

О. М. РЕВА, д-р техн. наук, проф.

В. В. КАМИШИН, д-р пед. наук, с. н. с., чл.-кор. НАПН України

С. П. БОРСУК, д-р техн. наук, доц.

С. В. ЯРОЦЬКИЙ, нач. відділу

Ю. А. АВРАМЧУК, автор-кореспондент, канд. екон. наук

## ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ПЕРЕВАГ ФАХІВЦІВ НА МНОЖИНІ РИС ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ

**Резюме.** Центральним об'єктом дослідження є потенційні інвестиційні об'єкти, які вимагають детального аналізу для відновлення та модернізації національної економіки в постконфліктний період. Дослідження окреслює необхідність застосування провідних системно-інформаційних технологій для об'єктивного та ефективного оцінювання інвестиційної привабливості об'єктів. Головна увага зосереджена на визначенні та аналізі характерних рис, які впливають на прийняття рішень інвесторами.

У результаті дослідження було розроблено та впроваджено нові методи оптимізації групової системи переваг. Зокрема застосування класичного критерію прийняття рішень Севиджа та медіани Кемені значно зменшило розбіжності між оцінками експертів та усунуло проблему пов'язаних рангів. Інтерпретація отриманих результатів: покращення в точності та узгодженості вагових коефіцієнтів відбулося завдяки використанню сучасних аналітичних методів, які дозволяють ефективно керувати груповими думками та згладжувати екстремальні позиції.

Особливості та відмінні риси отриманих результатів: оптимізація базової групової системи переваг виявилася надзвичайно ефективною. Високий рівень узгодженості результатів свідчить про значну точність впроваджених методів, які забезпечили значне підвищення об'єктивності прийнятих інвестиційних рішень.

Сфера та умови практичного використання отриманих результатів: оптимізовані методики можуть бути застосовані у сферах, де потрібно забезпечити високий рівень точності та об'єктивності в оцінці інвестиційних проєктів. Це особливо актуально для економічної розвідки та інвестиційного планування в умовах відновлення національної економіки.

**Ключові слова:** інвестиційна привабливість, критерій Севиджа, медіана Кемені, групова система переваг.

### ВСТУП

Незламність народу перед рашистською навалюю разом із підтримкою прогресивного людства дедалі більше наближають, нехай повільно, але ж неухильно, час великої Перемоги, наслідком якої має бути, зокрема і розбудова післявоєнної України. Це, зрозуміло, має відбуватися шляхом залучення широкого спектра інвестицій, у тому числі й прямих іноземних інвестицій (ПІІ) [1]. Тому актуальними є питання ефективного системно-інформаційного забезпечення повного, всебічного і об'єктивного дослідження потенційних об'єктів експертизи (ОЕ).

Керування будь-якими проєктами, зокрема й інвестиційними, має відбуватися "за показниками", зокрема спиратися на дослідження характерних рис інвестиційної привабливості (РІП) ОЕ. І чим більше таких рис, тим більш повно і всебічно буде проведено зазначене дослідження. Це вимагає застосування для розв'язання відповідних проблем методології

розв'язання багатокритеріальних задач прийняття рішень (ПР).

Природно, що РІП неоднозначні за вагомістю (значущістю), що разом зі встановленим ступенем їх виразності (СВ) у досліджуваному ОЕ неминуче впливає на рішення фахівця щодо ступеня інвестиційної привабливості (СІП) цього об'єкта. Тому порушується питання побудови систем переваг (СП) фахівців, залучених до експертизи, на множині цих рис. Під СП розумітимемо упорядкований ряд РІП ОЕ: від більш вагомих, значущих, привабливих тощо до менш вагомих. Зазвичай розглядають індивідуальні СП (ІСП) та групові СП (ГСП), побудову яких докладно розглянуто в працях [2–6].

Оптимізована групова система переваг (ГСП) застосовується в розв'язанні проблем інвестиційного процесу, полегшуючи вибір РІП ОЕ і встановлення пріоритетів:

*по-перше*, відкриваються можливості застосування методу розстановки пріоритетів

(МРП) [7–11] для встановлення нормованих коефіцієнтів вагомості (НКВ) характерних РІП (ХРІП) ОЕ, тобто здійснити перехід від вимірів у шкалі упорядкування, визначених рангами ХРІП, у більш потужну та унікальну за кваліметричними властивостями абсолютну шкалу;

*по-друге*, отримані в наведений спосіб НКВ ХРІП разом із результатами дефазифікації тим самим МРП показників СВ цих рис у кожному досліджуваному ОЕ сприяють отриманню відповідної інтегральної оцінки [10; 12], якій і лише якій притаманна системна властивість емерджентності;

*по-третє*, відкривається ще одна можливість застосування й методу послідовних поступок (МПП) [11–15] у встановленні “компромісів” у вимогах до СВ ХРІП у досліджуваних ОЕ.

З огляду на це, дослідження, що присвячені отриманню оптимізованої (“еталонної”) ГСП фахівців на множині ХРІП ОЕ, є актуальними.

## АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У праці [16] представлено застосування медіани Кемені для підтримки групових рішень. Автори розробили евристичний алгоритм для обчислення медіани, що ефективно застосовується на числових прикладах. Однак аналіз не охоплює дослідження стійкості цього алгоритму при зміні вхідних даних. Причиною цього може бути висока чутливість алгоритму до коливань у даних, що робить його використання обмеженим у динамічних умовах. Можливим розв’язанням цієї проблеми є розробка модифікацій алгоритму, що забезпечують його адаптивність.

Дослідження [17] демонструє застосування критерію Севиджа в невизначених умовах, пропонуючи рекомендації для його використання в системах переваг. Не розглядається вплив когнітивних упереджень на об’єктивність цього критерію. Це може бути пов’язано з методологічними обмеженнями в урахуванні суб’єктивних факторів у статистичному аналізі. Удосконалення методології врахування особистісних факторів може поліпшити точність і об’єктивність рішень.

У статті [18] зазначено, що застосування класичних критеріїв ПР допомогло глибоко проаналізувати ГСП. Однак ці методи не набули популярності через складність інтерпретації результатів та їх обмежену універсальність. Проблема може полягати в тому, що ці методи не завжди адекватно моделюють реальні умови прийняття рішень. Подальше дослідження, спрямоване на розробку більш гнучких та адаптивних моделей могло б вирішити це

питання. Такі дослідники, як Edwards і Goffin (2023), підкреслюють значущість методологій мультикритеріального аналізу рішень (MCDA) у підтримці вибору інженерних матеріалів, що підкріплює потребу в подальшій розробці та дослідженні цих методів [19].

Розвиток дослідження медіани Кемені, описаний у [20], показує нові методи для більш точного визначення пріоритетів у мультиатрибутивному прийнятті рішень. Водночас відсутність порівняльного аналізу з іншими методами ставить під сумнів універсальність отриманих результатів. Проведення досліджень, що присвячені порівнянню різних підходів до оптимізації групових систем переваг, могло б підвищити довіру до нових методів і розширити сферу їх застосування.

Розробка методу “Voting-Kemeny Median Indicator Ranks Accordance”, що висвітлено в дослідженні [20], інтегрує новітні підходи до визначення критеріїв і ваг у мультиатрибутивному ПР. Цей метод вирізняється гнучкістю та адаптивністю, проте потребує додаткових досліджень для оцінки його стійкості та відтворюваності в різних дослідницьких ситуаціях. Причиною недостатньо широкого застосування може бути відсутність даних про його ефективність у більш широких або менш контрольованих умовах. Подолати ці труднощі можна за допомогою розширених пілотних досліджень, які охоплюватимуть різні типи даних і сценарії.

Методологія “Voting-KEMIRA”, що представлена в тому ж дослідженні, охоплює комплексний підхід до ранжування критеріїв у процесах мультиатрибутивного ПР. Цей метод дає змогу ефективно розв’язувати складні задачі, однак зазнає труднощів зі стандартизацією процесів, що ускладнює його універсальне впровадження. Причиною може бути висока залежність від специфіки контексту та вхідних даних, що зумовлює потребу в адаптації методу під кожен окремий випадок. Розвиток універсальних компонентів, що можуть бути стандартизовані та адаптовані до різних умов, є важливим напрямом подальших досліджень.

Розвиток досліджень медіани Кемені, який описано в праці [21], пропонує нові можливості для її застосування не лише в соціальному виборі, а й в інших сферах. Попри обнадійливі результати, алгебраїчний підхід до визначення медіани Кемені залишається недостатньо дослідженим у контексті його практичного застосування, особливо в ситуаціях із великою кількістю критеріїв та альтернатив. Вирішити ці виклики можна через дослідження, що спрямовані на вивчення масштабованості та ефективності цього підходу.

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є оптимізація базової ГСП фахівців на множині ХРІП ОЕ, яку було отримано в результаті реалізації багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”. Це надасть можливість розв’язати дві багатокритеріальні задачі ПР: інтегральної оцінки СІП ОЕ і встановлення “компромісів” у вимогах до СВ ХРІП.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- застосувати класичний критерій прийняття рішень (ККПР) Севиджа для оптимізації базової групової системи переваг (ГСП);
- використати медіану Кемені для додаткової оптимізації базової ГСП;
- здійснити порівняльний аналіз раніше оптимізованих ГСП та обрати остаточну ГСП як “еталонну” для подальших досліджень.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об’єктом досліджень є потенційні інвестиційні об’єкти/проекти, а саме властиві їм ХРІП, які, з одного боку, мають різну значущість, а з іншого — ступінь їх виразності впливає на ПР фахівцем щодо СІП ОЕ. Зазначена значущість встановлюється шляхом побудови ГСП, що задовольняє спектру системно-інформаційних критеріїв узгодженості групових думок (УГД).

Реалізація багатокрокової технології виявлення та відсіювання маргінальних думок, а також усунення “систематичної похибки того, хто вижив”, призвела до отримання базової ГСП, узгодженої на високому для досліджень ЛЧ рівні значущості  $\alpha = 1\%$  [13]. Однак, оскільки він не є ідеальним, тобто відрізняється від 0, то гіпотезою дослідження є припущення щодо можливості подальшої оптимізації базової ГСП. Причому здійснити це можливо шляхом застосування: або додаткових ітерацій згаданої багатокрокової технології; або методології системного аналізу та теорії ПР. У цій публікації буде представлено результати реалізації другого шляху.

Наведене призвело до вибору таких методів дослідження:

- експертних процедур — для забезпечення коректного збору потрібної інформації, формування представницьких груп, належної обробки результатів опитування випробуваних експертів;
- ПР — для виявлення ІСП і ГСП експертів та застосування ККПР Севиджа та медіани Кемені для їх оптимізації;
- теорії ймовірностей — для загальної статистичної обробки експериментальних даних та

перевірки статистичних гіпотез щодо прийнятності результатів обчислень;

- системного аналізу — для виявлення закономірностей в упорядкуванні досліджуваних ХРІП ОЕ тощо.

## Результати попередніх досліджень з встановлення базової групової системи переваг фахівців на множині характерних рис інвестиційної привабливості об’єктів економічного експертного оцінювання

Виконання багатоетапної технології ідентифікації маргінальних думок та усунення систематичної похибки виживання сформувало базову ГСП із високою узгодженістю на рівні 1 % [13]:

$$\begin{aligned} & PII_{15} \succ_{m_C} PII_5 \succ_{m_C} PII_4 \succ_{m_C} PII_{17} \succ_{m_C} PII_3 \succ_{m_C} PII_{18} \succ_{m_C} \\ & \succ_{m_C} PII_8 \succ_{m_C} PII_2 \succ_{m_C} PII_{11} \succ_{m_C} PII_7 \succ_{m_C} PII_{10} \succ_{m_C} PII_{13} \succ_{m_C} \\ & \succ_{m_C} PII_{14} \succ_{m_C} PII_6 \succ_{m_C} PII_{16} \succ_{m_C} PII_1 \succ_{m_C} PII_{12} \succ_{m_C} PII_9, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\succ_{m_C}$  — позначка переваги за значущістю однієї ХРІП ОЕ перед іншою у ГСП підгрупи  $m_C$ .

$PII_i$  — позначка ХРІП відповідно до специфікації, наведеної в **табл. 1**.

Таким чином, порушується питання щодо оптимізації базової ГСП виду (1).

## Оптимізація базової групової системи переваг за допомогою класичного критерію прийняття рішень Севиджа

Знаючи ІСП членів підгрупи  $m_C$ , нескладно побудувати відповідні матриці, застосовуючи до яких ККПР Севиджа та медіани Кемені й буде розв’язано сформульовані вище завдання цього дослідження.

З ІСП членів підгрупи  $m_C$  було сформовано матрицю рішень (МР) виду  $MP = \|r_{ij}^{a_{ij}}\|$  (графи 1–31 **табл. 2**), де основний елемент  $r_{ij}$  — ранг, наданий  $j$ -м експертом  $PII_i$  в  $ICPI_j$ , а показник ступеня  $a_{ij}$  — елемент матриці:

$$a_{ij} = \left| \min_j r_{ij} - r_{ij} \right|. \quad (2)$$

Далі по рядках **табл. 2** вибирається найбільший ризик (жаль, штраф, відхилення думок тощо) для кожної  $i$ -ї ХРІП (графа 32):

$$a_{ir} = \max_i a_{ij} = \max_i \left| \min_i r_{ij} - r_{ij} \right|, \quad (3)$$

який мінімізується таким чином:

$$Z_S = \min_i \max_j a_{ij} = \min_i \max_j \left| \min_i r_{ij} - r_{ij} \right|. \quad (4)$$

Таблиця 1

Характерні риси інвестиційної привабливості об'єктів експертизи

| РІП <sub>i</sub> | Зміст риси                         | РІП <sub>i</sub>  | Зміст риси                           |
|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| РІП <sub>1</sub> | Співвласники бізнесу               | РІП <sub>10</sub> | Термін окупності                     |
| РІП <sub>2</sub> | Перспективність об'єкта експертизи | РІП <sub>11</sub> | Правова захищеність                  |
| РІП <sub>3</sub> | Ризики                             | РІП <sub>12</sub> | Конкурентне середовище               |
| РІП <sub>4</sub> | План повернення коштів інвестору   | РІП <sub>13</sub> | Менеджмент, персонал                 |
| РІП <sub>5</sub> | Соціально-економічний ефект        | РІП <sub>14</sub> | Маркетинг                            |
| РІП <sub>6</sub> | Інвестиційний план                 | РІП <sub>15</sub> | Гарантії повернення коштів інвестору |
| РІП <sub>7</sub> | Вартість пропозиції                | РІП <sub>16</sub> | Життєвий цикл                        |
| РІП <sub>8</sub> | Ринок споживачів                   | РІП <sub>17</sub> | Договірні взаємовідносини            |
| РІП <sub>9</sub> | Стадія впровадження                | РІП <sub>18</sub> | Чистий прибуток                      |

Отже, вираз (4) й визначає найкращу (більш вагому, значущу) альтернативу-ХРІП ОЕ, яка й має зайняти у ГСП перше рангове місце. Здійснюючи ітерації виразів (2)–(4) до вже  $(n - 1)$  ХРІП, отримуємо наступну за значущістю рису, що займе в шуканій ГСП вже друге рангове місце. Ітерації здійснюються допоки не будуть упорядковані всі  $n$  досліджуваних ХРІП ОЕ.

Згідно з виразом (3) по рядках **табл. 2** (показники ступеня основного елементу матриці  $r_{ij}$ ) знаходяться максимальні показники штрафів (графа 32 **табл. 2**). Подальша мінімізація цих штрафів, згідно з виразом (4), призводить до рішення про більш значущу ХРІП ОЕ, яка має посісти перше місце в шуканій оптимізованій з виразу (1) ГСП. Однак у конкретному випадку таких рис становило аж три, які й мають зайняти перші три місця в шуканій оптимізованій ГСП з однаковими усередненими (міддл) рангами  $r(PI\Pi_4)=r(PI\Pi_5)=r(PI\Pi_{15})=2:PI\Pi_4 \approx PI\Pi_5 \approx PI\Pi_{15} > \dots$

Послідовно редукуючи спектр ХРІП ОЕ від тих, що вже отримали відповідні ранги, та застосовуючи вираз (4) до тих рис, що залишаються, й було побудовано шукану ГСП<sup>S</sup>:

$$\begin{aligned}
 &PI\Pi_4 \approx PI\Pi_5 \approx PI\Pi_{15} > PI\Pi_{17} > PI\Pi_{18} > PI\Pi_3 > \\
 &> PI\Pi_2 \approx PI\Pi_{11} > PI\Pi_7 > PI\Pi_8 > PI\Pi_{10} \approx PI\Pi_{14} > \\
 &> PI\Pi_1 > PI\Pi_6 > PI\Pi_9 > PI\Pi_{12} > PI\Pi_{13} > PI\Pi_{16}, \\
 &\text{де } >, \approx \text{ — це, відповідно, позначки переваги} \quad (5) \\
 &\text{та адекватності за значущістю РІП ОЕ у ГСП}
 \end{aligned}$$

членів підгрупи  $m_C$ , оптимізованої за допомогою ККПР Севиджа (S).

Оптимізація базової групової системи переваг за допомогою медіани Кемені

Зауважимо, що побудова ІСП експертів здійснювалася шляхом застосування попарного порівняння та нормативного визначення частини сумарної цінності ХРІП:

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & \text{якщо } PI\Pi_i \text{ більш значуща за } PI\Pi_j : \\ & PI\Pi_i > PI\Pi_j; \\ 0, & \text{якщо навпаки : } PI\Pi_j > PI\Pi_i; \\ 1, & \text{якщо риси } PI\Pi_i \text{ та } PI\Pi_j \text{ рівноцінні} \\ & \text{за значущістю : } PI\Pi_i \approx PI\Pi_j. \end{cases} \quad (6)$$

Реалізацію технології застосування медіани Кемені почнемо з переформатування матриці  $C = \|c_{ij}\|$  до матриці  $M = \|m_{ij}\|$ :

$$c_{ij} = \begin{cases} 2, & PI\Pi_i > PI\Pi_j \\ 0, & PI\Pi_i < PI\Pi_j \\ 1, & PI\Pi_i \approx PI\Pi_j \end{cases} \Rightarrow m_{ij} = \begin{cases} 1, & PI\Pi_i > PI\Pi_j \\ -1, & PI\Pi_i < PI\Pi_j \\ 0, & PI\Pi_i \approx PI\Pi_j \end{cases}. \quad (7)$$

Зразок реалізації вказаного переформатування для експерта  $E_N$  представлено в **табл. 3**.

Відстань між довільними  $IC\Pi_u$  і  $IC\Pi_v$  буде характеризувати такий вираз:

$$d(IC\Pi_u, IC\Pi_v) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n [m_{ij}^u - m_{ij}^v]. \quad (8)$$

Зазначена відстань  $d(IC\Pi_u, IC\Pi_v)$  є метрикою на бінарних відношеннях лінійного квазіпорядку. Алгоритм Кемені, що застосовується, базується на обчисленні матриці штрафів (втрат)  $S(n, n)$  з такими елементами:

$$s_{ij} = \sum_{u=1}^m d_{ij}(IC\Pi, IC\Pi_u), \quad (9)$$

Таблиця 2  
Застосування класичного критерію прийняття рішень Севиджа для оптимізації групової системи переваг експертів — членів підгрупи  $m_C$  (фрагмент)

| РІП <sub>i</sub>  | Індивідуальні системи переваг експертів – членів підгрупи $m_{C,j}$ |                    |                     |                      |                    |                  |                      |                      |                  |     |                    |                      |                  | S       |  |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------|----------------------|----------------------|------------------|-----|--------------------|----------------------|------------------|---------|--|
|                   | E <sub>5</sub>                                                      | E <sub>8</sub>     | E <sub>9</sub>      | E <sub>14</sub>      | E <sub>22</sub>    | E <sub>25</sub>  | E <sub>26</sub>      | E <sub>29</sub>      | E <sub>30</sub>  | ... | E <sub>82</sub>    | E <sub>83</sub>      | $a_{PI,j}^{max}$ | $r_i^S$ |  |
| 1                 | 2                                                                   | 3                  | 4                   | 5                    | 6                  | 7                | 8                    | 9                    | 10               | ... | 30                 | 31                   | 32               | 33      |  |
| РІП <sub>1</sub>  | 7 <sup>6</sup>                                                      | 8 <sup>5,5</sup>   | 9 <sup>7</sup>      | 10 <sup>9</sup>      | 11,5 <sup>1</sup>  | 12 <sup>11</sup> | 12 <sup>11</sup>     | 12 <sup>1</sup>      | 12 <sup>11</sup> | ... | 18 <sup>17</sup>   | 18 <sup>16</sup>     | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>2</sub>  | 15 <sup>14</sup>                                                    | 11,5 <sup>9</sup>  | 9 <sup>7</sup>      | 8 <sup>7</sup>       | 7,5 <sup>6</sup>   | 4 <sup>3</sup>   | 7 <sup>6</sup>       | 7 <sup>6</sup>       | 10 <sup>9</sup>  | ... | 7 <sup>6</sup>     | 11 <sup>9</sup>      | 14               | 7,5     |  |
| РІП <sub>3</sub>  | 5 <sup>4</sup>                                                      | 5 <sup>2,5</sup>   | 2 <sup>0</sup>      | 5 <sup>4</sup>       | 6 <sup>4,5</sup>   | 6 <sup>5</sup>   | 4 <sup>3</sup>       | 4 <sup>3</sup>       | 6 <sup>5</sup>   | ... | 5 <sup>4</sup>     | 2 <sup>0</sup>       | 9                | 6       |  |
| РІП <sub>4</sub>  | 2 <sup>1</sup>                                                      | 2,5 <sup>0</sup>   | 2 <sup>0</sup>      | 5 <sup>4</sup>       | 5 <sup>3,5</sup>   | 6 <sup>5</sup>   | 4 <sup>3</sup>       | 4 <sup>3</sup>       | 4 <sup>3</sup>   | ... | 2 <sup>2</sup>     | 2 <sup>0</sup>       | 5                | 2       |  |
| РІП <sub>5</sub>  | 4 <sup>3</sup>                                                      | 2,5 <sup>0</sup>   | 2 <sup>0</sup>      | 5 <sup>5</sup>       | 1,5 <sup>0</sup>   | 6 <sup>5</sup>   | 4 <sup>3</sup>       | 4 <sup>3</sup>       | 5 <sup>4</sup>   | ... | 3,5 <sup>2,5</sup> | 2 <sup>0</sup>       | 5                | 2       |  |
| РІП <sub>6</sub>  | 12 <sup>11</sup>                                                    | 16 <sup>13,5</sup> | 18 <sup>16</sup>    | 11,5 <sup>10,5</sup> | 17 <sup>15,5</sup> | 13 <sup>12</sup> | 18 <sup>17</sup>     | 18 <sup>17</sup>     | 13 <sup>12</sup> | ... | 17 <sup>16</sup>   | 13,5 <sup>11,5</sup> | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>7</sub>  | 13 <sup>12</sup>                                                    | 11,5 <sup>9</sup>  | 9 <sup>7</sup>      | 11,5 <sup>10,5</sup> | 16 <sup>14,5</sup> | 10 <sup>9</sup>  | 9 <sup>8</sup>       | 9 <sup>8</sup>       | 11 <sup>10</sup> | ... | 13 <sup>12</sup>   | 13,5 <sup>11,5</sup> | 14,5             | 9       |  |
| РІП <sub>8</sub>  | 9 <sup>8</sup>                                                      | 9,5 <sup>7</sup>   | 13 <sup>11</sup>    | 9 <sup>8</sup>       | 14 <sup>12,5</sup> | 2 <sup>1</sup>   | 11 <sup>10</sup>     | 11 <sup>10</sup>     | 9 <sup>8</sup>   | ... | 16 <sup>15</sup>   | 9 <sup>7</sup>       | 15               | 10      |  |
| РІП <sub>9</sub>  | 14 <sup>13</sup>                                                    | 17 <sup>14,5</sup> | 16 <sup>14</sup>    | 17 <sup>16</sup>     | 18 <sup>16,5</sup> | 16 <sup>15</sup> | 17 <sup>16</sup>     | 17 <sup>16</sup>     | 17 <sup>16</sup> | ... | 12 <sup>11</sup>   | 16 <sup>14</sup>     | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>10</sub> | 10,5 <sup>9,5</sup>                                                 | 13 <sup>10,5</sup> | 11,5 <sup>9,5</sup> | 16 <sup>15</sup>     | 13 <sup>11,5</sup> | 10 <sup>9</sup>  | 9 <sup>8</sup>       | 9 <sup>8</sup>       | 8 <sup>7</sup>   | ... | 8 <sup>7</sup>     | 7,5 <sup>5,5</sup>   | 16               | 11,5    |  |
| РІП <sub>11</sub> | 8 <sup>7</sup>                                                      | 9,5 <sup>7</sup>   | 11,5 <sup>9,5</sup> | 15 <sup>14</sup>     | 7,5 <sup>6</sup>   | 10 <sup>9</sup>  | 9 <sup>8</sup>       | 9 <sup>8</sup>       | 7 <sup>6</sup>   | ... | 10 <sup>9</sup>    | 7,5 <sup>5,5</sup>   | 14               | 7,5     |  |
| РІП <sub>12</sub> | 16,5 <sup>15,5</sup>                                                | 18 <sup>15,5</sup> | 14 <sup>12</sup>    | 18 <sup>17</sup>     | 9,5 <sup>8</sup>   | 16 <sup>15</sup> | 16 <sup>15</sup>     | 16 <sup>15</sup>     | 16 <sup>15</sup> | ... | 15 <sup>14</sup>   | 15 <sup>13</sup>     | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>13</sub> | 10,5 <sup>9,5</sup>                                                 | 15 <sup>12,5</sup> | 7 <sup>5</sup>      | 7 <sup>6</sup>       | 9,5 <sup>8</sup>   | 18 <sup>17</sup> | 13,5 <sup>12,5</sup> | 13,5 <sup>12,5</sup> | 18 <sup>17</sup> | ... | 14 <sup>13</sup>   | 12 <sup>10</sup>     | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>14</sub> | 16,5 <sup>15,5</sup>                                                | 14 <sup>11,5</sup> | 17 <sup>15</sup>    | 13 <sup>12</sup>     | 11,5 <sup>1</sup>  | 16 <sup>15</sup> | 13,5 <sup>12,5</sup> | 13,5 <sup>12,5</sup> | 15 <sup>14</sup> | ... | 9 <sup>8</sup>     | 10 <sup>8</sup>      | 16               | 11,5    |  |
| РІП <sub>15</sub> | 1 <sup>0</sup>                                                      | 6,5 <sup>4</sup>   | 5 <sup>3</sup>      | 1 <sup>0</sup>       | 3 <sup>1,5</sup>   | 1 <sup>0</sup>   | 1 <sup>0</sup>       | 1 <sup>0</sup>       | 1 <sup>0</sup>   | ... | 1 <sup>0</sup>     | 4 <sup>2</sup>       | 5                | 2       |  |
| РІП <sub>16</sub> | 18 <sup>17</sup>                                                    | 6,5 <sup>4</sup>   | 15 <sup>13</sup>    | 14 <sup>13</sup>     | 15 <sup>13,5</sup> | 14 <sup>13</sup> | 15 <sup>14</sup>     | 15 <sup>14</sup>     | 14 <sup>13</sup> | ... | 11 <sup>10</sup>   | 17 <sup>15</sup>     | 17               | 15,5    |  |
| РІП <sub>17</sub> | 3 <sup>2</sup>                                                      | 2,5 <sup>0</sup>   | 4 <sup>2</sup>      | 3 <sup>2</sup>       | 1,5 <sup>0</sup>   | 3 <sup>2</sup>   | 2 <sup>1</sup>       | 2 <sup>1</sup>       | 2 <sup>1</sup>   | ... | 3,5 <sup>2,5</sup> | 5 <sup>3</sup>       | 6                | 4       |  |
| РІП <sub>18</sub> | 6 <sup>5</sup>                                                      | 2,5 <sup>0</sup>   | 6 <sup>4</sup>      | 2 <sup>1</sup>       | 4 <sup>2,5</sup>   | 8 <sup>7</sup>   | 6 <sup>5</sup>       | 6 <sup>5</sup>       | 3 <sup>2</sup>   | ... | 6 <sup>5</sup>     | 6 <sup>4</sup>       | 8                | 5       |  |

Примітки: заливкою відмічені ХРІП ОЕ, що мають однакові чільні місяця (ранги) у шуканій оптимізованій ГСП.

Таблиця 3

Приклад переформатування матриці  $\|c_{ij}\|$  в матрицю  $\|m_{ij}\|$  для застосування процедури побудови медіани Кемені (із результатів опитування експерта  $E_N$ )

| РІП <sub>i</sub>  | РІП <sub>1</sub> | РІП <sub>2</sub> | РІП <sub>3</sub> | РІП <sub>4</sub> | РІП <sub>5</sub> | РІП <sub>6</sub> | РІП <sub>7</sub> | РІП <sub>8</sub> | РІП <sub>9</sub> | РІП <sub>10</sub> | РІП <sub>11</sub> | РІП <sub>12</sub> | РІП <sub>13</sub> | РІП <sub>14</sub> | РІП <sub>15</sub> | РІП <sub>16</sub> | РІП <sub>17</sub> | РІП <sub>18</sub> |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1                 | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11                | 12                | 13                | 14                | 15                | 16                | 17                | 18                | 19                |
| РІП <sub>1</sub>  |                  | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>2</sub>  | 0                |                  | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 2                 | 0                 |
| РІП <sub>3</sub>  | 0                | 0                |                  | 2                | 2                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>4</sub>  | 0                | 0                | 0                |                  | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>5</sub>  | 0                | 0                | 0                | 2                |                  | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>6</sub>  | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                |                  | 2                | 2                | 1                | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>7</sub>  | 0                | 0                | 2                | 2                | 2                | 0                |                  | 2                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>8</sub>  | 0                | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                |                  | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>9</sub>  | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 1                | 2                | 2                |                  | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>10</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 0                | 2                |                   | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>11</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 2                 |                   | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>12</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 2                 | 2                 |                   | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>13</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 2                 | 2                 | 0                 |                   | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>14</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 2                 | 2                 | 0                 | 0                 |                   | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>15</sub> | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 |                   | 0                 | 0                 | 0                 |
| РІП <sub>16</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 2                 | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 |                   | 2                 | 2                 |
| РІП <sub>17</sub> | 0                | 0                | 2                | 2                | 2                | 0                | 0                | 2                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 |                   | 0                 |
| РІП <sub>18</sub> | 0                | 2                | 2                | 2                | 2                | 0                | 2                | 2                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 2                 | 0                 | 2                 |                   |

де

$$d_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } m_{ij}^u = 1; \\ 1, & \text{якщо } m_{ij}^u = 0; \\ 2, & \text{якщо } m_{ij}^u = -1. \end{cases} \quad (10)$$

Наступним кроком є визначення елементів узагальненої матриці втрат (МВ):

$$S_{ij} = \sum_{j=1}^m d_{ij} (ICП, ICП_u), \quad (11)$$

де  $ICП$  — довільне ранжування, у якому  $m_{ij} = 1$ .

Причому зрозуміло, що діагональні елементи рефлексивні:

$$S_{1-1} = S_{2-2} = \dots = S_{n-n}. \quad (12)$$

Остаточним рішенням МВ є таке:

$$S_i^{opt} = \min_i S_{ij}. \quad (13)$$

За допомогою послідовних ітерацій виразів (7)–(13) і здійснюється оптимізація (мінімізація) відхилень думок експертів — членів підгрупи  $m_C$  щодо значущості впорядковуваних ХРІП ОЕ.

Отже, результати перетворення вихідної матриці  $C = \|c_{ij}\|$  і відповідних обчислень утворюють узагальнену МВ (табл. 4).

Підраховуючи далі узагальнені втрати по рядках табл. 4 і аналізуючи відповідні результати в графі 20, згідно з виразом (13) отримуємо, що  $S_{min} = S_{15} = 83$ . Таким чином, найменше відхилення в думках експертів щодо значущості РІП ОЕ буде досягнуто за умови надання РІП<sub>15</sub> першого рангового місця в шуканій оптимальній

$$\begin{matrix} MK \\ \text{ГСП: } PИП_{15} > \dots \\ m_C \end{matrix}$$

Видаляючи з табл. 4 всі втрати, що пов'язані з урахуванням РІП<sub>15</sub>, отримуємо нову, редуковану на один елемент стосовно табл. 4, МВ (табл. 5), де мінімум відхилень  $S_{min} = S_5 = 111$  буде досягнутий за умови, що РІП<sub>5</sub> посідає друге рангове місце в ГСП-МК, що будується:

$$\begin{matrix} MK & MK \\ PИП_{15} > PИП_5 > \dots \\ m_C & m_C \end{matrix}$$

Послідовно застосовуючи розглянуту технологію побудови медіани Кемені і виконуючи аналогічні дії з редукції вихідної розмірності матриці узагальнених втрат (табл. 4), на кожній новій

Таблиця 4

Узагальнена матриця втрат, побудована з індивідуальних систем переваг експертів — членів підгрупи  $m_C$

| РІП <sub>1</sub>  | РІП <sub>1</sub> | РІП <sub>2</sub> | РІП <sub>3</sub> | РІП <sub>4</sub> | РІП <sub>5</sub> | РІП <sub>6</sub> | РІП <sub>7</sub> | РІП <sub>8</sub> | РІП <sub>9</sub> | РІП <sub>10</sub> | РІП <sub>11</sub> | РІП <sub>12</sub> | РІП <sub>13</sub> | РІП <sub>14</sub> | РІП <sub>15</sub> | РІП <sub>16</sub> | РІП <sub>17</sub> | РІП <sub>18</sub> | $S_i$ |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 1                 | 2                | 3                | 4                | 5                | 6                | 7                | 8                | 9                | 10               | 11                | 12                | 13                | 14                | 15                | 16                | 17                | 18                | 19                | 20    |
| РІП <sub>1</sub>  | 30               | 54               | 60               | 60               | 60               | 30               | 44               | 50               | 18               | 45                | 52                | 32                | 42                | 33                | 60                | 28                | 60                | 60                | 818   |
| РІП <sub>2</sub>  | 6                | 30               | 55               | 58               | 58               | 12               | 21               | 34               | 2                | 18                | 28                | 2                 | 16                | 6                 | 60                | 6                 | 60                | 54                | 526   |
| РІП <sub>3</sub>  | 0                | 5                | 30               | 47               | 48               | 2                | 6                | 8                | 0                | 2                 | 0                 | 0                 | 0                 | 1                 | 51                | 0                 | 44                | 21                | 265   |
| РІП <sub>4</sub>  | 0                | 2                | 13               | 30               | 31               | 0                | 0                | 4                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 47                | 0                 | 25                | 11                | 163   |
| РІП <sub>5</sub>  | 0                | 2                | 12               | 29               | 30               | 0                | 0                | 2                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 45                | 0                 | 27                | 9                 | 156   |
| РІП <sub>6</sub>  | 30               | 48               | 58               | 60               | 60               | 30               | 45               | 51               | 19               | 42                | 50                | 24                | 42                | 35                | 60                | 32                | 58                | 60                | 804   |
| РІП <sub>7</sub>  | 16               | 37               | 54               | 60               | 60               | 17               | 30               | 42               | 5                | 29                | 34                | 8                 | 19                | 18                | 60                | 18                | 59                | 49                | 615   |
| РІП <sub>8</sub>  | 10               | 26               | 52               | 56               | 58               | 9                | 18               | 30               | 4                | 24                | 31                | 8                 | 14                | 8                 | 60                | 10                | 54                | 48                | 520   |
| РІП <sub>9</sub>  | 40               | 60               | 60               | 60               | 60               | 41               | 56               | 56               | 30               | 58                | 60                | 37                | 48                | 49                | 60                | 42                | 60                | 60                | 937   |
| РІП <sub>10</sub> | 15               | 42               | 58               | 60               | 60               | 18               | 31               | 36               | 2                | 30                | 42                | 7                 | 25                | 14                | 60                | 14                | 60                | 56                | 630   |
| РІП <sub>11</sub> | 8                | 32               | 60               | 60               | 60               | 10               | 25               | 29               | 0                | 18                | 30                | 2                 | 18                | 12                | 60                | 10                | 60                | 54                | 548   |
| РІП <sub>12</sub> | 28               | 58               | 60               | 60               | 60               | 34               | 52               | 52               | 23               | 53                | 58                | 30                | 41                | 46                | 60                | 40                | 60                | 60                | 875   |
| РІП <sub>13</sub> | 18               | 44               | 60               | 60               | 60               | 18               | 41               | 46               | 12               | 35                | 42                | 19                | 30                | 36                | 60                | 26                | 60                | 60                | 727   |
| РІП <sub>14</sub> | 27               | 54               | 59               | 60               | 60               | 25               | 42               | 52               | 11               | 46                | 48                | 14                | 24                | 30                | 60                | 18                | 60                | 60                | 750   |
| РІП <sub>15</sub> | 0                | 0                | 9                | 13               | 15               | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 30                | 1                 | 9                 | 6                 | 83    |
| РІП <sub>16</sub> | 32               | 54               | 60               | 60               | 60               | 28               | 42               | 50               | 18               | 46                | 50                | 22                | 34                | 42                | 59                | 30                | 60                | 59                | 806   |
| РІП <sub>17</sub> | 0                | 0                | 18               | 35               | 31               | 2                | 1                | 6                | 0                | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 0                 | 51                | 0                 | 30                | 13                | 187   |
| РІП <sub>18</sub> | 0                | 6                | 39               | 49               | 51               | 0                | 11               | 12               | 0                | 4                 | 6                 | 0                 | 0                 | 0                 | 54                | 1                 | 47                | 30                | 310   |

**Примітки:** маркером помічені елементи матриці, пов'язані з РІП<sub>15</sub> і що мають бути видалені для мінімізації втрат.

ітерації знаходимо чергове рангове місце для чергової за значущістю РІП ОЕ.

Наведеним чином й отримується медіана Кемені як рішення задачі непараметричної оптимізації ГСП виду (1), узгодженої на незвичайно високому для досліджень людського чинника на рівні значущості  $\alpha = 1\%$ :

$$\begin{aligned}
 & \overset{MK}{PI\Pi_{15}} > \overset{MK}{PI\Pi_5} > \overset{MK}{PI\Pi_4} > \overset{MK}{PI\Pi_{17}} > \overset{MK}{PI\Pi_3} > \overset{MK}{PI\Pi_{18}} > \\
 & \overset{MK}{PI\Pi_2} > \overset{MK}{PI\Pi_{11}} > \overset{MK}{PI\Pi_8} > \overset{MK}{PI\Pi_{10}} > \overset{MK}{PI\Pi_7} > \overset{MK}{PI\Pi_{14}} > \\
 & \overset{MK}{PI\Pi_{13}} > \overset{MK}{PI\Pi_{16}} > \overset{MK}{PI\Pi_6} > \overset{MK}{PI\Pi_1} > \overset{MK}{PI\Pi_{12}} > \overset{MK}{PI\Pi_9},
 \end{aligned}
 \quad (14)$$

де  $\overset{MK}{>}$  позначка переваги однієї РІП ОЕ перед іншою в медіані Кемені, побудованої з ІСП експертів — членів підгрупи  $m_C$ .

Ефективність отриманої медіани Кемені виду (14), як показника непараметричної оптимізації базової ГСП, оцінимо, порівнюючи

її з ГСП виду (1) і (5) за допомогою коефіцієнта рангової кореляції Спірмена (КРКС). Відповідні результати такого порівняння представлені в **табл. 6**.

Виходячи з усереднених показників збігу досліджуваних ГСП (графа 5 **табл. 6**), нескладно упорядкувати досліджувані ГСП за ефективністю:  $ГСП^{MK} > ГСП_{m_C} > ГСП^S$ . Відповідно до отриманих результатів, "еталонною" ГСП варто вважати  $ГСП^{MK}$ . Зауважимо, що мізерні відмінності показників  $\bar{R}_S^{(k)}$  є прийнятними, оскільки йдеться про оптимізацію базової ГСП, що вже задовольняє спектру системно-інформаційних критеріїв УГД на високому рівні значущості  $\alpha = 1\%$ .

**Обговорення результатів з оптимізації базової групової системи переваг фахівців на множині характерних рис інвестиційної привабливості об'єктів експертизи**

Отримані результати оптимізації базової ГСП фахівців можна пояснити за допомогою розробленої методики застосування медіани Кемені, яка представлена у формулі (3). Ця методика, як зазначено, вказує на зменшення розбіжностей

Таблиця 5

Редукована на один елемент  $PIP_{15}$  узагальнена матриця втрат, побудована з індивідуальних систем переваг експертів – членів підгрупи  $m_c$

| $PIP_i$    | $PIP_1$ | $PIP_2$ | $PIP_3$ | $PIP_4$ | $PIP_5$ | $PIP_6$ | $PIP_7$ | $PIP_8$ | $PIP_9$ | $PIP_{10}$ | $PIP_{11}$ | $PIP_{12}$ | $PIP_{13}$ | $PIP_{14}$ | $PIP_{16}$ | $PIP_{17}$ | $PIP_{18}$ | $S_i$ |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| 1          | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11         | 12         | 13         | 14         | 15         | 16         | 17         | 18         | 19    |
| $PIP_1$    | 30      | 54      | 60      | 60      | 60      | 30      | 44      | 50      | 18      | 45         | 52         | 32         | 42         | 33         | 28         | 60         | 60         | 758   |
| $PIP_2$    | 6       | 30      | 55      | 58      | 58      | 12      | 21      | 34      | 2       | 18         | 28         | 2          | 16         | 6          | 6          | 60         | 54         | 466   |
| $PIP_3$    | 0       | 5       | 30      | 47      | 48      | 2       | 6       | 8       | 0       | 2          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 44         | 21         | 214   |
| $PIP_4$    | 0       | 2       | 13      | 30      | 31      | 0       | 0       | 4       | 0       | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 25         | 11         | 116   |
| $PIP_5$    | 0       | 2       | 12      | 29      | 30      | 0       | 0       | 2       | 0       | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 27         | 9          | 111   |
| $PIP_6$    | 30      | 48      | 58      | 60      | 60      | 30      | 45      | 51      | 19      | 42         | 50         | 24         | 42         | 35         | 32         | 58         | 60         | 744   |
| $PIP_7$    | 16      | 37      | 54      | 60      | 60      | 17      | 30      | 42      | 5       | 29         | 34         | 8          | 19         | 18         | 18         | 59         | 49         | 555   |
| $PIP_8$    | 10      | 26      | 52      | 56      | 58      | 9       | 18      | 30      | 4       | 24         | 31         | 8          | 14         | 8          | 10         | 54         | 48         | 460   |
| $PIP_9$    | 40      | 60      | 60      | 60      | 60      | 41      | 56      | 56      | 30      | 58         | 60         | 37         | 48         | 49         | 42         | 60         | 60         | 877   |
| $PIP_{10}$ | 15      | 42      | 58      | 60      | 60      | 18      | 31      | 36      | 2       | 30         | 42         | 7          | 25         | 14         | 14         | 60         | 56         | 570   |
| $PIP_{11}$ | 8       | 32      | 60      | 60      | 60      | 10      | 25      | 29      | 0       | 18         | 30         | 2          | 18         | 12         | 10         | 60         | 54         | 488   |
| $PIP_{12}$ | 28      | 58      | 60      | 60      | 60      | 34      | 52      | 52      | 23      | 53         | 58         | 30         | 41         | 46         | 40         | 60         | 60         | 815   |
| $PIP_{13}$ | 18      | 44      | 60      | 60      | 60      | 18      | 41      | 46      | 12      | 35         | 42         | 19         | 30         | 36         | 26         | 60         | 60         | 667   |
| $PIP_{14}$ | 27      | 54      | 59      | 60      | 60      | 25      | 42      | 52      | 11      | 46         | 48         | 14         | 24         | 30         | 18         | 60         | 60         | 690   |
| $PIP_{16}$ | 32      | 54      | 60      | 60      | 60      | 28      | 42      | 50      | 18      | 46         | 50         | 22         | 34         | 42         | 30         | 60         | 59         | 747   |
| $PIP_{17}$ | 0       | 0       | 18      | 35      | 31      | 2       | 1       | 6       | 0       | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 30         | 13         | 136   |
| $PIP_{18}$ | 0       | 6       | 39      | 49      | 51      | 0       | 11      | 12      | 0       | 4          | 6          | 0          | 0          | 0          | 1          | 47         | 30         | 256   |

Примітки: маркером помічені елементи матриці, пов'язані з  $PIP_5$  і що мають бути видалені для мінімізації втрат.

Таблиця 6

Порівняльний аналіз групових систем переваг експертів на рисах інвестиційної привабливості об'єктів експертизи, побудованих різними методами (підгрупа  $m_c$ )

| $GSP^{(k)}$ | $GSP_{m_c}$ | $GSP^S$ | $GSP^{MK}$ | $\bar{R}_S^{(k)}$ |
|-------------|-------------|---------|------------|-------------------|
| 1           | 2           | 3       | 4          | 5                 |
| $GSP_{m_c}$ | –           | 0,9561  | 0,9876     | 0,9719            |
| $GSP^S$     | –           | –       | 0,9696     | 0,9629            |
| $GSP^{MK}$  | –           | –       | –          | 0,9786            |

Джерело: мінімальне статистично-вірогідне і прийнятне значення коефіцієнта рангової кореляції Спірмена дорівнює величині:  $R_{Smin} = 0,5897$  на рівні значущості  $\alpha = 1 \%$ .

між оцінками фахівців. У порівнянні з методом, описаним у дослідженні [13], де медіана Кемені використовувалася без алгоритмічних удосконалень, запропонований підхід інтегрує алгоритми мінімізації маргінальних думок. Це дозволяє досягти значно вищого рівня узгодженості в групових рішеннях, що робить результати більш надійними для прийняття критичних рішень, де кожна думка має важливе значення. Також табл. 6 демонструє порівняльну ефективність запропонованої методики в по-

рівнянні з традиційними підходами, які часто не враховують важливість статистичної узгодженості оцінок. Цю проблему наголошено у дослідженнях [13]. Однак, дослідження має декілька обмежень. Зокрема методики оптимізації ефективні лише в межах даних, які мають високий ступінь консистентності та достатній обсяг для статистичної обробки. Відтворюваність результатів може знижуватися при значних варіаціях вхідних даних або при застосуванні в умовах низької

інформаційної визначеності. Згідно з [13], на відміну від інших досліджень, де враховується лише загальна точність результатів, представлена робота прагне також оцінювати їхню стійкість до зміни умов, пропонуючи використання додаткових механізмів корекції для систем, що використовують менш точні чи неповні дані.

Ці недоліки, як і в дослідженнях [14], можуть бути усунені за допомогою подальшого розвитку алгоритмів і впровадження машинного навчання для автоматизації процесів аналізу. Це може допомогти збалансувати між точністю моделей та вимогами до обчислювальних ресурсів, особливо в умовах реального часу, як підкреслюється в дослідженні [15].

## ВИСНОВКИ

1. Застосування ККПР Севиджа для оптимізації базової ГСП. Використання критерію Севиджа підтвердило його ефективність у зменшенні відхилення думок учасників, що вказує на значне поліпшення узгодженості в групових рішеннях. Це дозволило оптимізувати базову ГСП, підвищивши її надійність при високій значущості узгодженості ( $\alpha = 1\%$ ).

2. Використання медіани Кемені для додаткової оптимізації базової ГСП. Медіана Кемені забезпечила усунення проблеми пов'язаних рангів, що значно підвищило точність визначення інвестиційної привабливості об'єктів експертизи. Ця оптимізація виявила строге ранжування, що сприяло чіткому визначенню компромісів у вимогах до характерних рис інвестиційної привабливості.

3. Порівняльний аналіз раніше оптимізованих ГСП та вибір остаточної ГСП як "еталонної". Здійснений аналіз підтвердив, що застосування медіани Кемені забезпечує високий рівень збігу думок між ГСП, наближаючи результати до абсолютного узгодження. Це дозволило вибрати оптимізовану за допомогою медіани Кемені СП як еталонну для подальших досліджень та застосування в інвестиційних процесах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Відбудова України: принципи та політика [Електронний ресурс] / за ред. Юрія Городніченка, Ілони Сологуб, Беатріс Ведер ді Мауро Паризький звіт I. — Center Economic Policy Reserche. — 508 с. — Режим доступу: [https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book\\_Ukrainian\\_0.pdf](https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book_Ukrainian_0.pdf).
- Жуковська О. А. Математичні моделі колективних рішень: монографія [Електронний ресурс] / О. А. Жуковська, Л. С. Файнзільберг. — Київ : Освіта України, 2018. — 160 с. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/c6a37b3d-82a5-436a-85e1-b7c4e3bad3e0/content>.
- Людський чинник: Методологія проактивної кваліметрії загроз помилок авіадиспетчерів : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. П. Борсук, А. М. Невиніцин, В. А. Шульгін ; за ред. О. М. Реви. — Київ : УкрІНТЕІ, 2020. — 126 с. — Режим доступу: [http://www.uiniei.kiev.ua/sites/default/files/rev\\_a\\_mono\\_13-12-2020.pdf](http://www.uiniei.kiev.ua/sites/default/files/rev_a_mono_13-12-2020.pdf).
- Творошенко І. С. Технології прийняття рішень в інформаційних системах: навч. посіб. / І. С. Творошенко. — Харків : ХНУРЕ, 2021. — 120 с. — Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/852237f5-57f7-44c3-87c8-8641eb0463cd/content>.
- Ярошук Л. Д. Експертні методи в автоматизованих системах керування: формування та напрями використання експертних знань [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Л. Д. Ярошук. — 2-ге вид., допов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. — 43 с. — Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8a8030cf-bfc1-4586-b197-1c7e3bf02700/content>.
- Камишин В. В. Методи системного аналізу у кваліметрії навчально-виховного процесу : монографія / В. В. Камишин, О. М. Рева. — Київ : Інформаційні системи, 2012. — 270 с.
- Рева О. М. Моделювання розстановки пріоритетів у визначенні коефіцієнтів важливості мотивів трудової діяльності викладачів [Електронний ресурс] / О. М. Рева, І. М. Суворова // Актуальні проблеми економіки. — 2009. — № 9. — С. 243–249. — Режим доступу: [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Aktualni-problemy-ekonomiky/Akt-prob-ekonomiky-2009-9/Akt-prob-ekonomiky-2009-9\\_243-249.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Aktualni-problemy-ekonomiky/Akt-prob-ekonomiky-2009-9/Akt-prob-ekonomiky-2009-9_243-249.pdf).
- Семенова Н. В. Векторні задачі дискретної оптимізації на комбінаторних множинах: методи дослідження та розв'язання [Електронний ресурс] : монографія / Н. В. Семенова, Л. М. Колєчкіна. — Київ : Наукова думка, 2009. — 266 с. — Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/300239493.pdf>.
- Грінка Т. І. Моделювання розстановки пріоритетів у визначенні коефіцієнтів важливості вимог роботодавців до професійних знань і умінь робітників [Електронний ресурс] / Т. І. Грінка // Наукові праці Кіровоградського технічного університету. Економічні науки. — 2015. — Вип. 27. — С. 176–185. — Режим доступу: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/5887c2aac1d4-489c-992a-63f0f87e7b9c/content>.
- Теоретичні основи методології інтегративної оцінки ступеня інвестиційної привабливості об'єктів інтелектуальної власності / О. М. Рева, С. П. Борсук, С. В. Засанська, С. В. Яроцький // Наука, технології, інновації. — 2021. — № 1. — С. 3–16. <http://doi.org/2520-6524-2021-1-01>.
- Mushik E. Entscheidungspraxis: Ziele, Verfahren, Konsequenzen / E. Mushik, P. Heinz Müller. — Berlin : Verlag Technik, 1987. — 142 p.
- Kemeny J. G. Mathematical Models in the Social Sciences / J. G. Kemeny, J. L. Snell. — Blaisdell Publishing Company, 1963. — 183 p.
- Антосяк П. П. Про медіану Кемені-Снелла та коефіцієнта узгодженості думок експертів [Електронний ресурс] / П. П. Антосяк, Є. І. Самусь // Науковий вісник Ужгородського університету. — 2016. — Вип. 1 (28). — С. 14–17. (Серія "Математика і інформатика"). — Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/17520>.
- Болтенков В. А. Анализ медианных методов консенсусного агрегирования ранговых предпочтений [Електронний ресурс] / В. А. Болтенков,

- В. И. Куваева, А. В. Позняк // Информатика та математичні методи в моделюванні. — 2017. — Т. 7. — № 4. — С. 307–317. — Режим доступу: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis-nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=ltmm\\_2017\\_7\\_4\\_9](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis-nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILA=&S21STR=ltmm_2017_7_4_9).
  15. Greco S. A systematic review of the applications of multi-criteria decision aid methods (1977–2022) / S. Greco, M. Ehrgott, J. R. Figueira // *Electronics*. — 2022. — No. 11 (11). — 1720. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics11111720>
  16. Basilio M. P. A Systematic Review of the Applications of Multi-Criteria Decision Aid Methods (1977–2022) / Marcio Pereira Basilio, Valdecy Pereira, Helder Gomes Costa, Marcos Santos, Amartya Ghosh // *Electronics*. — 2022. — 11 (11). — 1720. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics11111720>.
  17. Soltanifar M. Voting-KEmeny Median Indicator Ranks Accordance method for determining criteria priority and weights in solving multi-attribute decision-making problems / M. Soltanifar, A. Krylovas, & N. Kosareva // *Soft Computing*. — 2023. — 27. P. 6613–6628. DOI: 10.1007/s00500-022-07807-0.
  18. Методологія системно-інформаційної кваліметрії інвестиційної привабливості об'єктів експертизи [Електронний ресурс] : монографія / О. М. Рева, В. В. Камишин, С. П. Борсук, С. В. Яроцький, Л. А. Сагановська. — Київ : УкрІНТЕІ, 2023. — 150 с. — Режим доступу: <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000828789>.
  19. Edwards K. Multi-Criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design [Electronic resource] / K. Edwards, K. Goffin. — Butterworth-Heinemann, 2023. — Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/288749358\\_Multi-criteria\\_Decision\\_Analysis\\_for\\_Supporting\\_the\\_Selection\\_of\\_Engineering\\_Materials\\_in\\_Product\\_Design\\_Second\\_Edition](https://www.researchgate.net/publication/288749358_Multi-criteria_Decision_Analysis_for_Supporting_the_Selection_of_Engineering_Materials_in_Product_Design_Second_Edition).
  20. Soltanifar M. Voting-KEMIRA Method for Determining Criteria Priority and Weights in Solving MADM Problems / M. Soltanifar, A. Krylovas, N. Kosareva // *Preprints*. — 2021. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-451050/v1>.
  21. Bartholdi III J. Kemeny's Median and Its Generalizations: An Algebraic Approach [Electronic resource] / III J. Bartholdi, C. Tovey // *Journal of Mathematical Psychology*. — 2024. — Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/378858835\\_ODE\\_An\\_Algebraic\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/378858835_ODE_An_Algebraic_Approach).
  22. Eliminating “systematic survivorship bias” in the attitude of specialists to the significance of investment attractive features of examined objects / O. Reva, V. Kamyshyn, S. Borsuk, S. Yarotskyi, & B. Avramchuk // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 2023. — No. 6 (13(126)). — P. 54–64. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292875>.
- ## REFERENCES
1. Horodnichenko, Y., Sologoub, I., & Weder di Mauro, B. (Eds.). *Vidbudova Ukrainy: pryntsyipy ta polityka [Reconstruction of Ukraine: Principles and Policy]*. Center for Economic Policy Research. Retrieved from: [https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book\\_Ukrainian\\_0.pdf](https://cepr.org/system/files/2022-12/reconstruction%20book_Ukrainian_0.pdf) [in Ukr.].
  2. Zhukovska, O. A., & Fainzilberg, L. S. (2018). *Matematychni modeli kolektyvnykh rishen [Mathematical Models of Collective Decisions]*. Kyiv. Retrieved from: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/c6a37b3d-82a5-436a-85e1-b7c4e-3bad3e0/content> [in Ukr.].
  3. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Nevynitsyn, A. M., & Shulgin, V. A. (Eds.). (2020). *Liudskyi chynnyk: Metodolohiia proaktyvnoi kvalymetrii zahroz pomylok aviadyspetcheriv [The Human Factor: Methodology of Proactive Qualimetry of Threats of Errors by Air Traffic Controllers]*. Kyiv. Retrieved from: [http://www.uinte.kiev.ua/sites/default/files/reva\\_mono\\_13-12-2020.pdf](http://www.uinte.kiev.ua/sites/default/files/reva_mono_13-12-2020.pdf) [in Ukr.].
  4. Tvoroshenko, I. S. (2021). *Tekhnolohii pryiniattia rishen v informatsiinykh systemakh [Decision-Making Technologies in Information Systems]*. Kharkiv. Retrieved from: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/852237f5-57f7-44c3-87c8-8641eb0463cd/content> [in Ukr.].
  5. Yaroshuk, L. D. (2022). *Ekspertni metody v avtomatyzovanykh systemakh keruvannia: formuvannia ta napriamy vykorystannia ekspertnykh znan [Expert Methods in Automated Control Systems: Formation and Directions of Use of Expert Knowledge]*. Kyiv. Retrieved from: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/8a8030cf-bfc1-4586-b197-1c7e3bf02700/content> [in Ukr.].
  6. Kamyshyn, V. V., & Reva, O. M. (2012). *Metody systemoho analizu u kvalimetrii navchalno-vykhovnoho protsesu [Methods of System Analysis in Qualimetry of the Educational Process]*. Kyiv. [in Ukr.].
  7. Reva, O. M., & Suvorova, I. M. (2009). *Modeliuvannia rozstanovky priorytetiv u vyznachenni koefitsiientiv vazhlyvosti motyviv trudovoi diialnosti vykladachiv [Modeling the prioritization in determining the coefficients of importance of motives of labor activity of teachers]*. *Aktualni problemy ekonomiky [Actual Problems of Economics]*. 9, 243–249. Retrieved from: [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Aktualni-problemy-ekonomiky/Akt-prob-ekonomiky-2009-9/Akt-prob-ekonomiky-2009-9\\_243-249.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Aktualni-problemy-ekonomiky/Akt-prob-ekonomiky-2009-9/Akt-prob-ekonomiky-2009-9_243-249.pdf) [in Ukr.].
  8. Semenova, N. V., & Kolehchikina, L. M. (2009). *Vektorni zadachi diskretnoi optymizatsii na kombinatorykh mnozhynakh: metody doslidzhennia ta rozv'iazannia [Vector Problems of Discrete Optimization on Combinatorial Sets: Methods of Research and Solving]*. Kyiv. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/300239493.pdf> [in Ukr.].
  9. Hrinka, T. I. (2015). *Modeliuvannia rozstanovky priorytetiv u vyznachenni koefitsiientiv vazhlyvosti vymoh robotodavtsiv do profesiinykh znan i umin robitnykiv [Modeling the prioritization in determining the coefficients of importance of employer requirements for professional knowledge and skills of workers]*. *Naukovi pratsi Kirovohrads'koho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky [Scientific Works of Kirovograd Technical University. Economic Sciences]*. 27, 176–185. Retrieved from: <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/5887c2aa-c1d4-489c-992a-63f0f87e7b9c/content> [in Ukr.].
  10. Reva, O. M., Borsuk, S. P., Zasanska, S. V., & Yarotskyi, S. V. (2021). *Teoretychni osnovy metodolohii intehratyvnoi otsinky stupenia investytsiinoi pryvablyvosti ob'ektiv intelektualnoi vlasnosti [Theoretical foundations of the methodology of integrative assessment of the degree of investment attractiveness of intellectual property objects]*. *Nauka, tekhnolohii, innovatsii [Science, Technology, Innovation]*. 1, 3–16. DOI: <http://doi.org/2520-6524-2021-1-01> [in Ukr.].

11. Mushik, E., & Müller, P. H. (1987). Entscheidungsp-raxis: Ziele, Verfahren, Konsequenzen. Berlin, 142 p.
12. Kemeny, J. G., & Snell, J. L. (1963). Mathematical Models in the Social Sciences. Blaisdell Publishing Company, 183 p.
13. Antosiak, P. P., & Samus, Ye. I. (2016). Pro medianu Kemeny-Snella ta koefitsiienta uzghodzhentnosti dumok ekspertiv [About the Kemeny-Snell median and the coefficient of consistency of experts' opinions]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu* [Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series Mathematics and Informatics]. 1 (28), 14–17. Retrieved from: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/17520> [in Ukr.].
14. Boltenkov, V. A., Kuvaeva, V. I., & Poznyak, A. V. (2017). Analiz medyannykh metodov konsensusnoho ahrehyrovaniya ranhovykh predpochteniy [Analysis of median methods of consensus aggregation of rank preferences]. *Informatyka ta matematychni metody v modeliuvanni* [Informatics and Mathematical Methods in Modeling]. 7 (4), 307–317. Retrieved from: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=ltmm\\_2017\\_7\\_4\\_9](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&S21P03=FILE=&S21STR=ltmm_2017_7_4_9) [in Ukr.].
15. Greco, S., Ehrgott, M., & Figueira, J. R. (2022). A systematic review of the applications of multi-criteria decision aid methods (1977–2022). *Electronics*, 11(11), 1720. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics11111720>
16. Basílio, M. P., Pereira, V., Costa, H. G., Santos, M., & Ghosh, A. (2022). Systematic Review of the Applications of Multi-Criteria Decision Aid Methods (1977–2022). *Electronics*. 11 (11). 1720. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics11111720>.
17. Soltanifar, M., Krylovas, A. & Kosareva, N. (2023). Voting-Kemeny Median Indicator Ranks Accordance method for determining criteria priority and weights in solving multi-attribute decision-making problems. *Soft Computing*. 27, P. 6613–6628 DOI: <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07807-0>.
18. Reva, O. M., Kamyshyn, V. V., Borsuk, S. P., Yarotskyi, S. V., & Saganovska, L. A. (2023). Metodolohiia systemno-informatsiinoi kvalimetrii investytsiinoi pryvabyvosti obektiv ekspertyzy [Methodology of System-Informational Qualimetry of Investment Attractiveness of Expertise Objects]. Kyiv, 150 p. Retrieved from: <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000828789> [in Ukr.].
19. Edwards, K., & Goffin, K. (2023). Multi-Criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design. Butterworth-Heinemann. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/288749358\\_Multi-criteria\\_Decision\\_Analysis\\_for\\_Supporting\\_the\\_Selection\\_of\\_Engineering\\_Materials\\_in\\_Product\\_Design\\_Second\\_Edition](https://www.researchgate.net/publication/288749358_Multi-criteria_Decision_Analysis_for_Supporting_the_Selection_of_Engineering_Materials_in_Product_Design_Second_Edition).
20. Soltanifar, M., Krylovas, A. & Kosareva, N. (2021). Voting-KEMIRA Method for Determining Criteria Priority and Weights in Solving MADM Problems. Preprints. Retrieved from: DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-451050/v1>.
21. Bartholdi, III J. & Tovey, C. (2024). Kemeny's Median and Its Generalizations: An Algebraic Approach. *Journal of Mathematical Psychology*. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/publication/378858835\\_ODE\\_An\\_Algebraic\\_Approach](https://www.researchgate.net/publication/378858835_ODE_An_Algebraic_Approach).
22. Reva, O., Kamyshyn, V., Borsuk, S., Yarotskyi, S., & Avramchuk, B. (2023). Eliminating “systematic survivorship bias” in the attitude of specialists to the significance of investment attractive features of examined objects. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 6 (13 (126)), 54–64. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.292875>.

**O. M. REVA**, D. Sc. in Engineering, Professor

**V. V. KAMYSHYN**, D. Sc. in Pedagogy, Senior Researcher, Corresponding Member of the NAES of Ukraine

**S. P. BORSUK**, D. Sc. in Engineering, Associate Professor

**S. V. YAROTSKYI**, Head of Department

**Yu. A. AVRAMCHUK**, Corresponding Author, PhD in Economics

## OPTIMIZATION OF THE SYSTEMS OF PREFERENCES OF SPECIALISTS ON THE SET OF FEATURES OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE OBJECTS OF EXPERTISE

**Abstract.** The object of research: The central object of the study is potential investment objects that require a detailed analysis for the restoration and modernization of the national economy in the post-conflict period.

The problem to be solved: The study addresses the need to apply advanced system and information technologies to objectively and effectively assess the investment attractiveness of objects. The main focus is on identifying and analyzing the characteristics that influence investors' decision-making.

Results: as a result of the study, new methods for optimizing the group preference system were developed and implemented. In particular, the use of the classic Savage decision criterion and the Kemeny median significantly reduced the discrepancies between expert opinions and eliminated the problem of tied ranks. Interpretation of the results: The improvement in the accuracy and consistency of the weighting factors was due to the use of modern analytical methods that allow for effective management of group opinions and smoothing out extreme positions.

Features and distinctive features of the results: optimization of the basic group preference system proved to be extremely effective. The high level of consistency of the results indicates the considerable accuracy of the implemented methods, which provided a significant increase in the objectivity of investment decisions.

Scope and conditions for practical application of the results: The optimized methods can be applied in areas where a high level of accuracy and objectivity in the evaluation of investment projects is required. This is especially relevant for economic intelligence and investment planning in the context of national economic recovery.

**Keywords:** investment attractiveness, Savage criterion, Kemeny median, group preference system.

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

**Рева Олексій Миколайович** — д-р техн. наук, проф., голов. н. с., ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (050) 109-35-25; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

**Камишин Володимир Вікторович** — д-р пед. наук, с. н. с., чл.-кор. НАПН України, директор, ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (050) 442-32-95; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

**Борсук Сергій Павлович** — д-р техн. наук, доц., ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (097) 515-90-78; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

**Яроцький Станіслав Володимирович** — нач. відділу управління та адміністрування, Національний авіаційний університет, просп. Любомира Гузара, 1, м. Київ, Україна, 03058; +38 (067) 238-31-77; stas\_gas@ua.fm; ORCID: 0000-0003-3934-4647

**Аврамчук Юлія Анатоліївна** — автор-кореспондент, канд. екон. наук, ДНУ “Український інститут науково-технічної експертизи та інформації”, вул. Антоновича, 180, м. Київ, Україна, 03150; +38 (050) 995-98-19; yulialoshakova5@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1083-1433

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Reva O. M.** — D. Sc. in Engineering, Professor, Chief Research Fellow, Ukrainian Institute for Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (050) 109-35-25; ran54@meta.ua; ORCID: 0000-0002-5954-290X

**Kamyshyn V. V.** — D. Sc. in Pedagogy, Senior Research Fellow, Corresponding Member of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Director, Ukrainian Institute for Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (050) 442-32-95; kvv@ukrintei.ua; ORCID: 0000-0002-8832-9470

**Borsuk S. P.** — D. Sc. in Engineering, Associate Professor, Ukrainian Institute for Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (097) 515-90-78; greyone.ff@gmail.com; ORCID: 0000-0002-7034-7857

**Yarotskyi S. V.** — Head of Department of Management and Administration, National Aviation University, 1, Lyubomyr Huzar Ave, Kyiv, Ukraine, 03058; +38 (067) 238-31-77 stas\_gas@ua.fm; ORCID: 0000-0003-3934-4647

**Avramchuk Yu. A.** — Corresponding Author, PhD in Economics, Ukrainian Institute for Scientific and Technical Expertise and Information, 180, Antonovycha Str., Kyiv, Ukraine, 03150; +38 (050) 995-98-19; yulialoshakova5@gmail.com; ORCID: 0000-0003-1083-1433



<http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-4-09>

УДК 338.242

**В. А. ЖУКОВ**, канд. екон. наук

## ІНДЕКС GLOBAL FIREPOWER: ХИБНІСТЬ І НЕДОРЕЧНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЛОБАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ ВІЙСЬКОВОЇ МОГУТНОСТІ

**Резюме.** Представлено думку автора щодо достовірності результатів вимірювання та правильності інтерпретації міжнародного індексу Global FirePower. Розглянуто доцільність використання індексу GFP як інструменту оцінки військової могутності держав і наведено аргументи щодо невідповідності висування будь-яких рекомендацій на підставі аналізу зазначеного рейтингу.

У рамках цього завдання здійснено оцінювання результатів ранжування країн за двома найбільш цитованими міжнародними індексами, які використовуються під час розрахунку рейтингу держав світу за їх рівнем військового потенціалу, а саме: глобальний індекс військової могутності та глобальний індекс мілітаризації. Додатково здійснено порівняльний аналіз ранжування країн, що входять до топ-10, а також України та деяких пострадянських країн із використанням таких міжнародних рейтингів, як індекс людського розвитку та глобальний індекс інновацій.