indicators within the framework of the multidimensional comparative analysis method. It is proposed to enhance existing approaches by incorporating a mechanism for assigning weight coefficients. A practical example demonstrates how taking weights into account enables more accurate and reasonable results, which makes it possible to make more targeted and effective management decisions within the medical and psychological rehabilitation system.

Research novelty. For the first time, an approach to evaluating medical and psychological rehabilitation measures has been proposed using an improved method of multidimensional comparative analysis based on the minimum distance algorithm, which enables the integration of weighting coefficients for differentiated assessment.

Theoretical and practical significance. The study's results can be used to enhance the methodological support for the assessment, planning, and implementation of medical and psychological rehabilitation measures, thereby contributing to more informed management decisions within the Armed Forces of Ukraine.

Conclusion and future work. This article proposes an improved method of multivariate comparative analysis with weighting coefficients to more accurately evaluate the effectiveness of medical and psychological rehabilitation for military personnel. This approach overcomes the limitations of traditional methods by considering the varying importance of different indicators. The method's practical value lies in supporting more targeted and evidence-based decisions for optimising rehabilitation. Future research should focus on validating the method with real data, refining the weighting process, and integrating the approach into digital decision-support systems to further enhance the rehabilitation system in Ukraine.

Keywords: multidimensional comparative analysis, medical and psychological rehabilitation, weighting coefficients, Armed Forces of Ukraine.

References

- Blank, I. A., (2004). Management of financial stabilisation of an enterprise. Kyiv: Nika-Center.
- Dulyaba, N. I. & Syrvetnyk-Tsarii, V. V., (2016). Taxonomic analysis as a tool for identifying opportunities to ensure the effective development of economic potential in consumer cooperation trade enterprises. *Global and National Problems of Economy*, 9.
- Makarova, A. V., (2007). Methods of statistical analysis in socio-economic research: Monograph. Kyiv: Kondor.
- Vovk, V. M., (2012). Taxonomic method of complex assessment of the level of socio-economic development of regions. *Economics and Management*, 1, 122-127.
- Kulik, I. M. & Nakonechna, N. S., (2014). Using the taxonomic method for a comprehensive assessment of the state of the environment. *Scientific Bulletin of the National Forestry University of Ukraine*, 24.8, 34-40.
- Tymchyshyn, O. I. & Savchuk, P. P., (2017). Application of taxonomic analysis to assess the reliability of electronic means. *Collection of Scientific Works of Kharkiv National University of the Air Force*, 3(52), 138-142.
- Zaichenko, Yu. P. & Marchenko, O. M., (2016). Application of the taxonomic method for assessing the effectiveness of medical services. *Bulletin of Vinnytsia National Medical University*, 20(2), 321-325.
- Dudchenko, V. A. & Kononenko, V. V., (2010). Comparative analysis of investment projects by the distance method. *Economics and State*, 10, 84-87.
- Sidlyarenko, A. V., (2015). The sum-of-scores method in assessing the quality of education. *Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovative Technologies*, 1(45), 136-143.
- Weathers, F. W., Litz, B. T., Keane, T. M., Palmieri, P. A., Marx, L. P. & Schnurr, P. P., (2013). *The PTSD Checklist for DSM-5 (PCL-5)* [online]. Scale available from the National Centre for PTSD. Available at: <https://www.ptsd.va.gov/professional/assessment/adult-sr/pcl5.asp> [Accessed: 25 June 2025].
- Hamilton, M. (1959). The assessment of anxiety states by rating. *British Journal of Medical Psychology*, 32(1), 50-55. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2044-8341.1959.tb01027.x> [Accessed: 16 July 2025].
- Beck, A. T., Steer, R. A. & Brown, G. K., (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. Psychological Corporation. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Buyse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R. & Kupfer, D. J., (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2748771/> [Accessed: 29 July 2025].
- Saaty, T. L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill.
- National Centre for PTSD. (2025). *PTSD Checklist for DSM-5 (PCL-5)*. Available at: <https://www.ptsd.va.gov/professional/assessment/adult-sr/pcl5.asp> [Accessed: 28 August 2025].

Рукопис надійшов до редакції 16.09.2025
 Рукопис прийнято до друку після рецензування 12.11.2025
 Дата публікації 30.12.2025